

základy přírodních věd v pokusech

UNESCO



SPN 15-0-88

14-352-71
02/53 Kčs 37,00

základy přírodních věd v pokusech

Obsah

ÚVOD K ČESKÉMU VYDÁNÍ	5
ÚVOD	7
PRAMENY	9
ÚČEL DÍLA	10
Různá použití knihy	10
Nářadí pro výrobu jednoduchých pomůcek	11
Materiál	12
 KAPITOLA I. Pokyny pro vyučování základům přírodních věd	17
A. Základy přírodních věd	17
B. Učitel a vyučování základům přírodních věd	21
C. Jak se děti učí základům přírodních věd	22
D. Prameny pro vyučování základům přírodních věd	25
E. Vybavení pro vyučování přírodním vědám	28
 KAPITOLA II. Jak si zhotovíme některé pomůcky	30
A. Váhy	30
1. Jednoduché „pružinové“ váhy	30
2. Příruční pružinové váhy — siloměr	30
3. Pružinové váhy pro těžší tělesa	31
4. Přezmen	31
5. Laboratorní přezmen	31
6. Váhy s hodinovým perem	31
7. Jednoduchý přezmen pro vážení těles do 100 g	32
8. Váhy ze slámky	32
9. Zehnderovy váhy	32
10. Všeobecně použitelné rovnoramenné váhy	33
11. Citlivé rovnoramenné váhy	33
B. Zdroje tepla	34
1. Kamínka na dřevné uhlí	34
2. Lihový kahan	34
3. Lihový kahan z lahvičky od inkoustu	34
C. Jiné užitečné pomůcky	35
1. Demonstrační nonius	35
2. Jednoduchá trojnožka	35
3. Vodní lázeň	35
4. Ohřívač	35
5. Vytlačovač vodní páry pro pokusy v termice	35
6. Jednoduchý kalorimetr	35
7. Destilovaná voda	36
8. Vzdušná lázeň	36
9. Liebigův chladič (kovový)	36
10. Filtr	36
11. Vodní vývěva	36
12. Laboratorní zařízení pro samostatnou práci v chemii	36
13. Měrná nádoba a odměrka	37
14. Držák na zkumavky	37
15. Laboratorní pinzeta	37
16. Dřevěný laboratorní stojan	38

17. Držák k laboratornímu stojanu	38
18. Kovová miska	38
19. Automatický přístroj na výrobu plynu	38
 KAPITOLA III. Rostliny	39
A. Kořen	39
1. Jak sledovat růst kořenových vlásků	39
2. Pozorování kořenových vlásků	39
3. Zkouška, zda kořeny přijímají vodu a rozpustné látky	39
4. Působení zemské tíže na kořeny rostlin	39
5. Jak působí voda na kořeny	40
6. Zakořeňování různých částí rostlin	40
B. Stonek	40
1. Vliv světla na růst stonku	40
2. Transport roztoků stonkem	41
3. Jak jsou uloženy cévní svazky ve stoncích dvouděložných a jednoděložných rostlin	41
C. List	41
1. Typy listů	41
2. Jak se dělá sbírka listů	41
3. Kouřové otisky listů	41
4. Nastříkané otisky listů	42
5. Otisky listů pomocí tiskařské černě	42
6. Obrisy listů	42
7. Otisky listů pomocí uhlového (kopírovacího) papíru	42
8. Uspořádání listů na stonku	43
9. Pěstování listů ve třídě	43
10. Listy vypařují vodu	43
11. Stavba listu	43
12. Zelené listy vytvářejí organické látky	43
13. Zelené listy vylučují na slunci kyslík	44
14. Listem vniká do rostliny vzduch	44
15. Dýchání rostlin	44
D. Květ	45
1. Sběrání a uchovávání květů	45
2. Rozbor květu tulipánu	45
3. Rozbor jednoduchého květu	45
4. Pozorování pylových zrn z různých květů	45
5. Klíčení pylových zrn	45
6. Vycházka s pozorováním kvetoucích rostlin	45
7. Pozorování vývoje plodu	45
E. Semeno	46
1. Vhodný způsob pěstování semen	46
2. Zkouška klíčivosti semen	46
3. Zahrádka ve sklenici	46
4. Podmínky pro klíčení semen	46
5. Klíčící semena přijímají kyslík	47
6. Stavba semena	47
7. Zkouška plynu, který vylučují při dýchání klíčící semena	47
8. Jak klíčí semena	47
F. Baktérie	48
1. Příprava k pěstování bakterií	48
2. Naočkování bakteriálních kultur	48
3. Jiný typ půdy pro pěstování bakterií	48
4. Očkovací jehla	48
5. Pokus, zda bakterie rostou lépe ve vlhku nebo v suchu	48
6. Pokus, zda bakterie rostou lépe v teple nebo v chladu	49
7. Pokus, zda bakterie rostou lépe ve tmě nebo na světle	49

8. Kde lze nalézt bakterie?	49
9. Ničí sluneční světlo bakterie?	49
10. Ničí dezinfekční prostředky bakterie?	49
11. Kde v půdě žijí bakterie?	49
G. Plísně	49
1. Opatřování různých druhů plísní	49
2. Jak pěstovat plísně	49
3. Stavba plísní	50
4. Potřebují plísně k růstu vodu?	50
5. Rostou plísně lépe v teple, nebo v chladu?	50
6. Rostou plísně lépe ve tmě, nebo na světle?	50
H. Kvasinky	50
1. Působení kvasinek na těsto	50
2. Vliv teploty na aktivitu kvasinek	50
3. Kvasinky působí na cukr	50
4. Zkouška plynu uvolňovaného při působení kvasinek na cukr	50
5. Pozorování kvasinek	51
I. Pěstování rostlin bez půdy (hydroponie)	51
J. Jednoduché zahradnictví	51
KAPITOLA IV. Živočiškové	52
1. Láhev na usmrcování hmyzu — smrtička	52
2. Krabice na uložení sbírky hmyzu	52
3. Chov žížal	52
4. Chov kobylek a pakobylek	52
5. Vivárium ze sklenice na zavařeninu pro chov much	53
6. Skokani a ropuchy	53
7. Akvárium ve sklenici	53
8. Akvárium pro větší vodní živočichy	53
9. Pozorování životního cyklu banánové mušky (Drosophila)	54
KAPITOLA V. Nerosty, horniny, půdy a zkameněliny	55
A. Nerosty a horniny	55
1. Geologická vycházka do okolí školy	55
2. Pozorování a srovnávání nasbíraných vzorků	55
3. Odvození pojmu nerost a hornina	56
4. Vznik nerostů	56
5. Vznik hornin	56
6. Určování vápence	57
7. Sběrka nerostů a hornin	57
B. Půdy	57
1. Průzkum půd v nejbližším okolí školy	57
2. Vznik půdy	58
3. Složení půdy	58
4. Pohyb vody v půdě	58
5. Úrodnost půdy	59
6. Působení srážkové vody na půdu	59
7. Ochrana půdy proti erozi	59
C. Zkameněliny	59
1. Naleziště zkamenělin	59
2. Vznik zkamenělin	60
3. Sběrka zkamenělin	60
D. Shrnující exkurze	60

KAPITOLA VI. Astronomie	61
A. Pozorování hvězd	61
1. Zhotovení jednoduchého čočkového dalekohledu	61
2. Zhotovení jednoduchého zrcadlového dalekohledu	61
3. Zhotovení přesného zrcadlového dalekohledu	62
4. Učíme se poznávat hlavní souhvězdí a dělat hvězdnou mapu	62
5. Fotografování hvězdných stop	62
6. Jak si uděláme konstelárium	62
7. Planetárium z deštníku	62
B. Slunce a hvězdy	63
1. Mapa souhvězdí zvěrokruhu	63
2. Model znázorňující zdánlivou dráhu Slunce mezi hvězdami	64
3. Model znázorňující vznik zatmění	65
4. Znázornění zatmění Slunce	65
5. Pozorování slunečních skvrn	65
6. Pozorování změn polohy Země vůči Slunci	65
C. Sluneční soustava	65
1. Model sluneční soustavy	65
2. Pozorování viditelných planet	66
3. Pozorování „padajících hvězd“	66
D. Země	66
1. Foucaultovo kyvadlo dokazuje otáčení Země	66
2. Jednoduchý theodolit nebo astrolábium	66
3. Model sextantu	67
4. Sluneční hodiny	67
5. Jednoduchý model Země a Měsíce	68
6. Předvedení vzniku ročních dob	68
7. Příčiny různé délky dne a noci v některých místech	68
8. Jaký vliv má úhel dopadu slunečních paprsků na množství tepla a světla, které Země přijímá	68
9. Tyč vrhající stín	69
10. Jak se mění úhel dopadu slunečních paprsků den ze dne v touž hodinu	69
E. Pozorování Měsíce	69
1. Pozorování měsíčního povrchu	69
2. Pozorování měsíčních fází	69
3. Příčina měsíčních fází	69
4. Zatmění Měsíce	69
KAPITOLA VII. Vzduch a tlak vzduchu	70
A. Kde všude může být vzduch	70
B. Vzduch zaujímá prostor	70
C. Vzduch má tíhu	71
D. Vzduch působí na tělesa tlakem	71
E. Měření tlaku vzduchu	73
1. Jednoduchý rtuťový tlakoměr	73
2. Fortinův tlakoměr	74
3. Tlakoměr z láhve	74
4. Aneroid	75
5. Jiný typ aneroidu	75
6. Měření atmosférického tlaku hustilkou	75
7. Měření atmosférického tlaku přísavným knoflíkem	75
F. Jak čerpadla využívají tlaku vzduchu	76
1. Jak rozdíl tlaku vzduchu vytlačuje vodu z nádoby	76
2. Jednoduchá stříkačka	76
3. Pumpa na zdvih	76
4. Pumpa na zdvih ze skleněného válce	76

5. Pumpa na tlak	76
6. Pumpa na tlak ze zkumavky	77
G. Jak je u násosek využito tlaku vzduchu	77
1. Jednoduchá násoska	77
2. Násoska s vodotryskem	77
3. Násoska se samočinným spuštěním	78
H. Pokusy se stlačeným vzduchem	78
1. Jak prokázat pružnost vzduchu	78
2. „Stříkačka“ na stlačený vzduch	78
3. Vzduchovka	78
4. Zvedání předmětů stlačeným vzduchem	78
5. „Bublající“ láhev	78
I. Některé účinky sníženého tlaku vzduchu	78
1. Nasávání vody tlakem vzduchu	78
2. Jak vyrobit jednoduchou vývěvu	79
3. Jak vyrobit zvon pro pokusy s vakuem	79
4. Model baroskopu	79
5. Pokus s balónem	79
6. Pokus s lahví a zátkou	79
7. Přelévání vody pomocí sníženého tlaku vzduchu	80
8. Jiný pokus s balónem	80
9. Vztah mezi objemem a tlakem vzduchu	80
J. Vzduch v lidském těle	80
1. Jak pracují plíce	80
2. Měření objemu vzduchu v plicích	80
3. Vydechovaný vzduch obsahuje kyslíčnick uhlíčitý	81
K. Některé chemické účinky vzduchu	81
L. Pokusy s prouděním vzduchu	81
KAPITOLA VIII. Počasí	85
A. Zhotovování přístrojů pro povětrnostní stanici	85
1. Aneroid	85
2. Větrná korouhev	86
3. Ukazatel rychlosti větru	86
4. Dešťoměr	87
5. Jiný typ dešťoměru	87
6. Vlhkoměr se suchou a vlhkou baňkou (Augustův)	87
7. Vlasový vlhkoměr	87
8. Domeček pro předpovídání počasí	88
9. Vedení záznamů o počasí	88
10. Výroba přístřešku pro meteorologické přístroje	89
B. Větr a počasí	89
1. Vzduch se při zahřívání rozpíná	89
2. Jiný způsob důkazu, že se vzduch při zahřívání rozpíná	89
3. Rozpínání vzduchu	89
4. Studený vzduch je těžší než teplý	89
5. Krabice k pozorování proudění vzduchu	90
6. Sledování vzdušných proudů	90
C. Jak se dostává vlhkost do vzduchu	91
1. Vodní páry ve vzduchu nejsou vidět	91
2. Mop váží méně	91
3. Další vážení vlhkého předmětu	91
4. Voda se vypařuje z půdy	91
5. Pokojové rostliny vypařují vodu	91
6. Ostatní rostliny také vypařují vodu	91
7. Vydechovaný vzduch je vlhký	91
8. Vlhkost z plynového plamene	92
9. Vlhkost z jiných plamenů	92

10. Rychlost vypařování závisí na velikosti odpařované plochy	92
11. Teplota ovlivňuje rychlost vypařování	92
12. Pohyb vzduchu má vliv na rychlost vypařování	92
13. Vlhkost vzduchu má vliv na rychlost vypařování	92
D. Jak se sráží vlhkost ze vzduchu	92
1. Vodní pára kondenzuje na chladném povrchu	92
2. Koloběh vody	92
3. Teplota rosného bodu	93
4. Oblak v láhvi	93
5. Dešťový cyklus	93
6. Jinovatka ve třídě	93
7. Pozorování ledových krup	93
8. Pozorování sněhových vloček	94
KAPITOLA IX. Voda	95
A. Složení vody	95
1. Jak lze rozložit vodu	95
2. Jak připravit kyslík	95
3. Některé pokusy s kyslíkem	95
4. Jak připravit vodík	95
5. Hoří vodík?	96
6. Co vzniká, když vodík hoří?	96
7. Nafukování mýdlových bublin vodíkem	96
B. Jak čistit vodu	96
1. Jak zhotovit filtr	96
2. Výroba pokusného filtru	96
3. Sterilizování vody převařením	97
4. Jak vyrobit jednoduchou aparaturu na destilaci vody	97
5. Jak zhotovit destilační přístroj	97
6. Jak zhotovit Liebigův chladič	97
C. Tvrdá a měkká voda	97
1. Rozdíl mezi tvrdou a měkkou vodou	97
2. Jak připravit tvrdou vodu	98
3. Změkčování vody varem	98
4. Změkčování vody chemikáliemi	98
5. Jak pomáhá mýdlo ve vodě při praní	98
6. Jak působí voda na tuk	98
7. Jak působí mýdlo na tuk	98
8. Tvrdá a měkká voda při praní	98
9. Jak vyrobit mýdlo	98
D. Voda v klidu a v pohybu	99
1. Pojem tlaku	99
2. Rozdíl mezi tíhovou silou a tlakem	99
3. Tlak kapaliny	99
4. Tlak vody se mění s hloubkou	99
5. Tlak závisí na hustotě kapaliny	99
6. Tlak vody ve stejné hloubce je stejný jak ve velké, tak v malé nádobě	99
7. Jiný způsob důkazu, že tlak vzrůstá s hloubkou	100
8. Tlak vody je stejný ve všech směrech	100
9. Tlak, který v kapalině působí směrem vzhůru, se nazývá vztlak	100
10. Spojené nádoby	100
11. Zvedání těžkých závaží tlakem vody	100
12. Voda se nestlačí	101
13. Model hydraulické zdviže	101
14. Jednoduchý hydraulický lis	101
15. Model vodního trkače	101
16. Model vodní přetlakové turbíny	101
17. Model vodního kola	102
E. Potápění a plování	102
1. Co rozhoduje o potápění a plování?	102
2. Vztlak vody	102

3. Pozorování vzlaku vody	102
4. Jiný způsob pozorování vzlaku vody	102
5. Ještě jiný způsob jak pozorovat vzlak vody	102
6. Kámen má ve vodě menší tíhu než na vzduchu	103
7. Karteziánský potápěč	103
8. Jak vyrobit plechovku s přepadem a sběrnou nádobu	103
9. Potápějící se tělesa	103
10. Plovoucí tělesa	104
11. Pokus s plovoucí svíčkou	104
12. Pokus s plováním různých druhů dřeva	104
13. Pokus s plovoucím vejcem	104
14. Ověření Archimédova zákona	104
15. Hustoměr ze slámky	105
16. Hustota kapaliny, která se nemísí s vodou	105
17. Plování v různých kapalinách	105
18. Jak se ponorka ponořuje a vynořuje	105
F. Povrchy kapalin	106
1. Jehla plovoucí na vodě	106
2. Plovoucí žiletka	106
3. Zvedání vodního povrchu	106
4. Voda se udrží v sítu	106
5. Pokus s víkem od plechovky	106
6. Přeplnění sklenice vodou	106
7. Vytvoření špičky na štětci	107
8. Trik s povrchovým napětím	107
9. Voda neproteče látkou	107
10. Vliv mýdla na povrchové napětí	107
11. Vliv benzínu na povrchové napětí	107
12. Pokus se smyčkou niti	107
13. Řízení lodičky povrchovým napětím	107
14. Plovák pro předvádění povrchového napětí	107
15. Vytváření kuliček pomocí povrchového napětí	108
16. Vyfukování mýdlových bublin	108
17. Držák na mýdlové bubliny	108
18. Některé pokusy s tenkými mýdlovými vrstvami	108
19. Tvoření kapek	108
KAPITOLA X. Jednoduché stroje	109
A. Páka, kolo na hřídeli, kladka	109
1. Jednoduchá rovnoramenná páka	109
2. Jednoduché váhy	109
3. Jednoduché vahadlové (běhounové) váhy	109
4. Dvojitá páka	110
5. Jednozvrtná páka	110
6. Jednozvrtná páka, na níž působí síla mezi osou otáčení a břemenem	110
7. Páka jako houpačka	110
8. Jednoduché kolo na hřídeli	110
9. Jiné kolo na hřídeli	111
10. Jak vyrobit jednoduchou kladku	111
11. Jednoduchá pevná kladka	111
12. Jednoduchý kladkostroj	112
13. Kladkostroj složený z více kladek	112
B. Nakloněná rovina, šroub a klín	112
1. Jednoduchá nakloněná rovina	112
2. Šroub je nakloněná rovina	113
3. Jednoduchý zdvihák (čertík)	113
4. Klín	113
C. Jak se pomocí strojů zvyšuje rychlost	113
1. Malá a velká cívka	113
2. Použití jízdního kola	114
3. Šlehač	114
4. Použití páky	114

5. Použití kladky	114
6. Použití kola na hřídeli	114
D. Jak se pomocí strojů mění směr síly	114
1. Model výtahu	114
2. Jednoduché soukolí	114
3. Použití zkřížených řemenů	115
E. Využívání a překonávání tření	115
1. Snížení tření pomocí tužek	115
2. Použití kol	115
3. Smykové tření	115
4. Místa, kde dochází k tření	115
5. Snížení tření pomocí oleje	115
6. Tření drsných povrchů	115
7. Snížení tření pomocí kuličkových ložisek	116
8. Kuličková ložiska	116
9. Znovu kuličková ložiska	116
10. Snížení tření pomocí vzduchového proudu	116
KAPITOLA XI. Síla a setrvačnost	117
A. Rovnováha	117
1. Pomůcka ke zkoumání rovnovážných sil	117
2. Rovnováha na vahadlové houpačce	117
3. Trik s rovnováhou	117
4. Některé jednoduché pokusy s rovnováhou	117
5. Dokážete napřímít provaz?	118
6. Hledání těžiště předmětů	118
B. Gravitace	118
1. Padající tělesa	118
2. Mince padají stejně rychle	118
3. Jednoduché kyvadlo	119
4. Časový zápis padajícího tělesa	119
5. Kutálejší se koule	119
6. Rovnoměrný pohyb	120
7. Zrychlení padající koule	120
8. Dráha střely	120
9. Zábava s kyvadlem	121
10. Spřažená kyvadla	121
C. Odstředivá síla	121
1. Pocit odstředivé síly	121
2. Jednoduchý rotační stroj	121
3. Pokus se dvěma hřebíky	122
4. Působení odstředivé síly na kroužek	122
5. Působení odstředivé síly na víčko od plechovky	122
6. Působení odstředivé síly na řetízek	122
7. Působení odstředivé síly na kapalinu	122
8. Jiný pokus s vodou	122
9. Jak pracuje ždímačka na prádlo	122
10. Voda se nerozleje	122
11. Zábavný pokus s odstředivou silou	122
12. Dostředivá síla	123
D. Setrvačnost	123
1. Láhev a kulička	123
2. Zatlučení hřebíků vlivem setrvačnosti	123
3. Rozkrojíte jablko na dvě části pomocí setrvačnosti	123
4. Setrvačnost v klidu s kapesníkem a sklenicí	124
5. Setrvačnost v klidu hromady knih	124
6. Zlomte hůlku pomocí setrvačnosti	124
7. Setrvačnost v pohybu a rýč	124
8. Setrvačnost v pohybu při jízdě na kole	124
9. Setrvačnost v pohybu automobilu	124

10. Setrvačnost v klidu kamene	124
12. Jak zjistíme, které vejce je uvařeno natvrdo	124
E. Síla a pohyb	125
1. Lehčí předmět se pohybuje rychleji	125
2. Síla a pohyb	125
3. Akce a reakce tlakových sil	125
4. Akce a reakce tahových sil	125
5. Akce a reakce kolečkových bruslí	125
6. Akce a reakce ve člunu	125
7. Reaktivní pohon je založen na akci a reakci	126
KAPITOLA XII. Zvuk	127
A. Jak zvuk vzniká a jak se přenáší	127
1. Různé zvuky	127
2, 3, 4. Chvějící se tělesa vydávají zvuk	127
5, 6, 7, 8. Kmitající těleso	127
9, 10. Rezonance	128
11. Vzduch přenáší zvuk	128
12, 13. Zvuk neprochází vakuem	128
14. Zvuk se šíří tuhými látkami	128
15. Zvon pomocí lžičky	128
16. Vyfukávání kódu pomocí vodovodní trubky	129
17. Poslouchejte zuby	129
18. Kapaliny přenášejí zvuk	129
19. Balón naplněný plynem působí jako zvuková čočka	129
20. Jak se šíří vlny	129
21. Nádrž s vlnkami	129
22. Odraz vln	130
B. Zvuk a hudba	130
1. Vibrující krabice	130
2. Hudební nástroj z gumových pásků	131
3. Jednostrunný hudební nástroj	131
4. Hrací skříňka ze špendlíků	131
5. Orchestr ze sacích slámek	131
6. Trombón ze skleněné trubky a sklenice	131
7. Hudební láhve	131
8. Gong	131
9. Housle z krabičky	131
10. Pastýřova píšťala	132
11. Xylofon a marimba	132
C. Záznam a reprodukce zvuku	132
1. Činnost ucha	132
2. Jak vzniká hlas	133
3. Obrazce zvukových vln	133
4. Obraz vlny znějící ladičky	133
5. Gramofon reprodukuje zvuk	134
6. Jednoduchý reproduktor	134
7. Jiný jednoduchý reproduktor	134
8. Gramofon pro každého	135
9. Zaznamenávání zvuku gramofonem	136
KAPITOLA XIII. Teplota	137
A. Teplotní roztažnost látek	137
1. Trojúhelník k demonstraci teplotní roztažnosti	137
2. Roztahování tuhých těles při zahřívání	137
3. Pokus s kroužkem	137
4. Tyč a kalibr	137
5. Teplotní „plížil“	138
6. Pásek z dvojkovu (bimetal)	138
7. Přístroj na měření rychlosti roztahování	138
8. Roztažnost kapalin	138

9. Roztažnost plynů	138
10. Roztažnost plynů — mýdlová bublina	139
11. Roztažnost plynů jiným způsobem	139
12. Rozpínavost pomocí balónů	139
13. Balón na horký vzduch	139
B. Teplota	139
1. Je pocit teploty spolehlivý?	139
2. Jak si vyrobíte vzduchový teploměr	140
3. Na čem se zakládá teploměr	140
4. Jak si uděláme lihový teploměr	140
5. Kontrola teploměru	140
6. Teplota a teplota — pojem kalorie	141
7. Kalorická hodnota paliva — spalné teplo	141
C. Šíření tepla	141
1. Vedení tepla v kovové tyči	141
2. Různé kovy vedou teplo různou rychlostí	141
3. Měření množství tepla odevzdaného různým látkám	141
4. Kovy jsou dobrými vodiči tepla	142
5. Vodivost kovu a dřeva	142
6. Tepelná vodivost kovové síťky	142
7. Model Davyho lampy	142
8. Jednoduchá termoska	142
9. Voda je špatný vodič tepla	143
10. V kapalinách se teplo přenáší prouděním	143
11. Co vytváří tepelné proudy ve vodě	143
12. Vliv teploty na hustotu vody	143
13. Při které teplotě má voda největší hustotu?	143
14. Jiný způsob demonstrace tepelných proudů ve vodě	143
15. Jak si vyrobíte model teplovodního topení	143
16. Tepelné proudy ve vzduchu	144
17. Jak tepelné proudy vytvářejí vítr	144
18. Tepelné proudy a ventilace	144
19. Teplota se šíří sáláním (radiací)	145
20. Sálající tepelné vlny mohou být soustředovány	145
21. Sálající tepelné vlny se mohou odrážet	145
22. Povrch těles ovlivňuje sálání	145
23. Jiná ukázka, jak povrchy těles ovlivňují sálání	145
24. Jednoduchý termoskop	145
25. Jak můžete snížit tepelné ztráty	146
D. Tání a var	146
1. Pozorujeme vařící se kapalinu	146
2. Uvařte si vodu v papíru	146
3. Vodu můžeme uvést do varu tím, že ji ochladíme	146
4. Snížením tlaku přivedeme éter do varu	147
5. Při vypařování odnímají kapaliny svému okolí teplo	147
6. Zmrazování pomocí rychlého odpařování éteru	147
7. Ochlazovací účinky suchého větru	147
8. Jak teplo mění tuhé látky v kapaliny	147
9. Zmrazení vody pomocí ledu a soli	147
10. Voda se při zamrznání roztahuje	147
11. Když látky tají, pohlcují teplo	148
12. Tání způsobené tlakem a opětne zamrznání	148
13. Určení měrného skupenského tepla varu vody	148
14. Určení měrného skupenského tepla kondenzace páry	148
15. Měrné skupenské teplo tání ledu	148
16. Určení měrného tepla kovu pomocí čajové konvice	148
17. Porovnání měrných tepel	148
18. Měření měrného tepla	149
19. Určení měrného tepla látky pomocí dutého tělesa	149
20. Jednoduchý kalorimetr na měření měrného skupenského tepla	149
E. Tepelné stroje	150
1. Tlak páry	150
2. Jak pracuje parní stroj	150

3. Jak si uděláte historickou parní hračku	150
4. Jak si uděláte model parní turbíny	150
5. Model parní turbíny ze skla	150
6. Tepelný stroj z plechovky od leštidla	151
7. Jak si uděláme pneumatické zažehvadlo	151
KAPITOLA XIV. Magnetismus	152
1. Přírodní magnety	152
2. Jak si opatříte umělé magnety	152
3. Jak si zmagnetujete ocelovou tyč	152
4. Jak si uděláte tyčový magnet	152
5. Jak si uděláte otočnou kolébku pro studium magnetismu	152
6. Koncentrace magnetismu v magnetu	153
7. Určení průběhu magnetismu podél tyčového magnetu pomocí pružinových vah	153
8. Působí magnety v prostoru?	153
9. Jsou účinky pólů magnetu stejné?	153
10. Pravidlo o vzájemném silovém působení pólů magnetů	153
11. Jak si uděláte jednoduché magnetické střelky?	153
12. Kompas ze žiletky	154
13. Určení zemských magnetických pólů	154
14. Demonstrační magnetická střelka	154
15. Model k demonstraci zemského magnetismu	154
16. Jak si uděláme inkliniční magnetku	155
17. Demonstrační inkliniční magnetka	155
18. Pokusy s kompasem	155
19. Které látky jsou magnetické	155
20. Magnetování tyče pomocí kladívka	155
21. Siločáry	155
22. Mapování magnetických siločar	156
23. Kterými látkami procházejí magnetické siločáry	156
24. Magnetická indukce	156
25. Zjišťování indukované polarity	156
26. Co se stane, přelomíme-li magnet?	156
27. Jak si uděláte magnet z ocelových pilin	157
28. Jak si uděláte plující magnety	157
29. Některé pokusy s plujícími magnety	157
30. Vibrátor pomocí magnetu	157
31. Jehla vznášející se ve vzduchu	157
32. Jak si uděláte kompas z lepenky	157
33. Magnetická rybářská hra	158
34. Tajemný magnetický setrvačnick	158
35. Magnetický člun	158
36. Citlivý magnetometr	158
37. Vibrační magnetometr	158
38. Jak si vyrobíte magnetizační cívku	159
39. Magnetizační cívka na proud z akumulátorové baterie	159
KAPITOLA XV. Elektřina	160
A. Statická elektřina	160
1. Elektřinu můžeme získat vzájemným třením předmětů	160
2. Statická elektřina je přítomna všude	160
3. Světlo způsobené statickou elektřinou	160
4. Figurky tančící účinkem statické elektřiny	160
5. Jak donutíme papír skákat	161
6. Elektrostatické letadlo	161
7. Vybití elektrického náboje jiskrou	161
8. Balónek zůstane tam, kde jste jej položili	161
9. Noviny drží na stěně	161
10. Existují dva druhy nábojů	162
11. Jak si uděláte indikátor nábojů z bezových kuliček	162
12. Elektroskop z kovové fólie	162
13. Jak si uděláte elektroskop z novin	163
14. Jak si uděláte elektroskop s kovovými listy	163
15. Jak si uděláte stínový elektroskop	163

16. Zábava s balónkem	164
17. Další zábava s balónkem	164
18. Dostihy	164
19. Jak získáte jiskrové výboje elektrických nábojů	164
B. Jednoduché elektrické články a obvody	164
1. Proudění vody v trubce	164
2. Elektrický proud ve vodiči	165
3. Jiný způsob, jak demonstrovat elektrický proud	165
4. Jak ukážete elektrický proud pomocí jednoduchých přístrojů	165
5. Elektrická energie z chemické energie	166
6. Elektřina z citrónu	166
7. Jak si uděláte jednoduchý galvanický článek	166
8. Jiné jednoduché galvanické články	166
9. Jak si uděláte jednoduchý akumulátor	167
10. Z čeho se skládá suchý článek	167
11. Použití článku v elektrickém obvodu	167
12. Držáky žárovek	168
13. Jak pracuje kapesní svítilna	168
14. Jak se zapojují články do série	168
15. Jak se zapojují články paralelně	168
16. Držák monočlánků	168
17. Sériové zapojení žárovek	169
18. Paralelní zapojení žárovek	169
19. Jak se dá elektrický obvod ovládat vypínačem	169
20. Jak si uděláte jednoduchý vypínač	169
21. Jiný jednoduchý vypínač	169
22. Jak můžete ovládat zvonek dvěma vypínači	170
23. Jak můžete ovládat světlo dvěma vypínači	170
24. Miniaturní pouliční osvětlovací systém	170
25. Jak se z elektřiny získává teplo a světlo	170
26. Jak pojistka chrání elektrický obvod	171
27. Jak krátké spojení přepálí pojistku	171
28. Jak si uděláte jednoduchý držák na pojistku	171
29. Jak se mění elektrický odpor s teplotou vodiče	171
C. Magnetismus a elektrická energie	171
1. Zařízení na stavbu jednoduchých elektrických pomůcek	171
2. Magnetické účinky elektrického proudu	172
3. Jiný způsob ukázky magnetických účinků elektrického proudu	172
4. Jak si uděláte elektromagnet ze šroubu	172
5. Jak si uděláte elektromagnet ve tvaru podkovy	173
6. Jak se dá zvýšit nosnost elektromagnetu	173
7. Magnetické pole cívky	173
8. Přístroj k měření odpudivé síly	174
9. Přístroj k měření přitažlivé síly	174
10. Jak si uděláte telegrafní klíč a zvukový přijímač	174
11. Jak si uděláte elektrický bzučák	174
12. Telegrafní klíč a telegraf	175
13. Zhotovení bzučáku jiným způsobem	175
14. Jak se zapojuje dvoulinkový telegraf	176
15. Jak si zhotovíte elektrický zvonek	176
16. Jak si sestavíte jednoduchou telefonní linku	177
17. Jak si zhotovíte jednoduchý telefonní mikrofon	177
18. Vznik elektřiny pomocí magnetu a cívky	178
19. Ruční generátor elektrického napětí	178
20. Jak si uděláte motor ze špendlíků a korku	179
21. Jak si zhotovíte motor založený na přitažlivosti	179
22. Jiný jednoduchý motor	180
D. Teplo a světlo z elektrické energie	181
1. Jak získáte teplo a světlo z elektrické energie	181
2. Jak si uděláte jednoduchý reostat	181
3. Reostat z odporového drátu	181
4. Jak pomocí elektřiny rozžhavíte drát	182
5. Jak si uděláte elektrickou obloukovou pec	182

E. Chemické účinky elektrického proudu	183
1. Jevy vodivosti v různých druzích kapalin	183
2. Shromažďování plynných produktů elektrolýzy	183
3. Bělící lázeň pomocí elektrolýzy	183
4. Vyzkoušejte elektrolýzu speciálních roztoků	184
5. Činnost jednoduchého oloveného akumulátoru	184
6. Jak si uděláte použitelný akumulátor	184
7. Elektrolytické pokovování niklem a mědí (galvanostegie)	185
8. Jak si pomocí elektrolýzy okopírujete odznak nebo medaili	185
 KAPITOLA XVI. Světlo	187
A. Světlo se šíří přímočaře	187
1. Stopy dráhy	187
2. Pokus s provázkem	187
3. Pokus s kartami	187
4. Kamera s malým otvorem	187
5. Kouřová krabice ke studiu šíření světelných paprsků	187
B. Odraz světla	188
1. Odraz světla v kouřové krabici	188
2. Rozptýlené světlo v kouřové krabici	188
3. Odraz gumového míče	188
4. Odraz na zrcadle	189
5. Odražené světelné svazky paprsků	189
6. Jak si uděláte zaměřovací lavici ke studiu odraženého světla	189
7. Zákony odrazu	189
8. Jak si uděláte válcovou čočku pro světelnou krabici k sledování chodu paprsků	190
9. Jak si uděláte krabici k sledování světelných paprsků	190
10. Zákony odrazu světla pomocí světelné krabice	190
11. Jednoduchý optický kotouč	191
12. Zrcátko na hůlce	191
13. Jak si uděláte model periskopu	191
14. Jak si uděláte kaleidoskop	191
15. Dvojnásobný odraz	191
16. Obrácené písmo	191
17. Kopírování obrázků pomocí odrazu	192
18. Hodiny a zrcadlo	192
19. Peníze pomocí odrazu	192
20. Odraz světla na rovnoběžných zrcadlech	192
21. Odraz světla od dutého zrcadla pomocí světelné krabice	192
22. Odraz světla od vypuklého zrcadla	193
C. Lom světla a jeho použití	193
1. Tyč se zdá být zlomená	193
2. Lom světelného svazku	193
3. Sklenice ke studiu lomu paprsků	193
4. Lom pomocí kouřové krabice	193
5. Mince se objeví pomocí lomu světla	194
6. Jak optický hranol ovlivňuje světelné paprsky	194
7. Jak čočky ovlivňují světelné paprsky	194
8. Jednoduchá čočka ze dna sklenice	194
9. Jak čočky zvětšují	194
10. Jak změříte zvětšení čočky	194
11. Jak vypuklá čočka vytváří obraz předmětu	195
12. Jednoduchý přístroj ke studiu čoček	195
13. Jednoduchý mikroskop	195
14. Mikroskop z vodních kapek	195
15. Model složeného mikroskopu	195
16. Model dalekohledu	196
17. Jak si uděláte čárový zdroj světla	196
18. Vztah mezi obrazem a předmětem u čočky	196
19. Vztah obrazu a předmětu u čočky (bez zdroje světla)	196
20. Mezný úhel	196
21. Mezný úhel pro vodu	197

22. Jiný pokus s mezným úhlem	197
23. Jak pracuje kamera	197
24. Fotografování pomocí kamery s malým otvorem	197
25. Jednoduchá temná komora	198
26. Temná komora se zaostřováním	198
D. Barevná světla	198
1. Jaká je barva slunečního světla	198
2. Skládání spektrálních barev	198
3. Jiný způsob vytvoření spektra	199
4. Studium spektra pomocí světelné krabice	199
5. Jak můžete pozorovat čárové spektrum	199
6. Jak si uděláte duhu	199
7. Duha jiným způsobem	199
8. Barva průhledných předmětů	199
9. Barva neprůsvitných předmětů	200
10. Míchání barevných prášků	200
11. Míchání barevných světél	200
12. Barvy v tenké mýdlové vrstvě	201
13. Barvy v olejové vrstvě	201
14. Barvy pomocí péra	201
15. Jak se mění barvy	201
E. Světelná projekce	201
1. Jak si uděláte projektor na barevné obrázky	201
2. Konstrukce projektoru na diapositiv	202
3. Jednoduchý mikroprojektor	202
 KAPITOLA XVII. Lidské tělo	204
A. Naše smysly	204
1. Čich	204
2. Nejlepší vzdálenost při čtení	204
3. Adaptace oka	204
4. Dokážete nalézt slepou skvrnu?	204
5. Optické klamy	205
6. Pocity doteku	206
7. Vyzkoušejte si pocity tělesné teploty	206
B. Některé orgány lidského těla	206
I. Oko	206
1. Pitva oka	206
2. Jak oční čočka vytváří obraz na sítnici	206
II. Srdce	206
1. Jednoduchý přístroj na poslech tepu srdce	206
2. Zjišťování tepu	207
3. Vliv tělesného cvičení na tep	207
III. Plíce	207
1. Jak pracují plíce	207
2. Objem plic	207
 KAPITOLA XVIII. Pokyny pro učitele	208
1. Čištění skleněného nádobí	208
2. Čištění rtuti	208
3. Sběrání rozlité rtuti a odstraňování vzduchových bublin	208
4. Biologické sbírky	209
5. Botanické vzorky	209
6. Práce s lupou	209
7. Balónky s vodíkem	210
8. Živný roztok pro pěstování rostlin	210
9. Barviva	210
10. Mořská voda	210
11. Vápenná voda	210

12. Roztok lakmusu	210
13. Elektrolyty pro akumulátory	210
14. Indikátorový papírek k určování polarity baterie	211
15. Lázně pro galvanické pokovování	211
16. Chemické stříbření zrcadel	211
17. Papír citlivý na teplo	211
18. Komerční lepidla	211
19. Lepidla, vosky, slitiny	212
20. Izolační materiál pro pokusy z elektrostatiky	212
21. Náhrada okulárového nitkového kříže	213
22. Pájení	213
23. Černý nátěr na tabuli	213
24. „Matná čern“	214
25. Fluorescenční roztok	214
26. Řezání skla	214
27. Hasicí přístroj	215
28. Lékárnička první pomoci	215
29. Šelakový nátěr	215
30. Příprava běžných slitin	215
31. Navinutí spirálové pružiny	215

UNESCO

ZÁKLADY

PŘÍRODNÍCH VĚD

V POKUSECH

Z anglického originálu SOURCE BOOK FOR SCIENCE TEACHING vydaného UNESCO v r. 1967 v Paříži přeložili RNDr. Zdeněk Šimša a RNDr. Vladimír Roskovec a upravili Josef Čech, RNDr. Olga Černá, PhDr. Petr Dostál a RNDr. Vladimír Habětín

Obálku navrhl Petr Míšek
Ilustroval Ing. František Míšek

Vydání 1. — Praha 1971 — Počet stran 232
Odpovědná redaktorka: Olga Holeňová
Výtvarný redaktor: Ctírad Bezděk
Technická redaktorka: Jana Dostálová

Z nové sazby písmem Baskerville vytiskl TISK, knižní výroba, n. p., Brno, závod 1 — Formát papíru 86 × 122 cm
AA 23,75 — VA 25,37 — Tematická skupina a podskupina 02/53 — Náklad 8 000 výtisků

Cena vázaného výtisku Kčs 37,00
508/21, 875

Vydalo Státní pedagogické nakladatelství, n. p., v Praze jako svou publikaci č. 15-0-88

14—352—71 Kčs 37,00

UNESCO
ZÁKLADY
PŘÍRODNÍCH
VĚD
V POKUSECH

Přeložili
Zdeněk Šimša
a Vladimír Roskovec

Státní pedagogické nakladatelství, n. p.
Praha

Úvod k českému vydání

Příručka *Základy přírodních věd v pokusech* je český překlad knihy *Source Book For Science Teaching*, kterou vydalo UNESCO pro potřebu základních škol v jazyce anglickém a francouzském. Příručka brzy získala značnou popularitu, a to nejen v rozvojových zemích, pro něž byla původně určena, ale i v zemích vyspělých. Byla proto vydána v dalších vydáních a jazycích.

V čem spočívá úspěch této příručky?

Původním účelem, který příručka — na jejímž zpracování se podíleli přední vědci z několika zemí — měla splnit, bylo pomoci učitelům základních škol ve vyučování základům přírodních věd jednak poskytnutím instrukcí ke zhotovení jednoduchých pomůcek, přístrojů a vybavení z materiálu, který je všude k dispozici, jednak velmi rozsáhlým souborem pokusů, pozorování a návodů. Tím umožňuje učitelům i v nejnepříznivějších podmínkách uplatňovat didaktické zásady a efektivně učit.

Co znamená efektivně učit, nejen vyučovat?

Má-li být vyučování přírodovědným předmětům účinné, musí být založeno na pozorování a pokusu. V procesu učení nemohou být ani pozorování, ani pokusy nahrazeny ničím jiným. Proto, nemá-li být vyučování základům přírodních věd formální, musí být zaváděny laboratorní formy práce, jejichž podstatou je pozorování a pokus. Je důležité, aby laboratorní formy práce byly zaváděny v přírodovědném vyučování již na nižším stupni. Je třeba ihned, jakmile se žáci začnou seznamovat se základy přírodních věd, umožnit jim, aby ve skupinách i samostatně prováděli jednoduché pokusy a jednoduchá pozorování a aby se také podíleli na přípravě potřeb, materiálu a pomůcek potřebných k vyučování, a to buď ve vyučování ručním pracím, v technických kroužcích, nebo v domácí přípravě na vyučování.

Právě to, že příručka poskytuje mnoho námětů, jak děti zapojit do vyučovacího procesu a poskytnout jim náplň mimoškolní práce, způsobilo, že získala velkou popularitu i ve vyspělých státech se školstvím na vysokém stupni co do vybavenosti pro vyučování přírodovědným předmětům.

Příručka bude velmi cennou pomůckou zejména učitelů přírodovědy na nižším stupni; poskytne mu velký výběr námětů pro aktivní tvořivou práci žáků ve skupinách i pro samostatnou práci žáků, řadu námětů pro soustavné pozorování, výstavky přírodnin, pro zřizování a udržování koutků živé i neživé přírody, pro zřizování a udržování akvárií, inzektárií, vivárií apod. Umožní mu organizovat vyučování tak, aby bylo poutavé, zajímavé a uspokojilo touhu dětí po činnosti a poznání.

I učitelé přírodovědných předmětů na vyšším stupni najdou v příručce řadu nových námětů, postupů a nápadů.

Nejcennější je ovšem to, že příručka poskytuje i dětem návod k samostatné práci, pozorování a experimentování. Umožňuje jim, aby uspokojovaly svou přirozenou touhu „objevovat“, samostatně tvořit a uskutečňovat vlastní nápady. Příručka jim také poradí, jak samostatně hledat odpovědi na přechétné otázky, s kterými se každodenně setkávají a které, i když je občas kladou dospělým, zůstávají bez odpovědi, např.: Jak vane vítr? Proč prší? Z čeho jsou oblaka? Z čeho je kámen? Co dělá zvonek, když zvoní? Jak může elektrina pohybovat tramvají, trolejbusem? Hledání a nacházení odpovědi na tyto a podobné otázky uspokojuje zvědavost dětí, umožňuje jim vnikat do tajů přírody a získat řadu významných zkušeností v práci s materiálem, pomůckami a v pozorování. Proto se příručka

Zpracoval kolektiv pracovníků UNESCO

Přeložili RNDr. Zdeněk Šimša, CSc., a RNDr. Vladimír Roskovec, CSc.

Recenzovali a české vydání upravili Josef Čech, RNDr. Olga Černá, PhDr. Petr Dostál,

RNDr. Vladimír Habětín a RNDr. Jaroslav Vachek, CSc.

Ilustroval Ing. František Míšek

Translation © Státní pedagogické nakladatelství, n. p., 1971

zajisté stane dobrým pomocníkem a rádcem dětí v zájmových, technických a přírodovědných kroužcích, klubech, v různých dětských institucích i přítelem při objevitelské práci ve vlastním koutku doma.

Příručka v žádném případě nenahrazuje učebnici. Technické návody v příručce nejsou podrobné, jsou jen povšechné; to umožňuje uplatnění dětské fantazie i použití různého dostupného materiálu. Cílem nejsou přesné kvantitativní výsledky pokusů, i když mnohé k tomu směřují, nýbrž samostatné plánování a provádění práce, samostatné odstraňování překážek, které se během práce vyskytnou a jež je třeba překonat. Hlavní je dojít k cíli, „objevit“, najít odpověď na problém, otázku, rozlišit, zařadit, určit přírodninu, pořídit sbírku přírodnin apod. a těšit se z vykonané práce, nových zkušeností a z nových poznatků o přírodě.

Příručka obsahuje mnoho účelných námětů, určených pro práci v ručních pracích a pracích v dílnách. Prospěšná bude zajisté spolupráce učitelů těchto předmětů s učiteli přírodovědných předmětů.

Příručka přinese užitek i posluchačům pedagogických fakult. Umožní jim nahlédnout do problematiky, s kterou se zanedlouho setkají. Nemohou očekávat, že všude najdou dobře vybavené sbírky, zejména však nemohou očekávat, že najdou potřebné vybavení pro všechny laboratorní práce a pro frontální práce, nejúčinnější formy vyučování přírodovědným předmětům.

Přeji všem, kteří se s příručkou seznámí, aby jim byla dobrým pomocníkem a poskytla jim radost z vykonané práce a potěšení z nových poznatků.

Brno, březen 1971

Josef Čech

Úvod

Přírodní vědy mají snad všude na světě mezi školními předměty zvláštní postavení. Tato zvláštnost vyplývá z rozmanitosti materiálů a pokusů, které jsou nutné k jejich efektivnímu vyučování. Většinu ostatních předmětů je možno vyučovat, jsou-li k dispozici běžné prostředky, jako je tužka, papír, tabule, učebnice a některé další pomůcky. Bez těchto věcí se sice učitel přírodních věd rovněž neobejde, jsou-li to však jediné prostředky, stane se z přírodních věd předmět nudný a nezábavný.

Má-li být vyučování přírodním vědám efektivní, musí vycházet ze zkušenosti. Je třeba učit přírodním vědám a ne o přírodních vědách. Přírodní vědy jsou tak blízké životu všech chlapců a děvčat, že není nutné jejich studium omezovat na četbu učebnic a poslouchání přednášek. Na každém kroku a v každém prostředí přijdou děti do styku s tím, čemu se učí v přírodních vědách; jsou to např. živé organismy, země, obloha, vzduch a voda, teplo a světlo, gravitace a odstředivá síla. Materiál ke studiu přírodních věd má každý učitel tedy vždy po ruce.

Správné vyučování přírodním vědám musí být založeno na pozorování a pokusu. Provádění pokusů a spojení výuky s pozorováním nelze ničím nahradit, vyžaduje to však speciální zařízení, které v mnoha zemích chybí, zvláště na základních školách. Z toho vyplývají pro vyučování přírodním vědám v těchto oblastech závažné překážky. Často panuje mylný názor, že zavedení laboratorního vyučování vyžaduje i na základním stupni nákladné zařízení. Takové pomůcky jsou pro většinu základních škol cenově nedostupné a v mnoha částech světa jsou zcela nedosažitelné, protože se tam nevyrábějí a jejich dovoz je příliš drahý.

Na konci druhé světové války bylo v mnoha zemích mnoho zničených škol. Když tyto školy obnovily svoji činnost, vznikla naléhavá potřeba vybavit je pro vyučování přírodním vědám, neboť v těchto zemích bylo toto vyučování tradičně založeno na pozorování a pokusu. Aby vyšlo vstříc této potřebě, podpořilo UNESCO vydání knížky nazvané *Pokyny pro učitele přírodních věd v zemích zpustošených válkou* (Suggestions for Science Teachers in Devasted Countries), kterou napsal J. P. Stephenson, profesor přírodních věd na Londýnské městské škole (City of London School), člen výboru Britské královské společnosti pro spolupráci s UNESCO (Royal Society Committee for Cooperation with UNESCO, United Kingdom). Tato knížka se v uvedených oblastech velmi osvědčila. Zároveň však měla ohromný úspěch i v krajinách, kde dříve bylo jen špatné školní vybavení nebo žádné. Tím, že kladla důraz na zhotovování a používání pomůcek z běžných prostředků, vyhovovala velké potřebě v těch zemích, kde si učitelé začínali uvědomovat nutnost jednoduchých pokusů i na nejnižších stupních výuky.

V uplynulých letech vyslalo UNESCO mnoho odborníků pro vyučování přírodním vědám do rozvojových zemí, kde je potřeba výroby a používání jednoduchých školních pomůcek velmi akutní. Tito odborníci měli příležitost využít a vyzkoušet prostředky a pokusy doporučené v Stephensonově knize. Měli rovněž možnost pokračovat v objevování dalších materiálů a vymyšlení nových pokusů, vhodnějších pro oblasti, pro něž původně Stephensonova kniha nebyla určena. Práce těchto odborníků zároveň se Stephensonovou knihou vytvořila dosti rozsáhlý soubor jednoduchých pomůcek a přírodovědných pokusů, které bylo třeba shrnout a popsat v jednom svazku. Tak došlo k vydání těchto Základů přírodních věd v pokusech (UNESCO Source Book for Science Teaching).

Odkazy na prameny použité při shromažďování materiálu k této knize jsou uvedeny na str. 9.

UNESCO nabízí tuto knihu v přesvědčení, že přírodní vědy a vědecká metoda řešení problémů by měly mít významnou úlohu v každé moderní vyučovací soustavě, a doufá, že kniha pomůže učitelům přírodních věd na celém světě v jejich důležitém poslání. Vychází se přitom z názoru, že vyučování přírodním vědám je nejúčinnější tehdy, když učitel společně se žáky řeší různé konkrétní problémy. Důležitou roli přitom hraje vymyšlení pokusů a improvizace jednoduchých zařízení. Proto kniha obsahuje pokyny pro zhotovování mnoha součástí jednoduchých aparatur z materiálů, které jsou obvykle k dispozici v kterékoli oblasti. Je zde také předložen široký výběr přírodovědných pokusů, z nichž si může každý učitel vybrat ty, které považuje za nejvhodnější a nejúčinnější.

Tyto improvizace by v žádném případě neměly být považovány za nouzové prostředky. Pokusy a cvičení v konstrukci aparatur patří k nejlepším tradicím ve vyučování přírodním vědám. Mnozí z velkých přírodovědců používali takovéto improvizované aparatury a na improvizovaném zařízení bylo učiněno mnoho velkých objevů.

Předkládaná kniha si nečiní nároky na úplnost. Vzhledem k množství materiálu bylo obtížné přesně rozhodnout, co vše by v ní mělo být zahrnuto. Doufáme však, že tyto stránky poslouží učitelům i žákům jako vodítko a jako podnět k tomu, aby si v přírodních vědách vymezili vlastní problémy a pak improvizovali (z věcí, které jsou v daném místě k dispozici) nutná zařízení pro konání pokusů.

Prameny

Přírodní vědy jsou univerzální a neznají hranic. Tato velká zásoba lidského vědění byla nasbírána v nepoddajné přírodě lidmi z mnoha zemí. Je tedy naprosto vhodné a správné, že tyto Základy přírodních věd v pokusech jsou kompilací práce zkušených učitelů přírodních věd z mnoha států. Právě předáváním zkušeností se může vyučování přírodním vědám zlepšovat a dostávat kupředu.

Je zcela nemožné ocenit zásluhy všech, kteří přispěli ke vzniku této knihy. Mnoho z obsažené látky má svůj původ skryto hluboko v minulosti a stalo se všeobecným majetkem učitelů přírodních věd kdekoli na světě. Mezi těmi, jejichž přímé přispění umožnilo vznik tohoto svazku, je nutno především jmenovat J. P. Stephensona z Londýnské městské školy. Jemu a jeho spolupracovníkům jsme zavázáni za použití velké části látky z dřívější publikace UNESCO nazvané Pokyny pro učitele přírodních věd v zemích zpustošených válkou (Suggestions for Science Teachers in Devasted Countries). Tato knížka ovlivnila vyučování přírodním vědám po celém světě a je již považována v přírodovědné pedagogické literatuře za klasickou.

Uznání a dík rovněž náleží dr. Glennu Bloughovi z Marylandské university (University of Maryland) a dr. Paulu Blackwoodovi z ministerstva vyučování Spojených států (United States Office of Education, Washington, D. C.) za souhlas k použití částí ze dvou zpráv o vyučování základům přírodních věd, jejichž byli spoluautory; Národnímu svazu učitelů přírodních věd ve Spojených státech (National Science Teachers' Association of the United States), jeho sekretáři Robertu Carletonovi a jejich prostřednictvím Guy Bruceovi z Newarkského pedagogického institutu (Newark Teachers' College) za laskavé svolení, aby bylo použito materiálu z článků nazvaných Dnešní vyučování přírodním vědám (Science Teaching Today); rovněž tak ministerstvu vyučování státu New York (New York State Department of Education), které dalo souhlas k použití látky ze dvou svazků své publikace Příručka základů přírodních věd (The General Science Handbook), svazek I a II.

Od prvního vydání Základů přírodních věd v pokusech v prosinci 1956 jsme dostali mnoho cenných kritik a návrhů a v časopisech po celém světě vyšly recenze. To vedlo v každém dalším vydání k menším změnám. V angličtině vyšla tato kniha jedenáctkrát, ve francouzštině čtyřikrát. Vyšly překlady v sedmi dalších jazycích a čtrnáct překladů se připravuje.

Užitečné návrhy podali dr. F. J. Olsen z pedagogické fakulty university ve Queenslandu v Austrálii (Department of Education, University of Queensland, Australia), bývalý předseda Australského svazu učitelů přírodních věd (Australian Science Teachers' Association); dr. W. Llowarch z pedagogického ústavu Londýnské university (University of London Institut of Education) a dr. V. Risberg, bývalý expert UNESCO pro Filipíny v oboru vyučování přírodním vědám.

Účel díla

Na světě je mnoho míst — a to i v zemích technicky pokročilých — kde jsou školy vybaveny pro vyučování přírodním vědám zcela nedostatečně. Vydáním této knihy chceme podpořit ty snahy o zvýšení úrovně vyučování přírodním vědám ve školách i při výchově učitelů, které chtějí vyučování stále více a více opírat o pozorování a pokusy.

Tato kniha má zejména:

1. pomoci zlepšit výuku metodiky vyučování přírodním vědám na pedagogických fakultách;
2. poskytnout učitelům přírodních věd na základních a středních školách pramen, z něhož by mohli čerpat náměty a pokyny pro provádění pokusů a konstrukci jednoduchých pomůcek;
3. sloužit jako metodická příručka pro různé formy postgraduálního studia učitelů přírodních věd;
4. podat návod k vytvoření sbírky souprav jednoduchých zařízení a přístrojů pro vyučování přírodním vědám;
5. dát náměty pro přírodovědné kroužky a jinou mimoškolní zájmovou činnost;
6. vytvořit takový vzor příručky, který by mohl být snadno přizpůsoben podmínkám vyučování přírodním vědám v jednotlivých zemích a přeložen do národního jazyka.

RÚZNÁ POUŽITÍ KNIHY

Na pedagogických fakultách a institutech

Budoucí učitelé se nemohou učit metodice efektivního vyučování přírodním vědám pouze posloucháním přednášek na vysoké škole; již během svého studia musí přijít do styku s mnohotvárnou problematikou, se kterou se setkají později ve třídě. Vyučování přírodním vědám musí dbát zvláštních zřetelů kromě těch, o nichž se obvykle přednáší v obecné metodice vyučování. Je tomu tak proto, že přírodní vědy mají mezi školními předměty zvláštní postavení dané tím, že používají zvláštní materiály, pomůcky a postupy. Má-li úroveň vyučování přírodním vědám stoupat, je třeba, aby na všech pedagogických fakultách byly ve studijním programu zařazeny takovéto speciální metodické kursy.

Velká část kursu metodiky vyučování přírodním vědám by měla být věnována praktiku nebo laboratorním cvičením, při nichž by mladí učitelé dostávali pokyny pro vymyšlení, navrhování a konstrukci jednoduchých laboratorních zařízení, a to z těch materiálů, které jsou k dispozici v místech, kde budou vyučovat. Pouze takovouto výchovou budou podníceni k tomu, aby svoji výuku založili na pozorování a pokusu.

V tomto praktiku by měli mít budoucí učitelé příležitost sestrojiti si mnohé pomůcky a zařízení pro svoje první učitelské místo. Měli by být též povzbuzováni k tomu, aby začali se sestavováním souprav přístrojů a jednoduchých zařízení pro vyučování přírodním vědám.

Příručka pro učitele přírodních věd

Zdá se, že mnoho učitelů, kteří neměli příležitost studovat přírodní vědy, se bojí jim vyučovat. V mnoha případech tento strach pramení z toho, že nevědí, jak smontovat přístroj nebo jak provádět náročnější pokusy. Tito učitelé najdou v knize pokyny pro zhotovení jednodu-

chých pomůcek i bohatý výběr pokusů téměř ze všech oborů přírodních věd. Takto bude možno výuku zlepšovat a obohacovat.

Tato příručka by také měla probouzet větší zájem žáků o přírodní vědy a udržovat jej. Všechny děti jsou od přirozenosti experimentátory. Jsou zvědavé, proč věci probíhají tím a tím způsobem, a rády si ověřují své představy. I když jsou mimo školu, věnují se vlastně neustále experimentům. Mnozí žáci budou šťastni, když budou moci pomáhat při konstrukci přístrojů a ověřovat si při pokusech různé hypotézy.

Rovněž členové zájmových kroužků mohou spolupracovat při zhotovování mnoha přístrojů a pomůcek navrhovaných v této knize, stejně tak jako při jejich sestavování do souprav, které budou velmi užitečné při pozdějších pokusech. Je-li na škole zavedena dílenská praxe, může si učitel usnadnit práci tím, že zhotovení přírodovědných pomůcek zadá žákům v rámci tohoto předmětu.

Při postgraduálním studiu učitelů

Různé formy postgraduálního studia (letní školy, metodické konference, praktika) jsou na celém světě osvědčenou a rozšířenou metodou vzdělávání učitelů přírodních věd. Pouze prostřednictvím tohoto způsobu studia lze ovlivňovat učitele, kteří již působí na školách, a zlepšovat jejich práci i podmínky jejich činnosti.

Tato kniha může být užitečná jak pro přednášky o metodice vyučování přírodním vědám, tak pro laboratorní praktikum, v němž se učitelé seznámí s jednoduchými postupy při zhotovování improvizovaných přístrojů. Účastníci by pak měli být vyzváni k tomu, aby s těmito metodami seznamovali další učitele.

Náměty pro zájmové přírodovědné kroužky

Vedoucí zájmových přírodovědných kroužků se často setkávají s problémem, jaké hodnotné úkoly a činnost zajistit pro členy kroužku. Mnohé úkoly a pokusy doporučené v této knize jsou vhodné jako témata pro přírodovědné kroužky mládeže všech věkových kategorií.

NÁŘADÍ PRO VÝROBU JEDNODUCHÝCH POMŮCEK

Každá škola, na které se vyučuje přírodním vědám, by měla být vybavena pracovními stoly, na nichž lze vyrábět jednoduché pomůcky. K tomu účelu poslouží i starý stůl. Není-li pro pracovní stůl místo, je možno na školní lavici položit několik vhodně uříznutých prken, aby se horní deska nepoškodila. Prkna lze ještě podložit látkou. Na pracovním stole se může tlouci kladivem i řezat pilou. Vždy je vhodné položit na podlahu dostatečné množství starých novin, zvláště tehdy, když máme pracovat s barvami.

Seznam základního nářadí, které bude při výrobě jednoduchých pomůcek zapotřebí:

kladiva	nůžky na plech	nůžky
šroubováky	kulatý pilník	malý svěrák
štípací kleště	trojhranný pilník	těžká ocelová deska
pilka na dřevo	ploché pilník	smirkové plátno
pilka na kov	kapesní nůž	škrabka
hoblík	měřítko	drátěnka
dláto	nůž na sklo	průbojník
truhlářský kolovrátek	lupenková pilka	pájedlo a pájka
nebozez	otvírač konzerv	klíče na matice

MATERIÁL

Materiál pro výrobu jednoduchých pomůcek bude rozdílný podle místa a podle ročníku. Je však možno doporučit několik základních druhů a uvést místa, kde lze tento materiál získat.

V domácnosti

hrnce různých velikostí
umývadla
čajové a polévkové lžice
šálky a talíře
mělké talíře
hluboké talíře
láhve různých tvarů
a velikostí
plechovky různých velikostí,
s víky i bez nich
sklenice různých tvarů
a velikostí
zahradnické náčiní
nářadí
lahvičky od inkoustu

lékovky
skleněné číše
hřebeny
slámky
mýdlo
staré žárovky
inkoust
drátěná ramínka na šaty
zavařovací láhve
květináče
kolíky na prádlo
měkká kůže ze starých bot
láhve od mléka
dřevěné cívky
staré hodiny

žiletky
elektroinstalační materiál
hudební nástroje
textil různých druhů
kožešiny
noviny
papírové sáčky
použité kartáčky na zuby
korkové podložky pod talíře
šálky z plastických hmot
trubky z hliníku
a z plastických hmot
hliníkové uzávěry lahví
na mléko

V železářství

hřebíky — rozříděné
podle velikosti
nýty — rozříděné
podle velikosti
vruty — rozříděné
podle velikosti
šrouby a matky — rozříděné
podle velikosti
závěsné šrouby s oky
skoby — rozříděné
podle velikosti

pružiny
lanko malého průměru
háčky
plech
kovové tyče
drátěné pletivo
kovové trubky
vodováha
smirkové plátno
kladky
obrtlíky

mosazný, měděný a ocelový
drát
nářadí
listy do pily na kov
nůžky
kovové a dřevěné kuličky
pinzety
vytahovák hřebíků
síto
kladkostroj
zvedák (hever)

V prodejně domácích potřeb

zrcátka, zrcadla na holení
sklenice různých velikostí
teploměry
metla na sněh
vanička

záclonové tyče
petrolejové lampy, cylindry
skleněná stínidla
nálevky kovové a z plastické
hmoty

drátěnka (na nádobí)
pekáč
hliníkové šálky
termosky

V papírnictví

napínáčky
motouzy

lepící páska
inkoust

hliníková fólie (alobal)

V prodejně sportovních potřeb

rybářský vlasec

kompas

V opravě automobilů

vyřazené pneumatiky a duše
ventilky
vyřazené akumulátory
kyselina do akumulátorů
odrazová skla
svíčky
ampérmetr
karburátor
pojistky

reflektory
benzínové čerpadlo
elektromotor
dynamo
ozubená kola
ložiska
péra ze sedadel
magnet z tachometru
čochy z reflektorů

žárovky z reflektorů
nářadí
kovové trubky
drát ze starých cívek
indukční cívka
motor
zpětná zrcátka
použitý olej
plechovky od oleje

V opravě rozhlasových přijímačů

rozhlasové přijímače
drát ze starých cívek
transformátory
elektronky
elektrické přístroje

cívky
transformátorová jádra
kondenzátory
odpory a potenciometry
pájka

plechy
plastické hmoty (ze skříněk
starých přijímačů)

V prodejně potravin

prášek do pečiva
sirup
zápalky
cukr
kuchyňská sůl

masový extrakt (masox)
stolní olej
sádlo
ocet
prkénka z bedniček

lepenkové krabice
dřevěné krabice
plechovky
papírové sáčky

V prodejně stavebního materiálu

azbestové desky
prkna
zámky a kování
izolační materiál
překližka
dřevotřískové desky

lano
barvy
laky
drátěné pletivo
piliny
vápno

cement
cihly
kanalizační trubky
dřevěné tyčky
dřevěné hranoly

V mechanické dílně

ložiska
ozubená kola
ocelové plechy

mosazné plechy
měděné plechy
mosazné a ocelové tyče

kovové piliny
zbytky kovového materiálu

V drogerii nebo v prodejně laboratorních potřeb

agar
želatina
síran měďnatý
(modrá skalice)
síran hořečnatý
(hořká sůl)
minerální olej
sacharin
kyselina solná

kyselina dusičná
kyselina boritá
hydroxid (louh) sodný
dusičnan stříbrný
balíček první pomoci
celofán
gumové hadice
gumové desky a fólie
prášková síra

kysličník manganatý
teploměry
barviva
barvy, laky
fermež
terpentýn
čpavek
jedlá soda
bělicí prášek

šmolka
parafín
včelí vosk
pečetní vosk
škrob
jódová tinktura
úlomky mramoru
lékařská kapátka
skleněné trubky

gumové zátky
korkové zátky
lékovky
pepton
azbestové podložky
houby na mytí
misky a baňky
z chemického skla
zkumavky

lakmusové (indikátorové)
papírky
chlorid draselný
sádra
svíčky
klíč a různá lepidla
knoty do lihových kahanů

U optika

staré fotografické aparáty
brýlové čočky

čočky
lupy

U instalatéra a klempíře

zbytky ocelových a olověných
trubek

staré kohouty
plechy

gumový zvon

V prodejně s elektrotechnickými potřebami

kapesní svítilny (baterky)
baterie a žárovky
do kapesních svítilen
žárovky
izolovaný drát

vypínače
objímky
izolační páska
elektrické měřicí přístroje
elektrické spotřebiče

elektrický zvonek
elektrický bzučák
tlačítka
topná tělíska

V hračkářství

setrvačníky
kuličky
vozičky (vagónky)
pingpongové míčky

mechanické hračky
parní stroj
parní turbína
elektrické hračky

gumové balónky
hudební nástroje (hračky)
gumové míče
hračky z plastických hmot

V opravně jízdních kol

stará kola
dráty do kol
duše

ventilky
ozubené kolo
hustilka

gumové rukojeti z řídítek
svítilna na jízdní kolo

V prodejně textilu a galantérie

látky — hedvábné, bavlněné,
vlněné, lněné
textil ze syntetických vláken

nitě — bavlněné, hedvábné,
režné
jehly různých velikostí

pletací dráty
špendlíky
krejčovská míra

Ve škole

lepenka
sací papíry
inkoust
barevné křídly
guma
spálené žárovky

papír
křída
pojistky
papírové ručníky a ubrousky
tužky
krabičky od křídly

štítky s lepem
pravítka
globus
mapy
gumičky

Různý materiál

lepenka
sací papír (filtrační)
stará hodinová péra
krabice od doutníků

plechovky od cigaret
staré kolečkové brusle
uhlí, dřevné uhlí

telefonní aparáty a sluchátka
tenisové míčky
tabulové sklo

Materiál nasbíraný v přírodě

semena a plody
listy
rostliny

ptačí hnízda
horniny a nerosty
vzorky půd

zkameněliny
hmyz

Pokyny pro vyučování základům přírodních věd¹⁾

A. ZÁKLADY PŘÍRODNÍCH VĚD

Co jsou základy přírodních věd?

Děti v základní škole hledají jednoduché odpovědi na otázky, které obvykle začínají slovy: Co to je? I my začneme touto otázkou. Především je třeba říci, že základy přírodních věd nejsou, jak se kdysi vysvětlovalo, učním o jednotlivých věcech, více či méně náhodně vybraných, jako je kus žuly, staré vosí hnízdo, žalud nebo tulipán. Jejich úkolem není naučit žáky vyjmenovat části těla kobylinky nebo květu či poznat dvacet stromů, dvacet brouků, dvacet květin nebo dvacet jiných věcí.

Čím tedy jsou základy přírodních věd? Jsou studiem problémů, které se vynořují všude, kde děti žijí. Přesněji řečeno, jsou studiem přírodního prostředí, a ne pouze částí chemie, fyziky, biologie, astronomie a geologie, i když jejich obsah s těmito předměty úzce souvisí. Základy přírodních věd se zabývají problémy, které vznikají ve zvědavé dětské mysli zároveň s tím, jak děti den ze dne žijí a rostou. Děti se ptají např.: Proč fouká vítr? Co je mlha? Z čeho je kámen? Co se děje, když zvonek zvoní? Jak může ze semene vyrůst strom? Jak vzniká duha? Každý, kdo někdy pracoval s dětmi na základní škole, ví, že většina z nich má plnou hlavu podobných otázek a že chce znát na ně odpověď. Nuže, hledání odpovědí na takovéto otázky tvoří náplň základů přírodních věd.

Tyto odpovědi však nemusí být příliš odborné. Desetileté dítě nepožaduje vyčerpávající vysvětlení. Ani by mu nerozumělo. Požaduje pouze, aby se mu prostými slovy vyložilo, jak a proč probíhají určité jevy, které kolem sebe denně pozoruje. Není třeba přitom užívat odborných termínů a vzorců, ani zabíhat do velkých podrobností. To vše přijde později; když je dítěti deset let, potřebuje především uspokojit svoji zvědavost.

Dítě chce, aby se jeho obzor rozšiřoval, jeho zájem živil a jeho nadšení podporovalo. Takovéto pojetí základů přírodních věd mu vyhovuje a zaujme ho.

O čem pojednávají základy přírodních věd?

Základy přírodních věd na základní škole pojednávají o všem, co žáky obklopuje. Hovoří se v nich o vzduchu, který děti dýchají, o vodě, kterou pijí, o potravě, kterou jedí: Co je kyslík? Jak se dostávají nerosty do vody? Co jsou vitamíny?

Základy přírodních věd pojednávají o věcech, které děti vidí po cestě do školy: Jak se pohybuje tramvaj pomocí elektřiny? Proč pes vyplazuje jazyk, když těžce oddychuje za horkého počasí? Co způsobuje, že je obloha modrá?

Základy přírodních věd pojednávají o věcech doma: Co způsobuje, že domovní zvonek zvoní? Proč jsou citróny kyselé? Jak ústřední topení vytápí dům?

Základy přírodních věd pojednávají o věcech ve škole: Jak může hasicí přístroj uhasit oheň? Proč vodovod rezaví? Proč musíme být všichni očkovaní?

Základy přírodních věd tedy pojednávají o věcech, které žáky obklopují. Žáci si těchto věcí všimají a pozorují je. Jejich přítomnost

¹⁾ V této kapitole bylo se svolením autorů i vydavatelů použito materiálu ze dvou publikací: Vyučování základům přírodních věd (Teaching Elementary Science), Bulletin 1948, č. 4 a Vyučování přírodním vědám ve školách na venkově a v malých městech (Science Teaching in Rural and Small Town Schools), Bulletin 1949, č. 5 — vydavatel Federal Security Agency, Office of Education, Washington, D. C. Autory těchto publikací jsou dr. Glenn O. Blough a dr. Paul Blackwood.

si uvědomí zřetelněji, když jim trochu pomůžeme. Budou se o ně hlouběji zajímat, když je trochu povzbudíme. Naučí se toho o nich více, budou-li mít učitele, který dokáže těchto věcí využít a svým pedagogickým talentem pomůže dětem lépe znát jejich okolí.

Čemu se lze naučit v základech přírodních věd?

Jednou ze složek, které vytvářejí dobře informovanou osobnost, jsou informace týkající se prostředí, v němž žijeme. To neznamená, že se budete snažit „nahustit“ do svých žáků co nejvíce faktů, kterými by pouze vyplňovali mezery v konverzaci, nýbrž že jim pomůžete získat schopnost pro zevšeobecňování, která jim umožní chápat a vysvětlovat problémy, s nimiž se setkají.

Uvedme příklad: Květiny patří mezi liiovité mají tři kališní lístky, tři květní lístky obvykle podobně zbarvené, šest tyčinek, jeden pestík atd. Desetiletý chlapec může plně a spokojeně žít, aniž se tomu naučí nazpaměť. Ale dejme tomu, že se na základě zkoumání mnoha rostlin a živočichů naučí, že „rostliny a živočichové se dělí na různé skupiny podle určitých charakteristik a že znalost těchto charakteristik umožňuje určit skupinu, k níž daný organismus náleží“. Toto zobecnění mu pak může být užitečné při určování živočichů a rostlin, s nimiž se setká, dovoluje mu studovat jejich chování, určit jejich užitečnost nebo škodlivost atd. K tomuto zobecnění žák dospěl pečlivým studiem, pozorováním a shrnutím mnoha drobných postřehů v jeden významný poznatek. Jedním z úkolů základů přírodních věd je tedy naučit žáky zobecňování, které jim pomůže chápat a vysvětlovat problémy, s nimiž se střetnou ve svém denním životě. Čím více se přiblížíme studiu problémů, které jsou v životě chlapců a děvčat skutečně důležité, tím lépe jsme vystihli náplň základů přírodních věd.

Jsme přesvědčeni, že je možno dětem vštípit ten způsob myšlení, kterým byly získány obecné poznatky v přírodních vědách. Můžeme ho nazývat vědeckou metodou nalézání správné odpovědi. Tato metoda není nikterak nová a pravděpodobně jste jí používali již po léta v aritmetice a v jiných předmětech: spočívá ve vymezení problému, navržení několika hypotéz, shromáždění faktů, vytvoření závěrů a jejich ověření. Tím nemá

být řečeno, že byste u každého problému museli se svými žáky absolvovat všechny tyto etapy.

Vědecká metoda řešení problémů nemusí nutně obsahovat tyto formální kroky. Řekněme, že děti chtějí vědět, proč strelka kompasu míří vždy k severu. Nejprve se přesvědčíte, zda problém formulují tak, že vyjadřuje přesně to, co chtějí děti vědět. Pak žáci navrhnou určitá vysvětlení; některá se zdají přijatelná, některá nikoli.

„Jak zjistíme, který názor je správný?“ zeptáte se. Žáci odpoví: „Přečteme si to v učebnici.“ „Zeptáme se pana učitele fyziky.“ „Provedeme pokus.“ Pak žáci uskuteční své návrhy, objeví vysvětlení a co nepečlivěji si ho ověří; tak problém vyřešili a mohou nyní této znalosti využívat. To byl příklad samozřejmě velmi jednoduchý, který představuje pouze začátek učení této metodě, jejíž správné užívání vede s velkou pravděpodobností k velmi dobrým výsledkům. Jsou-li žáci moudře vedeni, mohou dělat velké pokroky. Neměli by však přicházet do styku s touto metodou příliš brzy. Naučit se problémy přesně řešit vyžaduje dlouhé doby.

Chcete u žáků rozvíjet určitý kritický způsob myšlení. Říkejte jim např.: „Nic se neděje náhodou, všechno má své přirozené příčiny; nebuďte proto pověřiví. Buďte přístupní vůči názorům druhých. Svě závěry považujte za domněnky, pokud si nejste úplně jisti. Hledejte spolehlivé prostředky k jejich ověření. Buďte ochotni změnit svůj názor, když zjistíte, že jste se mylili. Nedělejte ukvapené závěry. Buďte zvědaví na to, jak se věci ve skutečnosti mají, a nespokojte se s neurčitým a nejasným vysvětlením.“ Toto je několik pravidel vědeckého myšlení, které si žáci mohou osvojit při správně vedeném studiu přírodních věd. Opět platí, že čím dříve přijdou žáci do styku s tímto způsobem myšlení, tím lépe.

Chcete rovněž rozšiřovat zájmy chlapců i děvčat. Je zřejmé, že děti jsou přirozeně zvědavé na mnoho věcí okolo sebe. Jelikož však o mnoha věcech vůbec nic nevědí, nemohou se zajímat o všechno. Studium hvězd může otevřít nové oblasti zájmu žákům šesté třídy, přičemž zájem se u některých může stát trvalým. Studium růstu rostlin možná vyvolá zájem o jejich pěstování. Průzkum dětských zálib ukazuje, že se děti zajímají o všechny stránky svého okolí, a ne pouze

o život rostlin a živočichů, jak se kdysi předpokládalo. Přesto však někteří žáci mají zájmy více či méně úzké a je třeba jim pomoci, aby okruh svých zájmů rozšířili. Mnoho celoživotních zájmů má svůj počátek již v prvních letech školní docházky; vědci často říkají, že jejich zaujetí pro přírodní vědy se zrodilo, když byli ještě velmi mladí. Při lepším vyučování základům přírodních věd na základní škole by to mohlo být ještě u většího počtu povolání.

Chcete vést své žáky k tomu, aby správně oceňovali věci kolem sebe a vážili si jich. Jak toho dosáhnout? Přednášky o krásách přírody příliš nepomohou, stejně jako neurčitá vyprávění o krásných motýlech, včelách a květech. Hledáme-li nové způsoby, jak u dětí pěstovat schopnost správného oceňování věcí, zkusme je naučit dívat se kolem sebe, důkladně pozorovat, pečlivě zkoumat a samostatně objevovat, jaké podivuhodné věci existují kolem ve světě. V obyčejném zeleném listu probíhá proces, který člověk ještě nenapodobil. Víme, že surovinami v tomto procesu jsou voda a kyslík uhlíčitý, že je přitom nevyhnutelně nutná zeleně zbarvená látka v listech a že proces neprobíhá bez působení světla. Výsledný proces umíme analyzovat, avšak samotný proces napodobit nedovedeme a ani mu plně nerozumíme. Bez tohoto procesu by však život nemohl existovat. Když se žák učí těmto poznatkům a když se mu pomáhá, aby si uvědomoval jejich význam, roste jeho schopnost správně věci oceňovat, a to zvláště tehdy, učí-li jej nadšený, vzdělaný a vnímavý učitel.

Toto tedy může poskytnout dětem v našich školách studium základů přírodních věd, jestliže si učitelé uvědomují svůj cíl a snaží se jej dosáhnout. Záměry, které zůstávají uloženy v pedagogických příručkách, aniž se uskutečňují, dětem nepomohou. Budou však užitečné, budou-li se jimi řídit jak učitelé, tak žáci. Takové záměry ovlivní volbu látky, metodiku jejího vyučování, program práce, způsob výkladu a všechnu ostatní činnost ve třídě. Všichni učitelé přírodních věd by si měli zapamatovat, že se musí rozhodnout, čeho chtějí při vyučování základům přírodních věd dosáhnout, mít to stále na zřeteli a přesvědčovat se, zda se drží této cesty a jak blízko jsou svému cíli. Především se však tyto cíle musí co nejvíce blížit úmyslům žáků

a žáci musí pomáhat při sestavování plánů k dosažení vytyčených cílů.

Základy přírodních věd a přírodopis

Byla a stále ještě je nejasná otázka, zda se vyučování přírodním vědám v základní škole má říkat elementární základy přírodních věd nebo přírodopis. V některých školách mají výborné učební osnovy; vyučuje se tam základům přírodních věd v nejširším smyslu slova a učitelé směřují k těm nejmodernějším cílům; přesto však stále užívají názvu přírodopis. Na jiných školách se učební předmět nazývá základy přírodních věd, ale myšlenky, s kterými operují, jsou zastaralé a odpovídají původnímu užšímu hledisku přírodopisu. Odtud vyplývá, že název není tak důležitý jako obsah a postupy, jichž se skutečně používá. Dnes považujeme za nejužitečnější ty učební osnovy, které si z přírodopisu vybírají nejlepší myšlenky a ty pak obohacují tím nejlepším, co jsme z moderní vědy poznali v poslední době. Ačkoli název nevystihuje plně rozdíl mezi oběma kursy, očekáváme, že osnovy základů přírodních věd budou mít pravděpodobně širší rozsah a budou těsněji odpovídat moderním potřebám než přírodopis.

Přírodopis zdůrazňuje zkoumání takových objektů, jako je minerál nebo strom, spíše než široký obor otázek týkajících se utváření hornin nebo poměrů v lesním hospodářství. V přírodopisu budeme pravděpodobně klást větší důraz na rozeznávání minerálů a stromů než na konečné využití poznanych skutečností. Pravděpodobně se zde nebudeme zabývat studiem problémů ze života dětí nebo obecných otázek vědy, ale spíše se soustředíme na jednotlivé rostliny a živočichy. Zkušenost však ukazuje, že děti se zajímají o všechno kolem sebe. Z tohoto stručného výčtu vyplývá, že původní myšlenky učebních osnov přírodopisu musí být nahrazovány novými učebními osnovami, které více odpovídají potřebám dětí. Svět, v němž tito hoši a děvčata dnes žijí, se během posledních let značně změnil; musí se proto také změnit učební osnovy.

Z hlavních myšlenek obsažených v osnovách přírodopisu však budeme zdůrazňovat důležitost pozorování okolního života na základě informací „z první ruky“ před informacemi získanými čtením nebo poslechem.

Užitečným vyučovacím prostředkem jsou výlety do přírody, které poukazují na různé druhy rostlin a živočichů, objevují domovy živočichů a jiná místa objasňující vzájemné vztahy mezi živými organismy a odhalují vztahy mezi živými organismy, jejich okolím a jejich schopností přizpůsobit se tomuto okolí. Vycházky do přírody, je-li jich vhodně využito, mohou v mnohém přispět k modernějšímu pojetí učebních osnov. Školy, které jsou umístěny poblíž lesa nebo parku, nebo jsou na venkově, by měly pořádat vycházky do přírody, popř. i jinak využívat těchto zdrojů.

Zkušenosti z táboření jsou dalším zdrojem informací z první ruky a moderní učební osnovy základů přírodních věd by je měly do sebe zahrnout. Jsou to např. zkušenosti s přípravou táboráku, ubytováním, opatřováním čisté pitné vody, získáváním a úpravou potravy a mnohé jiné nutné činnosti.

Máte-li rozhodnout, je-li vaše hledisko v souladu s potřebami žáků, porovnejte je ve vztahu k cílům vytyčeným dříve v tomto článku. Tyto cíle spolu s učebními osnovami určují další cestu. Neodpovídá modernímu pojetí učebních osnov, když strávíte se žáky polovinu času tím, že balíte do staniolu vlašské ořechy a zavěšujete je na vánoční stromek, že lisujete listy, vybarvujete obrázek drozda stěhovavého nebo vystřihujete z papíru sněhové vločky.

Přírodní vědy a učební plán na základních školách

Učební osnovy základů přírodních věd, které by byly bez těsného vztahu k celkovému učebnímu plánu základní školy, nebudou dostatečně efektivní. Bylo by mylné se domnívat, že vyučování základům přírodních věd může být zcela izolováno od celového učebnímu plánu základní školy; naopak tento předmět může podstatně přispět k realizaci cílů základní školy.

Obecné cíle základního školního vzdělání byly mnohokrát proklamovány. Nejdůležitější z nich jsou: pomoci dětem osvojit si ideje, znalosti a zkušenosti potřebné pro to, aby se děti mohly stát dobrými občany. To předpokládá osvojení si základních znalostí čtení, psaní a počítání, jakožto hlavních nástrojů k získávání informací. Navíc to znamená dát žákům možnost porozumět společ-

čenským procesům a problémům, aby jednou jako dospělí občané byli schopni aktivně se podílet na práci pro společnost. Základní škola by měla pomoci dětem rozpoznat a procvičit celou řadu lidských vztahů — spolupráci, výběr vedoucích pracovníků, kolektivní plánování. Měla by zajišťovat podmínky přispívající k fyzickému i duševnímu zdraví dětí a měla by jim také dát informace a návyky, potřebné pro rozvoj těchto vlastností. Měla by pomoci dětem, aby ve svém volném čase dovedly rozvinout zájmy prospěšné pro jejich zdraví.

Cíle výuky základům přírodních věd musí být přizpůsobeny těmto širším požadavkům základního školního vzdělání. Jak budeme přírodním vědám učit, jaká činnost je pro děti nejužitečnější, jak budeme dětem pomáhat plánovat a oceňovat jejich práci — to vše musí být přizpůsobeno těmto širším cílům.

Jak bychom např. měli učit základům přírodních věd, abychom pomohli dětem stát se dobrými občany? Jestliže učitel sám zvolí obsah výuky, vše sám zorganizuje a rozhodne o tom, jakým způsobem bude výuka probíhat, jak se pak mohou děti naučit organizovat, plánovat a vůbec pracovat společně? Shodneme-li se na tom, že jednou z hlavních vlastností občana je schopnost plánovat a spolupracovat s ostatními, pak musíme dětem opatřit hodně možností k společné práci a jejímu plánování. Je zřejmý rozdíl mezi učitelovým správným vedením a pouhým diktováním z katedry. Učitel může udělat první kroky, aby vzbudil zájem a otevřel možné cesty k dalším postupům, pak by však měl být jen pomocníkem. Vzhledem k svým zkušenostem může dělat průvodce, ale budiž chvála tomu učiteli, který se naučil na správném místě mlčet. Děti se naučí občanské odpovědnosti také tím, že budou umět dodržet klid při práci v našem předmětu i při jiné školní činnosti. Dejte tedy při výuce základům přírodních věd dětem možnost společného plánování, společných rozhodnutí, chyb i způsobů, jak je napravit, možnost rozpoznat úspěchy, rozhodnout se pro nové cesty a ocenit výsledky.

Nedávejte dětem odpověď na každou otázku, kterou vám položí. Neposílejte je, aby si přečetly odpověď v nějaké příručce. Ve vědě také získáváme informace tím, že provádíme pokusy, že pozorujeme, že se

ptáme lidí, kteří o tom něco vědí, že čteme, díváme se na filmy atd. Jak mají děti zjistit, kdy lze spoléhat na získané informace a kdy používat vlastních zkušeností? Rozhodnutí jim umožní praktický život a také to, když se samy pokusí o vyplnění svých plánů a po-

rovnají pak efektivnost jednotlivých postupů. Praxí roste schopnost žáků používat prostředků k získávání znalostí — to je však pravda jenom tehdy, když jim pomáháme. Každý studijní předmět může k tomu významně přispívat.

B. UČITEL A VYUČOVÁNÍ ZÁKLADŮM PŘÍRODNÍCH VĚD

Nelze čekat, až všichni učitelé jsou plně vybaveni znalostmi o vyučování přírodním vědám. Nejúspěšnější učitelé přírodních věd na základní škole dospěli k rozhodnutí: „Jsem přesvědčen o nutnosti začlenit do své práce vědecké poznatky, jinak bude mé vyučování neúplné. Neznám mnoho z moderní vědy, ale vím, jak děti učit. Nevadí mi, když se mne děti ptají tak, že jim neumím přesně odpovědět, protože vím, jak jim pomoci, aby si samy našly odpověď.“

Takoví učitelé mají mnoho problémů: musí se seznámit se základními vědeckými fakty, musí je umět předávat druhým, musí si umět opatřit nutné přístroje a jiné materiály. Mají však dvě podstatné vlastnosti: uvědomují si důležitost začlenění vědeckých poznatků do vyučování, a hlavně vědí, jak jim děti naučit.

Mnoho takových učitelů se řídilo následujícími radami:

1. Přístupujte k vyučování přírodním vědám se sebedůvěrou. Vyučování přírodním vědám není nic mimořádného. Neliší se nijak zvlášť od vyučování společenským vědám, jazykům, dějepisu nebo aritmetice, tj. předmětům, s nimiž si většina učitelů snadno poradí, v některých případech je i snazší, protože pojednává o konkrétních věcech, které u mnohých dětí vzbuzují opravdový zájem.

2. Nepočítejte s tím, že budete znát odpovědi na všechny otázky, které k vám děti vynesou. Kdybyste čekali, až tomu tak bude, nikdy byste nezačali učit. V každém případě učitel naučí děti mnoha věcem. Znáte-li děti a víte-li, jak jim pomoci při učení, máte již zajištěnu polovinu úspěchu. Nebojte se učit se současně s dětmi. Ať si samy navrhnou, jak nalézt odpověď na své problémy, vy jim buďte průvodci a současně se s nimi uče. Samozřejmě, že musíte mít jistou zásobu znalostí, nemusíte však být v přírodních vě-

dách specialisty. Několik následujících rad vám pomůže vytvořit si jistý základ znalostí z přírodních věd.

3. Jestliže jste se rozhodli pro některý obor odborného studia, přečtěte si několik základních učebnic, jejichž úroveň odpovídá úrovni vašich žáků. Pak si prostudujte některé dobré učebnice přírodních věd (např. ty, které se používají na středních školách). Zde najdete většinu základních znalostí z přírodních věd, které jsou nezbytně nutné pro vyučování dětí.

4. Proveďte některé pokusy navrhované v těchto knihách; dostanete tak cit pro práci s materiály.

5. Dbejte rad týkajících se výletů, pozorování, pokusů, sbírek atd. uvedených v této knize. Vidět na vlastní oči znamená věřit a cítit současně. Je mnohem snazší probudit zájem např. o městskou čistící stanici, když jste předtím mohli pozorovat její činnost.

6. Promluvejte si s odbornými učiteli přírodovědných předmětů a využijte jejich pomoci. Velmi často vám budou moci poradit s vyučovacími postupy, uspořádáním pokusů, pomohou vám opatřit pomůcky a knihy. Přírodní vědy jsou jejich specializací a tyto učitelé zpravidla mívají řadu užitečných nápadů.

Uvědomte si, že právě to, s čím jste nejméně obeznámeni, vás nejvíce odrazuje; seznamte se proto co nejdůvěrněji s odbornými materiály. Budete-li se řídit těmito radami, můžete si být skoro jisti, že získáte dosti sebedůvěry, abyste mohli dobře učit novému vědnímu oboru.

7. Nevěřte, že jste brzděni nedostatkem materiálu. Děti vám mohou z domovů přinést téměř všechno, co budete k vyučování potřebovat. Další potřeby koupíte v obchodě, půjčíte si z přírodopisného kabinetu vyššího stupně školy, nebo dáte zhotovit dětem. Drahý a složitý přístroj není při vyučování základům přírodních věd k ničemu. Nejen že žáky často mate, ale především odvádí po-

zornost od podstaty studovaných problémů.

8. Nechte žáky experimentovat. Děti se rády učí tímto způsobem. Určete některé lepší žáky ve třídě, aby připravovali vyučovací pomůcky a přístroje.

9. Začněte vyučovat tomu oboru, ve kterém se cítíte nejvíce doma. Tento návrh je poněkud v rozporu s názorem, že studijní problémy by měli určovat žáci sami. Jestliže jste se však během studií zajímali hlouběji o některý obor nebo máte-li nějakého speciálního „koníčka“, měli byste takto získaných znalostí zpočátku použít. Později budete moci snáze brát v úvahu přání svých žáků; ostatně jejich přání budete moci kdykoli začlenit do systému své práce, i když hlavní myšlenka bude pocházet od vás.

C. JAK SE DĚTI UČÍ ZÁKLADŮM PŘÍRODNÍCH VĚD

Děti se učí základům přírodních věd různými způsoby, stejně jako se učí čemukoli jinému. Snáze se učí tomu, o co mají zájem, u čeho vidí, že z toho mohou mít nějaký užitek, je-li vyučování doprovázeno obrázkem, vyžaduje-li nějakou činnost, není-li výklad příliš složitý, ale je dosti složitý, aby musely přemýšlet, a nalézají-li uspokojení, že se dovedly právě to, co chtěly vědět. To však není zvláštností přírodních věd. Stejně to platí pro matematiku, jazyky, dějepis nebo kterýkoli jiný předmět. V každé činnosti vybrané dětmi nebo pro ně určené by toto vše mělo být zahrnuto. Prozkoumejme některé ze způsobů, jak se děti učí základům přírodních věd, a mějme přitom na mysli uvedené zásady.

Pokusy

Pokusy jsou hlavním ze způsobů, kterým se děti učí základům a zobecnění přírodních věd. Měly by být vždy jednoduché. Běžný materiál je často dostatečný a dáváme mu vždy přednost; žáci jsou schopni sami rozhodovat, které pokusy budou dělat — často si z domova přinesou potřebný materiál — a zpravidla je provádějí s nadšením.

Přitom bychom měli brát v úvahu tyto připomínky:

1. Pokusy mají být prováděny tak, aby nutily žáky přemýšlet. Pokus, při němž učitel

10. Využívejte v nejvyšší míře odborné a metodické příručky pro učitele, které doplňují učebnice. Jsou plny dobře prověřených námětů a rad. Mohou vám často velmi posloužit i v případě, že nejsou určeny přímo pro vaši práci.

11. Schovávejte si poznámky o pomůckách, o způsobu vyučování, o svých plánech atd. tak, abyste je mohli kdykoli v budoucnu použít a také abyste je mohli zapůjčit jiným učitelům. Budete-li učit témuž předmětu podruhé, půjde vám to mnohem lépe, zvláště budete-li moci použít tytéž pomůcky.

12. Mluvte s ostatními učiteli o tom, co se jim osvědčilo, a také vy jim ochotně sdělujte své zkušenosti. Taková výměna zkušeností vám často velmi pomůže.

žákům všechno řekne, nedává možnost pro rozvoj intelektu.

2. Žáci si musí plně uvědomovat účel pokusu. Často je užitečné napsat tento účel heslovitě na tabuli. To je zvláště jednoduché, když problematiku pokusu navrhli žáci sami. Například žáci přicházejí do školy jednoho zimního rána, kdy je náledí. Školník posypal schody solí, aby odstranil námrazu. Děti chtějí vědět, jakým způsobem led zmizí a proč. Rozhodnou se uspořádat pokus, který by jim to objasnil. V tomto případě dobře vědí, proč pokus provádějí, a je velmi pravděpodobné, že jej dovedou až do takového stadia, kdy budou z něho moci dělat závěry. Náměty k jiným pokusům mohou získat z učebnice, ale plán jejich provádění by měli vypracovat pokud možno sami.

3. Pečlivý plán je podstatnou částí úspěšného pokusu. Potřebný materiál by podle možností měli opatřit žáci sami. Musí být vypracován přesný postup při pokusu a tento postup se pak musí dodržovat, aby o výsledku nebyly žádné pochybnosti.

4. Podle možností by pokusy měly provádět samy děti. Mohou pracovat samostatně nebo ve skupinách, podle druhu experimentu a množství pomůček, které jsou k dispozici. Pokusy, při nichž se pracuje s ohněm, nebo jsou jinak nebezpečné, rovněž tak i pokusy složitější povahy, pokud se jimi vůbec zabýváme, by měl provádět učitel.

5. Děti často dají samy popud k experimentování, aby si zodpověděly své otázky. Takové pokusy jsou velmi užitečné z každého hlediska. Na rozdíl od domněnky mnoha učitelů nemusí být pokusy vždy komplikované, ani nemusí být předepsány v učebnici.

6. Pokusy by se měly provádět pečlivě a podle pokynů uvedených v knihách nebo dohodnutých ve třídě.

7. Žáci mají kriticky sledovat, co se skutečně při pokusu děje, aby se pak na výsledky svého pozorování mohli spolehnout. Například předpokládejme, že se žáci pokoušejí zjistit, zda se z listů vypařuje voda. Uspořádají pokus tak, že zakryjí rostlinu skleněnou nádobou a oddělí půdu od vzdušného prostoru nádoby. Příští den ráno uvidí na vnitřní stěně skleněné nádoby kapky vody. Děti ihned rozhodnou, že našly odpověď na daný problém. Mohou však dokázat, že vodní kapky nepocházejí ze vzduchu ve skleněné nádobě? Nemohou. Předpokládejme však, že si děti současně připraví druhou sestavu, stejnou jako první — květináč, skleněnou nádobu, půdu atd., ale bez rostliny. Obě sestavy dají vedle sebe a pozorují je. Objeví-li se tentokrát voda v nádobě s rostlinou, a nikoli v nádobě bez rostliny, musí nutně vodní kapky pocházet z listů rostliny. Takovéto kontrolní pokusy jsou důležité, mají-li děti v tuto činnost získat plnou důvěru. V této souvislosti je podstatné zdůraznit, že pokus by se měl několikrát opakovat, než se na jeho základě budou dělat závěry (viz také bod 9).

8. V základní škole je užítí jednoduchého přístroje mnohem vhodnější než používání složitějšího zařízení. Jak jsme již dříve zdůraznili, značně komplikované zařízení často odvádí pozornost od skutečné podstaty pokusu.

9. Při formulování závěrů z pokusů by žáci měli postupovat velmi opatrně. Jediný pokus ještě nic nedokazuje. Dokud nezískají další důkazy — ať z dalších experimentů, nebo z literatury — musí pokládat své výsledky za předběžné. Závěry musí být formulovány přesně a úplně.

10. Z pokusů je třeba vyvodit co nejvíce závěrů pro řešení problémů každodenního života. Je to těžký úkol, ale je to jeden z nejdůležitějších důvodů pro studium přírodních věd. Pokus je pouze prvním krokem, kterého musíme důkladně využít. Např. po skončení pokusu s rezavěním železa mohou

se žáci zajímat o to, jak zabránit rezavění různých věcí. Můžeme provést pokus, kdy se mokrá hřebík porovná se stejně mokrou hřebíkem, ale pokrytým vrstvou laku. Žáci si všimnou, že holý hřebík začne brzy rezavět, zatímco nalakovaný se nezmění. Jak využijete tohoto závěru v praktickém životě? Ve škole? Doma? Na cestě do školy a kdekoli jinde? V tomto pokusu byla určitá myšlenka převedena do skutečnosti, a tím se zdůraznila její důležitost a užitečnost.

Pomáhat dětem, aby se učily pomocí vlastních pokusů, není tak těžké. Žáci by si měli uvědomit, že dělají pokusy ne proto, aby objevili nějakou novou věc, jak to dělají vědci, ale proto, aby poznali vědecké principy.

Čtení

Čtení se pokládá za jeden z neefektivnějších způsobů, jakým se děti dovídají vědecké poznatky. Bohužel někdy se vyučování základům přírodních věd zúží na pouhé čtení bez jakékoli další činnosti. Na druhé straně však je čtení jednou z cest, jak se učíme přírodním vědám, a má-li být tato cesta efektivní, zasluhuje uvážlivé plánování. Musíme mít především k dispozici odborné knihy odpovídající úrovni žáků ve třídě a dále musíme zajistit odborné vedení žáků.

Přitom jsou důležité následující úvahy.

1. Při hodinách základů přírodních věd se děti nejlépe naučí rozlišovat, co v jejich četbě byla skutečnost a co fantazie. Jinak řečeno, měly by dospět k názoru, že některé knihy jsou psány pouze pro zábavu, zatímco jiné jsou zdrojem poznatků. Měly by hodnotit kriticky to, co čtou. Měly by se naučit kriticky posuzovat závěry z četby; jsou-li v knize odkazy na původní odborné práce, neznamená to ještě, že obsah knihy je naprosto přesný. Nalezne-li žák chybu v tištěném textu, může to být pro něho významná zkušenost, neboť ne všechno, co je natištěné, musí být správné.

2. Žák by měl číst s určitým cílem, např. zkontrolovat si některé závěry, dovědět se nové informace, zjistit, jakým způsobem provádět pokus, najít odpověď na nějakou otázku nebo vyřešit nějaký problém.

3. Ke studiu nějaké otázky by mělo být k dispozici vždy několik písemných zdrojů. Získáte tak více informací a seznámíte se s více hledisky.

4. Často je nutné, aby se žáci pokusili o jednoduchý „výzkum“ samostatnou četbou. V tomto případě je důležité, aby si pečlivě dělali poznámky a aby pak ve třídě sdělili spolužákům své poznatky.

5. Žáci by měli číst vhodné odborné texty. Za to je odpovědný především učitel, ale děti by při tom měly také pomáhat. Písemný materiál, který je příliš těžký nebo příliš lehký nebo není vhodný, protože neodpovídá na kladené otázky, děti odrazuje. Žáci, kteří se pomalu učí nebo mají potíže se čtením, vyžadují při výběru odborných textů zvláštní pozornost.

Rozvoj čtenářských schopností dětí může jít ruku v ruce s poznáváním nových poznatků. Četba odborné literatury však není jedinou cestou, jak se učit základům přírodních věd. Přeceňovat tento druh výchovy by znamenalo opomíjet některé ze základních cílů výuky přírodních vědám.

Mají-li se chlapci a děvčata naučit základům přírodních věd, najít v nich potěšení a použít jich ve svém životě, musí učivo opustit stránky knih a začlenit se přístupným způsobem do každodenní praxe. Učebnice bude výborným průvodcem. Problémy předloží žáci i učitel, o způsobu řešení rozhodne celá skupina. Tímto způsobem se četba může stát neobyčejně účinnou metodou.

Pozorování

Pozorování je další důležitý činitel při vyučování přírodních vědám. Pomocí svých smyslů získávají děti zkušenost o mnoha věcech. Uvědomění si struktury látek, pocit tepla z drátu připojeného k elektrické baterii, pozorování oblaků nebo změny délek stínů, naslouchání ptákům a řada dalších podobných činností — to vše má důležitou roli při práci dětí a umožňuje mnohem živější vyučování.

Pozorováním děti určují charakteristické vlastnosti věcí, změny při růstu rostlin, chování živočichů, výsledky svých pokusů; musí se však učit pozorovat stále přesněji a výsledky svých pozorování pečlivě předávat druhým.

Schopnost přesně pozorovat a správně výsledky pozorování předávat je velmi důležitá. Bez této schopnosti nemají pokusy žádnou cenu; bez ní nemají cenu ani vycházky do přírody, ani názorné pomůcky.

Mnohému se lze naučit z nejbližšího okolí při každodenním životě, jestliže se vycvičíme v pečlivém pozorování. Ti žáci, kteří si osvojí tuto učební metodu již během svých školních let, budou mít později vůči ostatním velkou výhodu.

Vycházky

Důležitou součástí přírodovědného vzdělání jsou odborné vycházky, umožňující rozřešit nějaký problém nebo získat nové informace. Učitelé často pořádají vycházky do parku, do zoologické zahrady, do telefonní ústředny, na pilu, letiště, do vodárenské čisticí stanice, na pole a na další podobná místa v okolí školy. Nejsou-li však tyto vycházky dobře a cílevědomě připraveny, mohou se stát utrpením pro učitele, pouhým oddechovým výletem pro žáky a narušením dobrých vztahů školy a veřejnosti.

Děti by měly odcházet na vycházku s přesně formulovaným cílem, aby hledaly odpověď na takové otázky, které se nejlépe vyřeší bezprostředním pozorováním. Měly by znát předmět pozorování a osoba, která jim dělá průvodce, by se měla předem seznámit s tím, co mají děti uvidět a čemu se mají naučit. Učitel by měl místo vycházky prohlédnout předem a pohovořit si s průvodcem. Rovněž by měl průvodci pomáhat udržet děti pohromadě a využívat všech příležitostí k tomu, aby dětem co nejvíce ukázal a zodpověděl jim všechny jejich dotazy.

Exkurze a vycházky by měly být důležitou součástí vyučování, a ne pouze vyplněním času. Mohou mít neocenitelnou hodnotu při výuce přírodních vědám, ale mohou se také stát pouhou ztrátou času. Na přípravu vycházek a jejich hodnocení by se mělo věnovat více času než na vlastní vycházky.

Vizuální pomůcky

Žáci se mohou jednoduchým způsobem začít seznamovat s přírodními jevy pozorováním obrazových materiálů, filmů apod. Už se mnoho hovořilo o tom, že právě na základních školách by se v hodinách základů přírodních věd měly hodně využívat vizuální pomůcky. Vyučování přírodních vědám je neúplné, nevyužijeme-li všechny dnes dostupné pomůcky; záleží však také na tom,

jak se tyto pomůcky použijí. Naučné filmy a diapozitivy jsou v současné době jen některé z mnoha vizuálních pomůcek; jsou i jiné, stejně důležité.

Používáte-li filmy nebo diapozitivy, zapamatujte si několik důležitých rad.

1. Výběr filmu je stejně důležitý jako výběr dobré knihy. Filmy určené pro starší žáky jsou zpravidla bezcenné pro žáky v základní škole. Měly by se vybírat filmy, které pojednávají přímo o studovaném problému a které jsou speciálně připraveny pro takovou úroveň žáků, kterým se mají promítat.

2. Filmy by měl předem zhlédnout učitel s několika žáky; společně by pak měli určit vhodnost filmů a připravit jejich nejlepší využití. Předběžné promítání filmu pomůže učiteli určit účel filmu a dobu jeho promítání — na začátku, uprostřed nebo na konci vyučovací hodiny, popř. i několikrát za sebou.

3. Žáci by se měli na film předem připravit. Měli by vědět, co mají ve filmu hledat a proč se vůbec na film dívají.

4. Diskuse, která následuje po promítnutí filmu, je velmi důležitá. Během ní se žáci mohou dotazovat, objasňovat si hlavní myšlenky a vyžadovat další vysvětlení.

5. Je třeba žákům zdůraznit, že filmy se nepromítají pro zábavu, ale pro poučení.

Musíme si uvědomit, že filmy a diapozitivy tvoří jen jeden druh vizuálních pomůcek, používaných při výuce přírodních vědám na základní škole. Často se přehlíží možnost použít obrázky z různých časopisů a jiných podobných zdrojů. V mnoha školách učitelé, žáci i jejich rodiče shromáždili výtečné obra-

zové sbírky k vyučování. Jsou to např. sbírky obrazů objasňujících, jak zvířata rostou, jak se přizpůsobují svému okolí, v kterých místech žijí a čím se živí. Jiným příkladem jsou sbírky ukazující využití elektriny, strojů, optických čoček, různých druhů energie atd. Musíme však mít na paměti, že každá z těchto sbírek by měla ilustrovat nějakou důležitou myšlenku a ne být pouhou sbírkou obrazů.

Často se také používají různé modely. Známe však mnoho případů, kdy je práce s modely na základní škole naprostou ztrátou času. Například výroba voskového modelu jednotlivých částí květiny není na základní škole mnoho užitečná, neboť detailní znalost stavby okvěti neodpovídá úrovni žáků. Na druhé straně dosti obtížný pojem sluneční soustavy mohou žáci mnohem snáze pochopit pomocí vhodného modelu této soustavy. Umožní jim udělat si úsudek o poměrných velikostech planet, jejich vzájemných vzdálenostech, získat lepší představu o rozměrech a odlehlosti vesmírného prostoru — tj. o pojmech, kterými se začínají zabývat. Vždy však musíme pečlivě uvážit účelnost výroby nějakého modelu nebo instruktivní pomůcky.

Existuje mnoho činností, kterými se žáci učí přírodním vědám. Např. konstrukce modelů meteorologických přístrojů nebo vyvažování různých figurek jsou vhodnou činností, která rozvíjí inteligenci dětí. Výběr vhodné činnosti závisí na konečném cíli. Nechtě je to však vždy činnost, která zvyšuje pochopení, zájem a soudnost. Měla by učinit odborný pojem nebo ideu více ilustrativní, více zajímavou a dát žákům možnost aktivně se jí účastnit nejen myšlenkově, ale i manuálně.

D. PRAMENY PRO VYUČOVÁNÍ ZÁKLADŮM PŘÍRODNÍCH VĚD

Neustále se zdůrazňuje, aby učitelé používali těch pramenů, které jsou k dispozici v nejbližším okolí, čímž se vyučování stane živější a pro chlapce a děvčata významnější. Nevhodné metody vyučování velmi často způsobí, že věci z našeho okolí se zdají cizí a vzdálené jen proto, že se o nich mluví bez vztahu ke každodenní zkušenosti dětí. Seznam všech možných pramenů v různých oblastech venkova by byl bez konce a nejnajdou se dvě různé oblasti, které by měly stejné možnosti.

Různé typy pramenů, které jsou zde navrhovány, mohou mít alespoň trojí různé využití: inspirují pozorující žáky k většmu počtu otázek; jsou zdrojem znalostí pro odpovědi na položené otázky; přibližují více odborné pojmy realitě.

Prameny

Na následujících stránkách jsou uvedeny některé typické příklady místních pramenů a návrhy na jejich využití.

1. Pískovna nebo lom umožňují studovat, jak se v jednotlivých etapách měnil zemský povrch, jak člověk využívá materiálů Země, jak z pozorování různých geologických vrstev mohou vědci usuzovat na stáří Země a na změny jejího podnebí, jaké stroje se navrhnou a jak slouží člověku, jak se z nalezených zbytků dá usuzovat na život zvířat v dávné minulosti.

Využití tohoto zdroje: na výletě pozorujte a sbírejte různé materiály; požádejte některého zaměstnance, aby vám vypravoval podrobněji o tomto místě, jak se těžený materiál využívá, jaká jsou zabezpečovací zařízení atd.

2. Blízký les umožňuje studovat změny, které nastávají u zvířat a rostlin během ročních období; změny v jejich chování; místa, kde žijí; jak fauna a flóra na sobě vzájemně závisí; jak fyzikální podmínky, jako je vlhkost, teplota a množství slunečního svitu, ovlivňují živé organismy; výskyt škodlivých a užitečných živočichů a rostlin; rozmanité divy přírody; různé fáze zachování přírodních jedinců.

Využití tohoto zdroje: na výletě pozorujte a sbírejte různé materiály; přineste některé vybrané vzorky do třídy.

3. Spálená oblast (okraj silnice, pole, mýtina) umožňuje zkoumat vliv ohně na rostliny a živočichy; studovat příčiny požárů; vypěstovat v žácích zájem o prevenci požárů; naučit žáky, jak zabránit šíření požáru; studovat, jak se v takových oblastech znovu po určité době objevuje život; po určitou dobu pozorováním zjišťovat, jak dlouho trvá, než se taková oblast znovu dostane do původního stavu; studovat vlivy eroze ve vyhořelé oblasti.

Možné využití: navštivte takovou oblast a všimněte si následků požáru; sbírejte a studujte materiály zničené požárem.

4. Pole v blízkosti školy umožňuje nacházet důkazy o erozivní činnosti, pozorovat, jak začíná, a zkoumat, jak se jí dá zabránit; všimnout si různých schopností rostlin přizpůsobit se svému okolí — např. tvarem a uspořádáním listů, délkou a rozložením kořenů, pozorovat různé druhy hmyzu, jak se přizpůsobují svému prostředí, jejich užitečnost nebo škodlivost; jak se škodlivý hmyz dá ničit; pozorovat (je-li pole obděláno) jak se rostlinám zabezpečuje dostatek vláhy; všimnout si různé vlhkosti ve výše a níže položených

částech pole; zjišťovat, jak se na vlhkých místech vegetace liší.

Možné využití: pozorujte polní rostliny; vykopejte některé z nich a vezměte je s sebou do školy pro další studium; sbírejte hmyz, abyste jej mohli blíže prozkoumat; požádejte některého odborníka, aby ve třídě promluvil o boji proti hmyzu a pleveli.

5. Staveniště novostavby dává možnost prohlédnout si, jak se provádí elektrická instalace; seznámit se s izolací budovy; pozorovat použití různých druhů materiálů; prozkoumat vzorky půdy vykopané ze základů budovy a porovnat je s půdou ze zahrady; poučit se, jak se odvádí odpadní voda.

Možné využití: sbírejte studijní vzorky stavebních materiálů — elektrické dráty s různými druhy izolace, strusku a jiné izolační materiály, vzorky půdy atd.; mluvte s dělníky, kteří natahují elektrické dráty, s instalatéry a dalšími řemeslníky vykonávajícími podobné práce; pozorujte postup při umístění a vyhloubení jámy; prozkoumejte instalaci odpadního potrubí a umístění žumpy; je-li záchod umístěn mimo dům, zjistěte jeho polohu vůči zdroji pitné vody a odůvodněte, proč bylo toto umístění vybráno.

6. Pila umožňuje poznávat, jak se stromy třídí k dalšímu zpracování; jak se chrání mladé stromky; rozeznávat, které druhy stromů patří mezi nejhodnotnější a proč; pozorovat využití strojů, přípravu a využití stavebního dříví; studovat změny v životě živočichů a rostlin, když v nějaké oblasti byl vykácen les.

Možné využití: navštivte pilu a pozorujte pracovní postupy; přineste si vzorky dřeva s letokruhy; uspořádejte výlet do lesa a všimněte si, jakým způsobem se prořezávají stromy; prohlédněte si různé pracovní stroje a pozorujte, jak pomáhají dělníkům.

7. Statek umožňuje seznámit se s různými způsoby ochrany a uskladnění potravin; poznat péči o domácí zvířata, o pěstování zeleniny a květin; pozorovat využívání strojů při domácích pracích, na poli, ve stodole, na zahradě, v ovocném sadu; všimnout si, jak se budovy a nádvoří chrání před vznikem požárů a jak se zabraňuje přírodním katastrofám.

Možné využití: navštivte statek a všimněte si, jak se zde při práci používá poznatků; žáci pak podávají příklady odborných po-

znatků a jejich použití, jak je pozorovali doma.

8. Zeleninová a květinová zahrada umožňuje prostudovat, jakým způsobem dostávají rostliny dostatek světla, vláhy a ostatních faktorů umožňujících jejich růst; zjišťovat, jak se připravuje půda pro setbu, jak se přesazují rostliny a jak se sejí semena; pozorovat, jak se rostliny opylují a kříží a jak semena vyklíčí a začnou růst; studovat, které druhy půdy se hodí pro pěstování kterých druhů rostlin a jakým způsobem se provádějí zkoušky půdy; pozorovat, jak rostliny shromažďují zásoby a jak se během roku mění.

Možné využití: pozorujte rostliny a způsoby jejich pěstování; udělejte si sbírku semen a plodů, která by ukazovala různé způsoby jejich rozšiřování; nechte ve třídě klíčit semena a seznamujte se s jejich růstem; provádějte pokusy s růstem rostlin a sledujte vliv světla, tepla a vlhkosti na rychlost růstu; podle možnosti si zaříďte školní zahrádku a studujte růst rostlin.

9. Včelín umožňuje pozorovat, jaká péče se věnuje včelám, jakým způsobem se stavějí úly a jak se připravují na chladné počasí, co se děje, když se včely rojí, jak se dají bezpečně přenášet a jak jsou lidem užitečné; pozorovat včely při práci a způsob jejich života uvnitř úlu; všimnout si hmyzu užitečného pro lidi a žijícího ve velkých skupinách.

Možné využití: navštivte včelín a pozorujte život v něm; požádejte včelaře, aby vás s včelami a jejich způsobem života blíže seznámil; pozorujte mrtvou včelu pod lupou nebo pod mikroskopem.

10. Strom na školním dvoře umožňuje pozorovat změny během ročních období, uspořádání listů, pučení a růst pupat; pozorovat život ptáků a stavbu hnízd a všimnout si jejich užitečnosti.

Možné využití: pozorujte strom v různých časových obdobích a o svých pozorováních pak diskutujte; uřízněte malé větvičky a blíže je prostudujte.

11. Ovocný sad umožňuje studovat, jak se stromy přesazují, postříkují a prořezávají; pozorovat vztah rostlin a užitečného (včely), škodlivého (mšice, červi) a jiného hmyzu; zjišťovat, jak si lidé opatřují pomocí rostlin potravu; pozorovat vliv náhlých změn teploty nebo jiných povětrnostních podmínek na růst rostlin.

Možné využití: navštivte ovocný sad v různých ročních dobách a pozorujte ovocné

stromy; označte si některé květy a všimněte si, co se s nimi děje při dalším vývoji; sbírejte a studujte různé druhy hmyzu a ovoce napažené tímto hmyzem.

12. Potok nebo rybník umožňuje pozorovat různé druhy rostlinstva a přizpůsobení lodyh, kořenů, listů, květů a plodů vlhkému prostředí; studovat, jak se živočichové přizpůsobují životu ve vodě nebo v její blízkosti a srovnávat je s živočichy suchozemskými; pozorovat, jak se tyto živočichové a rostliny mění během ročních období, jak živočichové získávají potravu a jak si budují své domovy.

Možné využití: u potoka nebo u rybníka si všimněte aplikací naznačených poznatků; sbírejte vzorky rostlin a živočichů pro další studium.

13. Okraj silnice umožňuje pozorovat, jak zvířata stavějí svá doupata, opatřují si potravu a pečují o svá mláďata; studovat různé formy rostlinného života, jak se přizpůsobuje svému okolí, způsoby rozšiřování semen a změny vznikající v důsledku nedostatku nebo nadbytku vláhy; všimnout si vztahů mezi rostlinami a živočichy (např. mezi rostlinami a hmyzem); studovat příklady erozivní činnosti a její prevenci. Zařezává-li se silnice do svahu, mohou žáci dobře pozorovat rozdíl mezi ornici a podložím, hloubku ornice, a tak lépe pochopit význam ochrany orné půdy před odnášením vodou.

Možné využití: navštivte takové místo a všimněte si výše uvedených příkladů; vezměte si s sebou vzorky ornice a podloží a pokuste se v nich vypěstovat nějaké rostliny — pozorujte výsledek; sbírejte vzorky rozptýlených semen.

14. Místní obyvatelstvo. Ve vašem okolí je řada lidí, kteří vám mohou pomoci. Například mnoho rodičů jistě hodně cestovalo; někteří mají zkušenosti s živočišnou výrobou nebo s domácím hospodářstvím, jiní jsou zručnými lovci nebo rybáři. Téměř v každé osadě najdete elektrikáře nebo mechanika. Dospělí lidé zpravidla rádi pomohou školním dětem řešit jejich problémy a tato praxe, při níž dospělí se zapojí do školního vyučování, může být prospěšná oběma stranám.

Použití těchto pramenů

Hodnota kteréhokoli z uvedených pramenů záleží na tom, jak obratně se pramen využije. Každý by měl sledovat určitý cíl:

pomoci rozřešit nějaký problém, ozřejmit některý z vědeckých principů, zvýšit ocenění užitečnosti a krásy vědy apod. Při přípravě výletu by učitel i žáci měli mít stále na očích přesně definovaný problém. Učitel s malou skupinou žáků by měli napřed navštívit určené místo, aby rozhodli o jeho vhodnosti a přístupnosti.

Plánují-li žáci informační schůzku s některým dospělým občanem, zjistěte si předem, zda občané chápou smysl této schůzky a zda dokážou problém jednoduše vysvětlit, aby jejich vysvětlení žáci porozuměli.

Závěrečné diskuse o sebraném materiálu

E. VYBAVENÍ PRO VYUČOVÁNÍ PŘÍRODNÍM VĚDÁM

Jen málo škol, ať ve městech nebo na venkově, má samostatnou místnost pro vyučování přírodním vědám. Je-li vyučování tomuto předmětu pouze částí celkového vyučování, učí se zpravidla v normální třídě. Přírodní vědy se však poněkud liší od ostatních předmětů v tom, že se děti učí dosti efektivně jen tak, že napřed získají určitou osobní zkušenost. Nestačí se naučit přírodním vědám jen poslechem nebo čtením. Mají-li být znalosti dětí trvalé, musí se děti samy zúčastnit pozorování a pokusů.

Musí-li děti provádět své pokusy a pozorování v normálních třídách, je nutno vyřešit některé problémy s tím spojené. V následujícím odstavci předložíme několik návrhů umožňujících učitelům, aby si do třídy opatřili takové vybavení, které učiní vyučování přírodním vědám zajímavějším.

Uspořádání koutku přírody ve třídě

Vyčleňte ve třídě místo pro koutek přírody. Podle velikosti umístěte v koutku jeden nebo dva stoly, které budou děti používat na pokusy a na výstavy zajímavých objektů. Požádejte školníka, aby vám pomohl vyrobit pod stoly poličky, na něž budete ukládat různé potřeby, zásobní materiály a přístroje. Požadujte, aby žáci přinášeli do školy vhodné materiály, které by se daly v koutku vystavovat. Někteří učitelé organizují z přinesených předmětů soutěž nazvanou „nejlepší přírodní

by měly být pečlivě naplánovány. Při řešení daného problému by se mělo pracovat se spolehlivými údaji a doporučuje se také zapisovat všechny nalezené skutečnosti.

Mnoho škol doposud plně nevyužívalo možností, které jim nabízejí místní zdroje. Možná, že přehlízíme mnoho obyčejných věcí kolem sebe. Úroveň vyučování přírodním vědám na venkovských školách nezávisí nutně na drahém vybavení. Nejlepší úroveň vyučování je tam, kde žáci a učitelé si uvědomují, že žijí ve světě ovládaném vědeckými zákony a že pomůcky k vyučování mají na dosah ruky.

exponát týdne“, při které žáci hlasováním rozhodují o vítězi.

Koutek přírody má být místem neustálé činnosti a změny. Předměty, které děti přinesou, by se nikdy neměly vystavovat tak dlouho, až zájem o ně zcela poklesne.

Uspořádání akvária

Akvária vždy přitahují zájem dětí a vždy se v nich dá pozorovat mnoho důležitých přírodovědných jevů. Pokyny pro uspořádání a ošetřování akvárií najdete na str. 53.

Sestavení meteorologické stanice

V kapitole VIII jsou popsány jednoduché meteorologické přístroje. Dají se vyrobit z materiálů, které jsou téměř všude dostupné. Pozorování změn počasí ze dne na den je významným zdrojem zájmu a může tvořit základ pro užitečné vyučovací hodiny.

Nástěnka

Budete-li děti podporovat, budou do školy neustále přinášet zajímavé výstřižky z novin a časopisů. Tyto výstřižky můžete vyvěšovat na nástěnce. Kromě toho tam lze umístit různé kresby, popř. další věci zhotovené při vyučování. Nejlepší místo pro tuto nástěnku je nad pracovními stoly koutku přírody. Nástěnku si zhotovíte z měkkého dřeva nebo z hobry.

Pěstování rostlin

Malé květináče umístěné na okně, kde je hodně světla, poskytnou dostatek místa pro pěstování semen a malých rostlin. Je-li třeba při některých pokusech více prostoru, opatřete si velké dřevěné krabice, nebo si je vyrobte ze starých lísek na ovoce.

Muzeální vitrína

Vzbudíte-li v dětech zájem, stanou se určitě horlivými sběrateli. Některé věci, které děti přinesly, by měly trvale zůstat ve škole. Abyste podpořili takovou činnost, uspořádejte ve škole muzeální vitrínu, kde se budou vystavovat jednotlivé přírodovědné exponáty i celé sbírky.

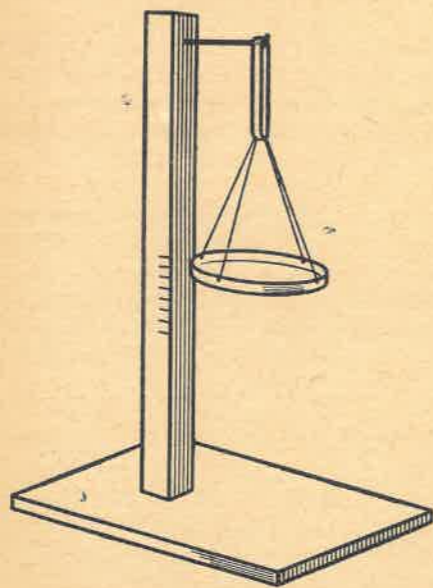
Jak si zhotovíme některé pomůcky

Má-li být vyučování základům přírodních věd založeno na pokusech a pozorování, je třeba řada vhodných pomůcek a potřeb; kahany, trojnožky, láhve, akvária, sítky atd. jsou při výuce téměř nepostradatelné. Tato kapitola obsahuje pokyny pro výrobu pomůcek, které se často používají.

A. VÁHY

1. Jednoduché „pružinové“ váhy

Do víka od plechovky prorazte hřebíkem čtyři otvory tak, aby byly rozmístěny pravidelně po obvodu. Těmito otvory provlékněte kousky provázku nebo silonové nitě a svažte je dohromady tak, aby uzel byl uvnitř gumového kroužku ustríženého z duše jízdního kola (gumové kroužky — gumičky — se běžně prodávají v papírnictví). Gumový kroužek zavěste na hřebík na stojánku a spodní okraj misky vyznačte na stojánku ryskou. Další rysky (cejchování vah) proveďte pomocí závaží ze sady.



30

Můžete si zhotovit i vlastní sadu závaží z lékovek naplněných pískem. Vážení lékovek s pískem proveďte podle stupnice na sloupku pružinových vah. Nezapomeňte vyznačit na lékovkách hmotnost, tj. počet gramů závaží, které lékovka naplněná pískem nahrazuje.

2. Příruční pružinové váhy — siloměr

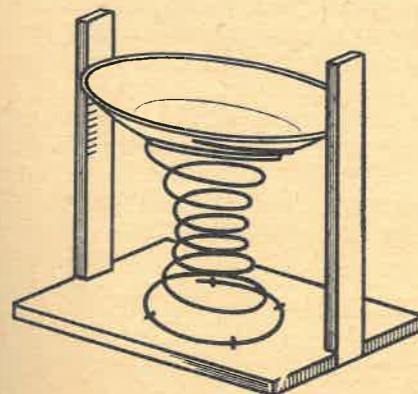
Pružnost gumy se časem zhoršuje; lepší je ocelová pružina. Ocelová pružina je podstatou pružinových vah, jimž říkáme siloměr. Prodloužení pružiny při zatížení závažím různé velikosti je označeno na stupnici na válečku; váleček je ze dřeva nebo z plastické hmoty.

Nejprve navíjete pružinu (viz kap. XVIII, odstavec 31) a upevníte ji pomocí oka se závitem ke špalíku, který přesně zapadá do zvolené trubky (z plastické hmoty). Druhý konec pružiny upevníte skobíčkou k dřevěné tyčce, která bude v trubce volně klouzat. Do vrchní části trubky zarazte špalík a zamontujte do něho háček na zavěšení vah. Další háček zašroubujte do dřevěné zasouvací tyčky, kterou můžete opatřit stupnicí.



3. Pružinové váhy pro těžší tělesa

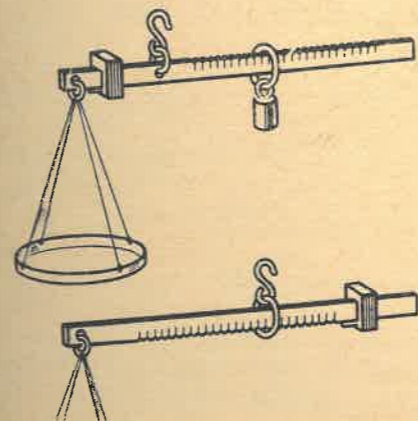
Péro z pohovky nebo z automobilového sedadla upevněte na prkénko, které bude sloužit za podstavec přístroje. Jako váhovou misku použijte velké víko od plechovky nebo plechový talíř a upevněte ji na horní konec pružiny. Nelze-li misku připájet, prorazte do ní na vhodných místech dva otvory a zajistěte ji tenkým drátem.



K podstavci připevněte dvě svislé latky jako vodiče pro váhovou misku. Na tyto vodiče udělejte značky, když na misce je těleso o hmotnosti 1/2, 1, 2, ... kg. Voda obsažená v litrové láhvi má hmotnost 1 kg.

4. Přezmen

Model římského nebo dánského přezmenu lze zhotovit z kousku olověné nebo ocelové vodovodní trubky, kterou je možno posunovat po kulaté dřevěné tyči nebo po trubce

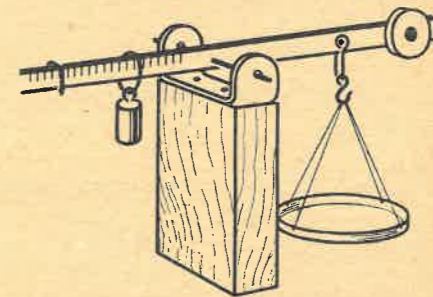


z viniduru. Na tyči nebo na trubce vyryjte rysky, které označují rovnovážnou polohu vah při různém zatížení. Závěs zhotovte ze smyčky tlustšího drátu.

5. Laboratorní přezmen

Přezmen, na němž lze vážít tělesa do hmotnosti i 500 g, můžete zhotovit z dřevěné tyče (latky) dlouhé 100 cm. Osu, silnou jehlu, umístíte ve vzdálenosti 12 cm od jednoho konce tyče a 3 mm od jejího horního kraje. Osa se opírá o ložisko na podstavci z kousku oceli nebo ve dvou kovových deskách na dřevěném kvádru.

Na kratší konec tyče umístíte vhodné vyvažovací závaží, např. olověný váleček, vhodně dlouhý kus olověné nebo ocelové trubky se zářezem pro nasazení na konec tyče apod. Ve vzdálenosti 6 cm od osy na kratším ramenu zavěste misku, upravenou z víčka plechovky.



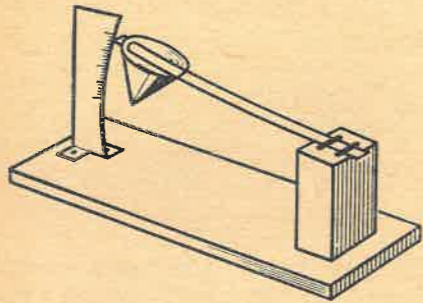
Na delším ramenu vyznačte díly po 6 cm od osy. Těleso se vyvažuje na misce pomocí dvou jezdců. Hrubé vyvážení se provádí jezdcem o hmotnosti 50 g; je to např. kousek olova zavěšeného na měděném drátku. Druhý jezdec o hmotnosti 1 g má tvar písmene U a klade se na horní stěnu tyče. Jemnější dělení na přezmenu není třeba; stačí odpichovátkem odečíst od poslední značky (po 6 cm). Vážení na těchto vahách je velmi rychlé.

6. Váhy s hodinovým perem

Citlivé váhy pro vážení těles od 0 do 1 g nebo od 1 do 10 g lze snadno zhotovit z kousku hodinového pera a z dřevěného hranolku nebo cívky od nití.

31

Dřevěný hranolek nebo cívku připevněte na vhodnou podložku. Na ně upevněte asi 20 cm dlouhý kousek hodinového pera a z lepenky nebo z papíru udělejte kuželovitou misku. Pečtním voskem nebo jiným tmelem doporučeným v kapitole XVIII přilepte



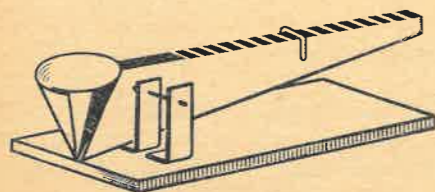
misku na pero blízko jeho volného konce. Volný konec bude sloužit jako ukazatel, stupnici udělejte z tuhé čtvrtky a ocejchujte ji vkládáním různých závaží do misky. Citlivost vah závisí na použitém peru, ale vždy je dostatečně velká.

7. Jednoduchý přezmen pro vážení těles do 100 g

Miska je vyrobena z lepenky a má tvar trychtýře. Je upevněna na trojúhelníkovém ramenu z překližky nebo z plastické hmoty.

Rameno se zužuje z 5 cm na straně u misky na 2 cm u druhého konce. Osa, kterou může být silná látací jehla, prochází ramenem v bodě, který je vzdálen asi 5 cm od misky a 2 cm od horní hrany. Abychom dosáhli rovnováhy, je možno část ramena nebo misky odříznout.

Osa je uložena v otvorech v kovovém třmenu; vnější část třmenu brání ramenu ve sklouznutí na stranu. Horní část ramena nese jezdec ve tvaru U, na ramenu jsou zářezy, které ocejchujeme pomocí závaží. Chceme-li vážit sypké látky, použijeme fil-



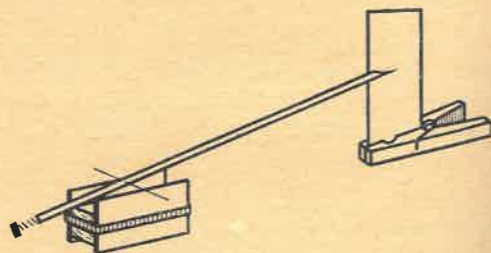
32

trační papír nebo kousek obyčejného papíru, který stočíme do podobného kužele, jako je miska.

8. Váhy ze slámky

Obstarejte si malý šroubek (M 2), který jde těsně do slámky na pití limonády, a zašroubujte jej několika závity dovnitř. Určete zhruba, kde má tento útvar těžiště, a zde slámku propíchněte jehlou, která bude sloužit jako osa. Aby se zajistila stabilita, je třeba udělat otvor poněkud nad osou slámky.

Seřízněte druhý konec slámky tak, aby tam vznikla malá lopatka. Osu, tj. jehlu vpíchnutou do slámky, položte přes hrany dvou žiletek, které jsou drženy v rovnoběžné poloze pomocí dřevěného hranolku a gumičky. Nastavte šroubek tak, aby slámka v rovnovážné poloze svírala s vodorovnou rovinou úhel asi 30°. Za lopatku umístěte svisle kousek kartónu, který zachytíte kolíkem na prádlo nebo připíchnete napínáčkem na jiný kousek dřeva; bude sloužit jako stupnice.



Na lopatku položte vlas nebo malý kousek hedvábného papíru a poznamenejte výchylku. Abyste dostali kvantitativní údaje, musíte stupnici ocejchovat. K výrobě malých závaží je vhodná hliníková fólie z obalu od čokolády. 2 cm² fólie běžné tloušťky mají hmotnost 5 mg. Vystříhnete z fólie plošky o hmotnosti 1 mg, 2 mg atd. a položte je na lopatku. Jako pinzetu přitom použijte ohnutý měděný drát. Zaznamenejte klidové polohy ramena značkami na kartónu. Citlivost vah lze měnit nastavením šroubku.

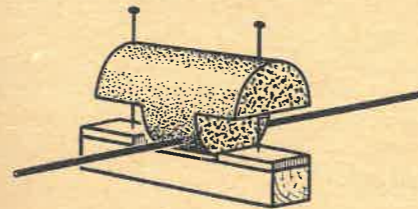
9. Zehnderovy váhy

Důvtipně vymyšlené váhy, které jsou velmi užitečné při demonstračních pokusech, lze sestavit v několika minutách pomocí špend-

líků, žiletky, korkové zátky a pletací jehlice.

Pletací jehlicí propíchněte zátku kolmo k její podélné ose, co nejdále od těžiště zátky.

Z každého konce zátky odřízněte půlválec tak, aby vzniklo vahadlo znázorněné na obrázku.



Nyní propíchněte zátku opěrnými špendlíky, které mohou spočívat na úlomcích skla přilepených na kousku dřeva.

Citlivost vah je možno měnit nastavením opěrných špendlíků.

Pokusy s vahami

1. Malý jezdec z nitě nebo z nejtenčího hedvábného papíru o hmotnosti asi 2 mg umístěný v polovině ramena způsobí výchylku asi 2 cm.

2. Působením kyseliny, např. octové, na vápenec nebo mramor se vyvíjí plyn, kysličník uhličitý. Vložte do sklenice od hořčice rozdrčený vápenec nebo mramor, zalijte jej octem a nádobku uzavřete víčkem, do kterého uděláte jehlou otvor. Slabé vyvíjení plynu můžete prokázat tím, že plyn proudící z malé trysky necháte narážet na konec ramena vah.

3. Proudění vzduchu lze ukázat tak, že pod rameno umístíme hořící zápalku.

4. Ramena vah jsou izolovaný vodič, bude tedy možno je zelektrovat. Lze je nabít dotekem zelektrovanou tyčí.

5. Je-li pletací drát zmagnetován, stane se z něho inkliniční magnetka.

6. Jsou-li ramena vah zmagnetována a blízko k jednomu pólu umístíme cívku z drátu, z vah se stane galvanometr. K cívce o 22 závitech měděného drátu (průměru 1,5 mm) můžeme např. připojit termočlánek železo – konstantan. Zahřejeme-li termočlánek plamenem svíčky, vznikne v něm rozdíl potenciálů jen asi 0,01 voltu; rameno vah však zaznamená protékající proud.

7. Promítání. I nepatrnou výchylku ramena vahadla lze zjistit, použijeme-li světelného paprsku odraženého na malém střípku

zrcátka, který jsme připevnili na rameno vah. Tímto jednoduchým promítacím zařízením můžeme demonstrovat termoelektrické proudy i v případě, že termočlánek zahříváme pouze v prstech.

10. Všeobecně použitelné rovnoramenné váhy

Udělejte čtvercový podstavec o straně asi 22 cm z prkna tlustého asi 2 cm. Dále zhotovte ze dřeva dvě podpěry 15 cm dlouhé, 6 cm široké a 2 cm tlusté a přišroubujte je blízko středu podstavce asi 2,5 cm od sebe. Každou podpěru na horním konci nařízněte tenkou pilkou tak hluboko, aby žiletka zasunutá do zářezu přečnívala asi 4 mm. Žiletky v zářezu pevně zaklánujte.

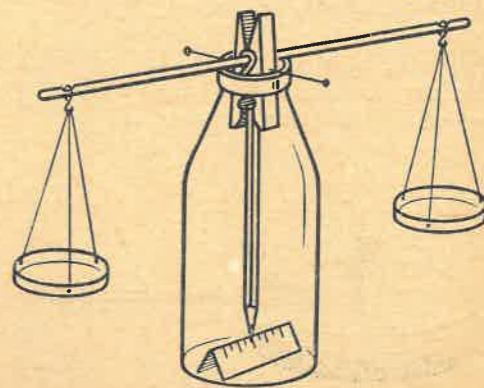
Vahadlo zhotovíte z pravítka nebo z latky podobné délky. Osou vahadla bude tenký hřebík, který bude procházet napříč vahadlem nepatrně nad těžištěm; osa se bude opírat o žiletky.

Aby vahadlo mělo stabilní polohu, měl by se hřebík umístit poněkud nad geometrický střed.

11. Citlivé rovnoramenné váhy

K zhotovení těchto vah potřebujeme kolík na prádlo, pletací drát dlouhý asi 30 cm, dva špendlíky nebo jehly a podpěru, např. láhev od mléka nebo zavařovací sklenici.

Vahadlo uděláme tak, že pletací drát prostrčíme otvorem v peru kolíku na prádlo. Osu vahadla tvoří dvě jehly nebo dva špendlíky umístěné na opačných stranách kolíku poněkud pod otvorem, kterým prochází pletací drát. Ten musí vyčnívat stejně na obě strany kolíku a může být ve své poloze

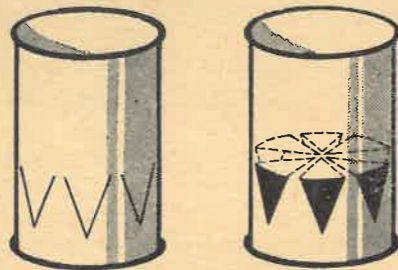


uvnitř pera zaklíněn malou třískou. Dolní konec kolíku svírá tužku, která bude ukazatelem. Váhové misky uděláme ze dvou víček od plechovek. Rovnoměrně po obvodu v nich propíchneme otvory, jimiž provlékneme nitě. Ty pak svážeme dohromady a uděláme na nich očko, kterým se misky zavěsí na rameno. Při vyvažování vah uděláme pilníkem na pletacím drátu ve stejné vzdálenosti od osy na obou stranách zářez, aby očka misek na ramenech vahadla neklouzala. Nakonec umístíme do láhve stupnici se značkami tak, aby ukazatel kýval před ní.

B. ZDROJE TEPLA

1. Kamínka na dřevné uhlí

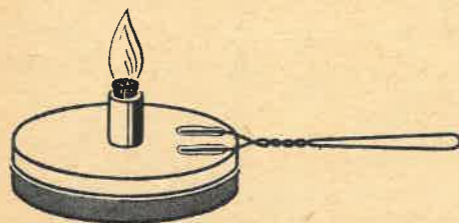
Připravte si velkou plechovku o průměru alespoň 10 cm. Po obvodu plechovky asi 4 cm ode dna vyznačte trojúhelníková okénka, jak je nakresleno na obrázku. Nůžkami



okénka nastříhnete, vždy podél šikmých stran. Základnu trojúhelníka neodstříhujte. Trojúhelníkové části pak ohněte dovnitř, aby vznikl rošt pro dřevné uhlí.

2. Lihový kahan

Jednoduchý kahan lze vyrobit z krabičky od krému na boty. Na horní část je možno připájet kovovou trubičku a ze zkrouceného



Jako závaží poslouží sada závaží zhotovená z lékovek a písku (článek 1, str. 30), kterou doplníte centigramovými závažíčky z alobalu, tenkého hliníkového plechu, který je běžně k dostání v papírnictví i v obchodech domácími potřebami. Při vyvažování možno použít váhy ze slámky (článek 8) a závažíčka ze školní sady. Doporučuje se dodržovat normou stanovené tvary: 50 cg — velký pětiúhelník, 5 cg — malý pětiúhelník, 20 cg — velký obdélník, 2 cg — malý obdélník, 10 cg — velký trojúhelník, 1 cg — malý trojúhelník.

drátu udělat vhodný držák. Jako knot poslouží kousek hadru nebo bavlněný odstřížek.

3. Lihový kahan z lahvičky od inkoustu

Ve středu kovového šroubovacího víčka lahvičky od inkoustu prorazte hřebíkem otvor. Do otvoru zasuňte trojhranný pilník a otáčivým pohybem zvětšete otvor na průměr asi 8 až 10 mm. Okraje otvoru zahladte tvrdým kulatým předmětem. Z měkké plechovky nebo z plechu vystříhnete kousek asi 2,5 cm široký a 4 cm dlouhý. Stočte ho do trubičky na dřevěném kolíku nebo jiné dřevěné tyči vhodného průměru tak, aby přesně zapadal do otvoru ve víčku lahvičky. Zasuňte trubičku do víčka asi 1 cm směrem do lahvičky. Trubičku můžete podél spojení s víč-



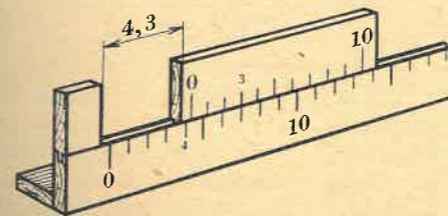
kem i podél švu připájet. Knot lze udělat z bavlněných odstřížků, z kousku froté ručniku nebo ze svazku pramenů bavlněné šňůry. Knot musíte mít dost dlouhý, aby dosáhl až na dno skleničky a zakrýval ho.

Aby se líh zbytečně neodpařoval, když se s kahanem nepracuje, přikryjte knot uzávěrem z plastické hmoty.

C. JINÉ UŽITEČNÉ POMŮCKY

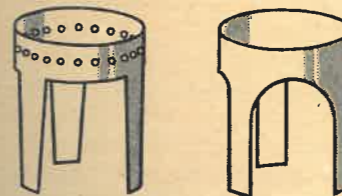
1. Demonstrační nonius

K výrobě tohoto zařízení je možno použít dvě palubky asi 1 metr dlouhé. Uřízněte z prkna s perem kus dlouhý 7 cm a přiklejte ho k prknu s drážkou tak, aby tvořil záračku. Po celé délce delšího prkna vyznačte tuší nebo zářezy pilou dílky stupnice po 5 cm. Asi 50 cm dlouhý kus prkna s perem použijte jako jezdece nonia. Odměřte na něm od jednoho konce 45 cm a tento úsek rozdělte na deset dílů, tj. po 4,5 cm. Ze zbytků prkna můžete udělat opěry, aby nonius stál na stole ve svislé poloze.

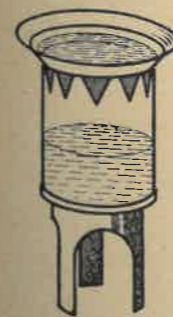


2. Jednoduchá trojnožka

Jednoduchou trojnožku si vyrobíte z plechovky tak, že odstříhnete část jejího pláště. Z různých velikých plechovek tak zhotovíte



různé veliké podstavce i pro jiné pokusy. Podél horní hrany propíchněte otvory, aby mohly unikat produkty spalování.

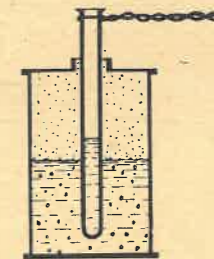


3. Vodní lázeň

Odpařovací misku a vodní lázeň si můžete pořídit z talířku a plechovky. Kolem horního okraje plechovky vystříhejte zářezy, aby pára mohla unikat.

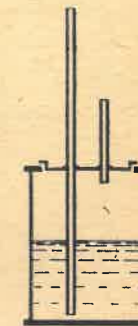
4. Ohřivač

Jiný druh ohřivače lze vyrobit z plechovky, např. od oleje. Kolem zkumavky omotejte ocelový drát a zkrutě jej tak, aby vytvořil držák.



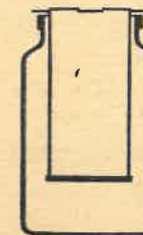
5. Vytvořič vodní páry pro pokusy v termice

Parní kotlík si můžete vyrobit z plechovky uzavřené víkem. Prorazte ve víku dva otvory a připájejte do nich jednu dlouhou a jednu krátkou trubku, jak je znázorněno na obrázku. Dlouhá trubka bude sloužit jako pojistný ventil, krátkou trubkou se bude pára přivádět připojenou gumovou hadicí k různým přístrojům. Když plechovka začne téci nebo zrezaví, můžete totéž víko přemístit na jinou plechovku.



6. Jednoduchý kalorimetr

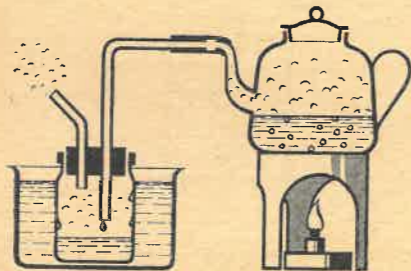
Vezměte plechovku a zavařovací sklenici (asi půllitrovou) takové velikosti, aby se plechovka dala dosti těsně zasunout do otvoru sklenice. Víko plechovky čistě odřízněte. Plechovku zajistěte na horním okraji pruhem gumy, aby neklouzla do sklenice. Zapadá-li do sklenice volně, je lépe horní okraj plechovky nastříhnout do hloubky asi 1 cm a použít



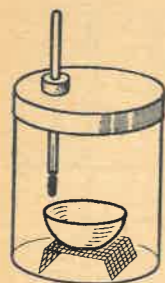
ky asi 1 cm široké zahrnout na hrdle sklenice. Nízká tepelná vodivost skla a vzduchu přispívá k účinné tepelné izolaci kalorimetru.

7. Destilovaná voda

Vodu vaříme v konvici; vodní páry kondenzují ve sklenici od zavařeniny uzavřené velkou korkovou zátkou a ponořené v nádobě



se studenou vodou. Spojení provedeme gumovou hadicí a utěsníme lepicí páskou nebo tmelem.

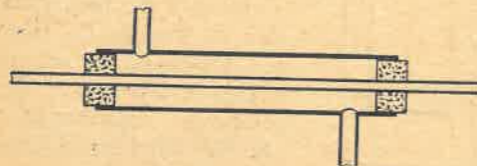


8. Vzdušná lázeň

Jako vzdušnou lázeň lze použít velkou plechovku. Otvor ve víku utěsníte zátkou, která drží teploměr. Miska nebo talířek leží na můstku z drátěného pletiva, který je umístěn uvnitř plechovky.

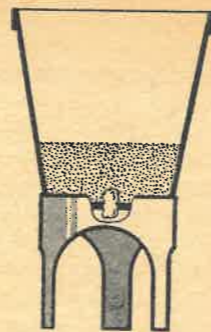
9. Liebigův chladič (kovový)

K výrobě kovového chladiče, který je mnohem pevnější než skleněný, můžete použít kousek trubky (vodovodní nebo plynové). Ze strany zašroubujete nebo připájíte přítokovou a odtokovou trubici. Oba konce chladiče jsou utěsněny korkovou zátkou s jedním otvorem, kterým prochází obyčejná skleněná trubka.



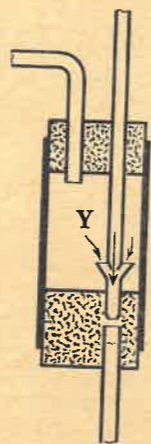
10. Filtr

Květináč se zátkou z vaty ve dně a s několikacentimetrovou vrstvou písku vytvoří filtr, který pro mnohé účely plně vyhovuje.



11. Vodní vývěva

Ke zhotovení i obyčejné skleněné vodní vývěvy je třeba určitá zručnost, ale může se vám podařit ze skleněných trubek a dobrých korkových nebo gumových zátek. Činnost vývěvy se zakládá na tom, že voda tryskající směrem dolů z úzké trubice strhuje s sebou vzduch a snižuje tak tlak vzduchu v okolí (Y). Nejvhodnější velikost trysek najdete zkusmo, avšak dobrých výsledků dosáhnete, bude-li mít první tryska průměr 1 mm a druhá 2 mm.

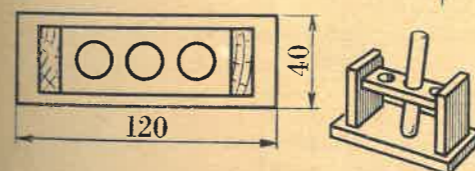
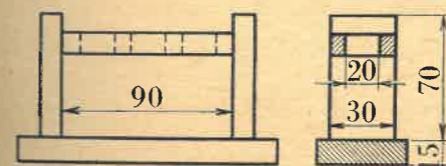
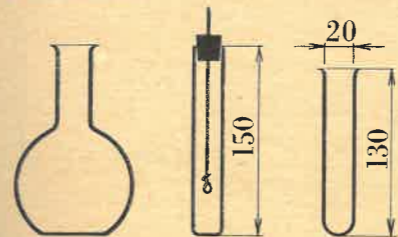
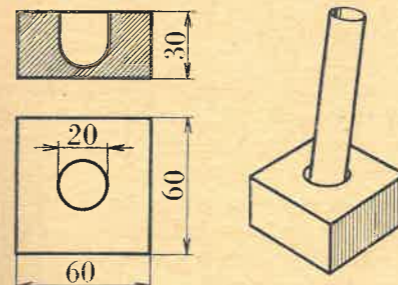


12. Laboratorní zařízení pro samostatnou práci v chemii

K většině chemických pokusů je potřeba některých základních pomůcek, jako jsou kádinky, zkumavky apod. Popsané vybavení zahrnuje vše, čeho je obvykle zapotřebí. Baňka z chemického skla 150 cm³ s kulatým hrdlem se může použít buď jako kádinka, láhev nebo jako parní kotlík. Obyčejná skleněná trubka obalená drátěným pletivem je vhodná jako spalovací trubice a nepraskne častěji než obvykle používané trubky z tvrdého skla.

Ze skleněné vzorkovnice si snadno uděláte malou nádobku na jímání plynu. Ačkoli to není nutné, je vhodné mít malý stojánek na zkumavky. Doporučujeme užívat malé zkumavky, které mají tu výhodu, že je mohou děti svými malými prsty snadno uchopit. K mnoha pokusům postačí místo zkumavek

lékovky různých druhů a velikostí. Velká trubice s dřevěným podstavcem se hodí jako zásobní nádoba. Nemáte-li tekoucí vodu,



obstarejte si chladič z velké plechovky (500 cm³). Spojení s odtokovou trubicí musí být provedeno pečlivě, aby bylo vodotěsné. Toto zařízení se velmi osvědčilo při chemickém praktiku v nižších ročníkách.

13. Měrná nádoba a odměrka

Velké válcovité lékovky s plochým dnem snadno upravíte na odměrné válce — odměrky pro malé objemy. Podél lékovky na vnější stěnu nalepte úzký pruh papíru široký 0,5 až 1 cm. Prázdnou lékovku na vahách vyvažte a nalijte do ní 10 g (20 g, 30 g, — podle velikosti lékovky) vody. Hustota vody je 1 g/cm³, naměřili jste tedy objem 10 cm³ (20 cm³, 30 cm³). Výšku hladiny vyznačte

na pruhu papíru rýskou, odpichovátkem změřte výšku sloupce vody v lékovce (od dna k hladině) a stejně dlouhou úsečku rozdělte geometricky na potřebný počet dílků; stupnice bude rovnoměrně dělená, protože lékovka má válcovitý tvar. Příklad dělení úsečky a zhotovení stupnice odměrkou pro měření objemů do 10 cm³ s dělením po 0,5 cm³: K úsečce, kterou máte rozdělít, narýsujte v jednom koncovém bodě pomocnou přímkou pod libovolným úhlem a na ní přeneste z milimetrového měřítka 20 bodů po 0,5 cm. Poslední bod na pomocné přímce spojte s druhým koncovým bodem úsečky, kterou máte rozdělít, a pomocí dvou pravítek sestrojte rovnoběžky ze všech bodů na pomocné přímce. Na úsečce, kterou jste chtěli rozdělít, tak získáte dílky stupnice.

Větší odměrný válec pro objemy 200 až 300 cm³ zhotovte podobným způsobem z válcovitých sklenic s plochým dnem. Ke zhotovení stupnice můžete použít také odměrný válec z fotokroužku, odměrku nebo sklenici na víno, na níž je rýskou vyznačen objem 1 dl = 100 cm³.

Narýsovanou stupnici na odměrce možno zafixovat bezbarvým lakem, šelakem nebo fixativem, kterého se používá v kreslení.

14. Držák na zkumavky

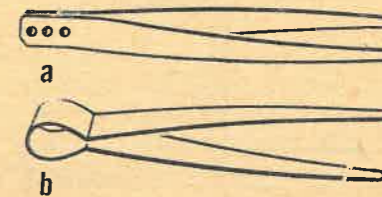
Vhodný držák na zkumavky si můžete zhotovit tak, že ohnete tlustý ocelový drát



do tvaru, který je znázorněn na obrázku. Dobře se hodí také drát z ramínka na šaty.

15. Laboratorní pinzeta

Velmi vhodnou pinzetu si můžete udělat z ohebného kovového pásku, kterým se stahují bedny a brikety.



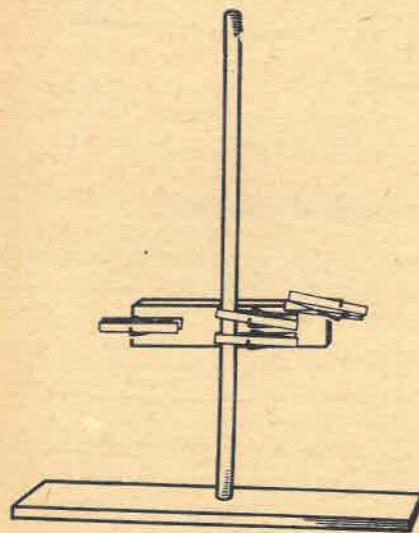
Zobrazené pinzety jsou asi 12 cm dlouhé. Typ na obr. *a* můžete vyrobit tak, že spájíte natvrdo nebo snýtujete dva kousky pásky a pak je ohnete a přistříhnete do příslušného tvaru. Typ na obr. *b* je zhotoven z jednoho kusu pásky dlouhého 26 cm. Kulatá část je ohnuta pomocí tyče vhodného průměru a čelisti přistříženy a vytvarovány.

16. Dřevěný laboratorní stojan

Podstavec pro tento stojan uděláte z kusu dřeva dlouhého 40 cm, širokého 15 cm a tlustého 1 cm. Uprostřed podstavce vyvrtáte otvor o průměru 1 cm. Sloupek se vyrobí z tyče o průměru 1 cm a dlouhé 45 cm. Tento sloupek musí velmi těsně zapadat do díry v podstavci. Tyče tohoto rozměru jsou běžně k dostání v železářství (např. jako tyče na „kolíkování“, tj. na spojování kolíky místo čepů).

17. Držák k laboratornímu stojanu

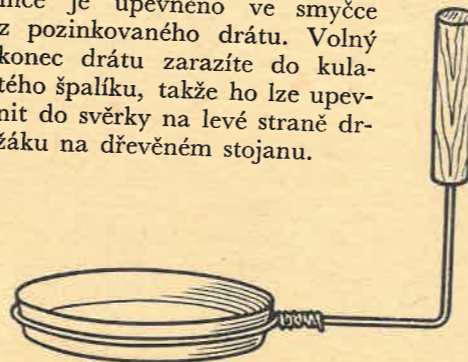
K laboratornímu stojanu si můžete udělat držák z kousku dřeva 18 cm dlouhého, 4 cm širokého a 1 cm tlustého a ze čtyř perových kolíků na prádlo. Kolíky připevníte k prkénku, jak je znázorněno na obrázku. Kolíky na obou koncích drží různé pomůcky, např. zkumavky apod., dva kolíky umístěné rovnoběžně u středu přichycují držák ke sloupku stojanu. Všimněte si, že kolík na pravém konci držáku je posazen šikmo, jak je zná-



zorněno na obrázku. To umožní držet zkumavku šikmo, takže může být zahřívána, aniž je kolík zasazen plamenem kahanu.

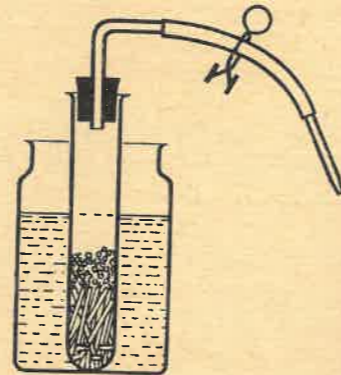
18. Kovová miska

Tato miska je užitečná při mnoha chemických pokusech. Víčko od zavařovací sklenice je upevněno ve smyčce z pozinkovaného drátu. Volný konec drátu zarazíte do kulatého špalíku, takže ho lze upevnit do svěrky na levé straně držáku na dřevěném stojanu.



19. Automatický přístroj na výrobu plynu

Je to malý Kippův přístroj. Tuhá reagentie (zinek, mramor, siřník železnatý atd.) je umístěna ve velké zkumavce s otvory,



zásoba kyseliny je ve sklenici nebo v jiné nádobě. Otvory ve dně zkumavky uděláte pomocí dmuchavky tak, že ostrým plamenem míříte na jedno místo tak dlouho, dokud se sklo neproděraví. Na dno zkumavky nasypete skleněné kuličky, nebo tam postavíte krátké kousky skleněných trubiček, aby na nich mohla ležet tuhá reagentie. Zkumavka je uzavřena gumovou zátkou se skleněnou trubicí, kterou gumová hadice spojuje se skleněnou hubicí. Výtok se uzavírá tlačítkem nebo stisknutím hadice prsty.

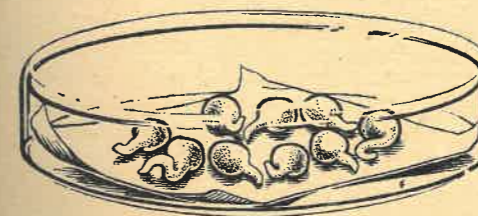
KAPITOLA III

Rostliny

A. KOŘEN

1. Jak sledovat růst kořenových vlásků

Kořenové vlásky lze snadno pozorovat na kořenech klíčících hořčičných rostlin pěstovaných na vlhkém filtračním papíře nebo flanelu. Velmi dobrými objekty pro pozorování jsou semena umístěná na navlhčeném filtračním papíře na Petriho misce. Uzavřená Petriho miska udržuje stále vlhké prostředí a klíčící rostlinky můžeme pozorovat i bez odklápění její horní části.



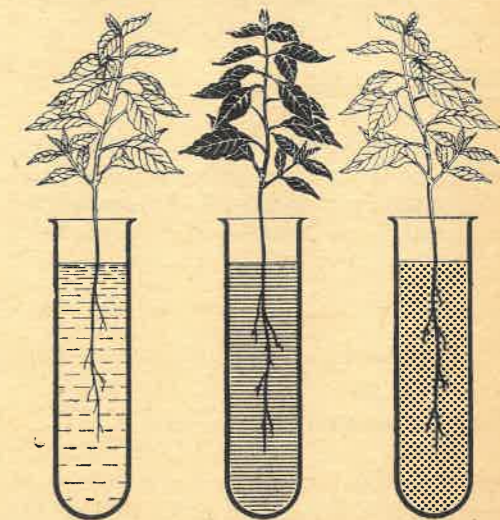
vání jsou semena umístěná na navlhčeném filtračním papíře na Petriho misce. Uzavřená Petriho miska udržuje stále vlhké prostředí a klíčící rostlinky můžeme pozorovat i bez odklápění její horní části.

2. Pozorování kořenových vlásků

Zkoumejte lupou kořenové vlásky a pozorujte jejich tvar a rozmístění na kořenu.

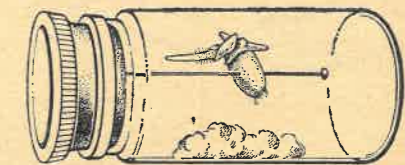
3. Zkouška, zda kořeny přijímají vodu a rozpustné látky

Tři rostliny téhož druhu (např. balzamína, klíčící rostliny fazole a hrachu) upevníte vatovou zátkou do zkumavek, z nichž jedna obsahuje vodu, druhá červený inkoust a třetí suspenzi barviva zvaného kongo červeň. Po několika dnech zjistíte, že se rostlina v druhé zkumavce zbarvila. Rostliny v první a třetí zkumavce zůstaly nezbarveny. Tento pokus dokazuje, že rostliny mohou přijímat pouze látky ve vodě dokonale rozpustné.



4. Působení zemské tíže na kořeny rostlin

Vystříhnete několik čtverců filtračního papíru o straně asi 8 cm a umístíte je mezi dvě čtvercová skla (např. diaskla 8 x 8 cm). Mezi skla a papíry dejte z obou stran několik



semen ředkvičky nebo hořčice a skla zajistíte gumičkami. Navlhčete filtrační papír a celé zařízení postavte svisle do mělké misky s vodou. Když semena vyklíčí a kořínky jsou dlouhé asi 1,5 cm, otočte čtverec o 90° a po-

nechte dále v klidu. Opakujte otáčení a pozorujte působení zemské tíže na kořeny při změněné poloze rostliny.

Jiný způsob, jak studovat působení zemské tíže na kořeny: Nechte vyklíčit několik semen (např. hrách, fazole) nebo obilek (např. žito, pšenice) a vyberte jedno s rovným kořenem. Propíchněte semeno dlouhým špendlíkem nebo jehlou, kterou zapíchnete do korkové zátky. Do sklenice dejte trochu navlhčené vaty nebo filtračního papíru. Zátku s klíční rostlinou zasuňte do láhve (viz obrázek na str. 39). Láhev umístěte do tmavé skříně a pozorujte ji vždy asi po hodině.

5. Jak působí voda na kořeny

Vypěstujte několik klíčnicích rostlin (např. hořčice, ředkvičky) na jednom konci skleněného talíře nebo misky. Když jsou lodyžky rostlin asi 5 cm dlouhé, zalévejte je denně vždy jen z jedné strany a na téměř místě

v určité vzdálenosti od rostlinek. Po týdnu odhrňte zeminu a podívejte se, zda mělo zalévání nějaký vliv na směr růstu kořenů.

6. Zakořeňování různých částí rostlin

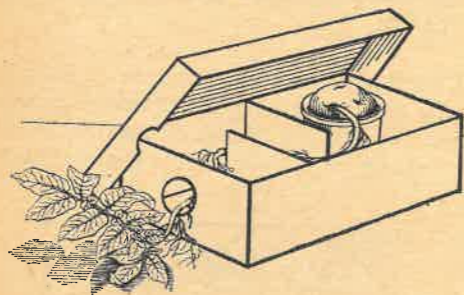
Obstarejte si bednu písku a umístěte ji mimo přímé sluneční světlo. Písek důkladně navlhčete a udržujte ho vlhký. Do písku zasadte:

- různé hlízy
- řízky ze stonků begónie a pelargónie,
- vrbový proutek,
- část kořene šeráku,
- dolní část natě mrkve, ředkvičky a řepy vždy s připojenou horní částí kořene,
- cibuli,
- oddenek kosatce,
- kousky brambor s „očky“.

B. STONEK

1. Vliv světla na růst stonku

a) Do dvou květináčů vysejte několik semen nebo obilek rychle klíčících rostlin, jako je pšenice, žito, oves, ředkvička, bob nebo hořčice. Když klíční rostliny vyrostou do



délky asi 2,5 cm, přikryjte jeden květináč krabicí, která má nahore v boční stěně vyříznutý otvor. Čas od času krabici zvedněte a pozorujte směr růstu stonků rostlin. Otočte krabici tak, aby světlo přicházelo z jiného směru, a opět po několika dnech pozorujte změnu směru růstu rostlin.

b) Do dlouhé úzké krabice vložte dvě

lehké přepážky, jak je naznačeno na obrázku, a na konci krabice vyřízněte otvor. Rašící brambor zasadte do malého květináče a květináč dejte do krabice za nejvzdálenější přepážku od otvoru. Krabici přikryjte a položte na okno. Pozorujte čas od času směr růstu stonků rašícího bramboru.

c) Do čtyř květináčů zasadte některá rychle klíčící semena nebo obilky jako v případě a). Květináče přechovávejte v zatemněné místnosti, dokud klíční rostliny nejsou asi 2,5 cm dlouhé. Jeden květináč dejte do okna na slunce a pozorujte na rostlině účinek této změny. Pak květináč otočte tak, aby listy rostliny byly odkloněny od světla, a pozorujte, jaká změna za čas nastane. Na několik dní květináč přemístěte na místo bez přímého světla a pozorujte výsledek.

d) Každý ze tří zbývajících květináčů s klíčními rostlinami dejte do jiné krabice. U každé krabice vyřízněte okénko a přikryjte je různobarevným celofánem, např. červeným, žlutým a modrým. Tyto tři krabice s květináči postavte na dobře osvětlené místo, okénky směrem ke světlu. Pozorujte všechny rozdíly v růstu stonků, které způsobilo světlo různých barev.

2. Transport roztoků stonkem

a) Nařežte asi 2 cm dlouhé kousky řapíků celerových listů a ponořte je asi na hodinu do studené vody, aby se oživily. Pak je vložte do misky s červeným inkoustem a ponechte je tam několik hodin. Potom řapíky pečlivě pozorujte. Rozřežte je na několik krátkých kousků a pozorujte, zda inkoust pronikl dovnitř řapíku. Pokuste se vypreparovat z řapíku cévní svazky.

b) Uřízněte květy bílého karafiátu s asi 2 cm dlouhým kusem stonku. Řez provádějte ostrým nožem pod vodou. Dejte pak stonky s květy do sklenic, které obsahují roztoky různých barviv (barevné inkousty, cukrářská barviva apod.). Pozorujte květy po několika hodinách.

c) Stonek bílého karafiátu rozřízněte žiletkou podél na tři části až k nejvyššímu kolénku. Na konci řezů stonky svažte, aby se dále nerozděloval. Tři části stonku nyní roztahněte a umístěte každý do jiné nádoby s roztoky různých barev (viz pokus 2b). Pozorujte květy po několika hodinách.

d) Ponořte do barevného inkoustu uříznuté konce větviček nebo prutů z různých druhů stromů (např. vrba, líska, šerák) a po nějaké době je rozřežte ostrým nožem na

několik krátkých kousků. Pozorujte místa, kam až inkoust ve stonku vystoupil.

e) Vysejte do květináčů semena nebo nažky běžných zahradních rostlin (např. slunečnice, astry, lichořeřišnice). Až budou klíční rostliny vysoké asi 8 až 10 cm a budou v plném růstu, odřízněte ostrým nožem horní části stonku. Brzy nato spatříte na místě řezu kapičky vody.

3. Jak jsou uloženy cévní svazky ve stoncích dvouděložných a jednoděložných rostlin

a) Dvouděložné rostliny. Opatřte si letorosty několika keřů, např. vrby, lípy, podražce. Přerízněte napříč každý z těchto letorostů ostrým nožem nebo žiletkou. Pozorujte uspořádání cévních svazků v letokruhu okolo střední dřeňové části stonku.

b) Jednoděložné rostliny. Opatřte si stonky několika rostlin, např. tulipánu, hyacintu, lilie a kukuřice. Rozřízněte každý stonku napříč ostrým nožem nebo žiletkou. Zhotovte z každého stonku tenký plátek a ten pak pozorujte. Zvláště si všimněte, že cévní svazky jsou proti světlu nepravidelně roztroušeny po celém průřezu stonku

C. LIST

1. Typy listů

Nasbírejte listy z rostlin, např. z lilie, tulipánu, kukuřice, vrby a pelargónie. Pověšujte si, že jednoděložné rostliny (lilie, tulipán, kukuřice) mají žilnatinu souběžnou. Listy většiny dvouděložných rostlin (vrba, pelargónie atd.) mají žilnatinu spešenou.

2. Jak se dělá sbírka listů

Nasbírejte mladé listy většího množství druhů rostlin. Na pevnou rovnou desku položte několik vrstev novin nebo filtračního papíru. Tam listy rozmístěte tak, aby se nedotýkaly. Přikryjte listy jinou vrstvou novin nebo filtračního papíru. Navrch položte druhou desku a zatěžte ji několika těžkými kameny nebo závažími. Listy ponechte v lisu, dokud se dokonale nevysuší.

Vylisované listy přichyťte průhlednou lepicí páskou na volné listy papíru, uveďte jméno rostliny, popřípadě i jiné údaje. Získáte tak základ herbáře, který můžete postupně rozšiřovat.

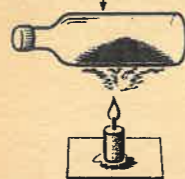
3. Kouřové otisky listů

Kouřové otisky listů lze snadno pořídit způsobem znázorněným na obrázku.

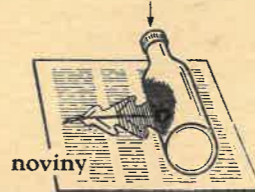
Hladkou kulatou láhev pokryjte na válcovité stěně tenkou vrstvou tuku nebo vazelíny. Naplňte láhev studenou vodou, těsně ji zátkněte a podržte nad plamenem svíčky, až se pokryje rovnoměrnou vrstvou sazí. Položte list na vrstvu novin rubem (spodní stranou s vystouplou žilnatinou) nahoru a přejeďte přes něj začazenou lahví. Zvedněte list, položte jej opět rubem nahoru na čisté noviny a přikryjte archem bílého papíru. Pak pře-

jedte přes bílý papír a list čistou oblou lahví nebo jiným válečkem.

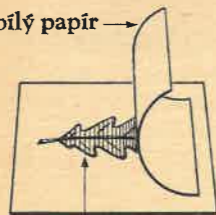
láhev s vodou, pokrytá na povrchu tukem



začerněná láhev

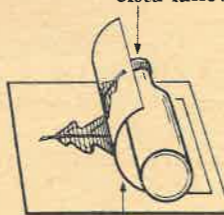


bílý papír



začerněný list na čistém papíru

čistá láhev

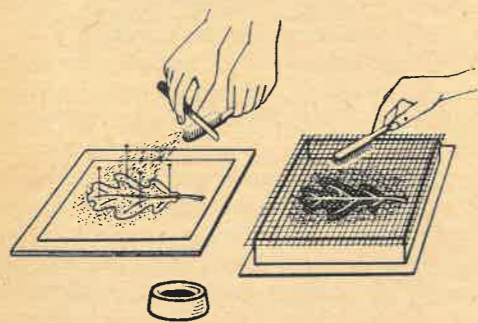


kouřový otisk

4. Nastříkané otisky listů

Položte list na arch bílého papíru a vyrovnejte ho špendlíky, připínáčky nebo několika malými oblázky. Starý kartáček na zuby namočte do plakátové barvy nebo do tuše; nedávejte jí však příliš mnoho. Barvu nastříkejte na papír kolem listu pomocí sítky, jakou používáte v kreslení. Když barva zaschne, list sejměte.

Podle obrázku si můžete vyrobit bedničku na stříkání otisků (vpravo). Přes nízkou bedničku nebo rámeček napněte kousek drátěného nebo silonového pletiva do okna. Při stříkání se kartáček na zuby namočí do barvy



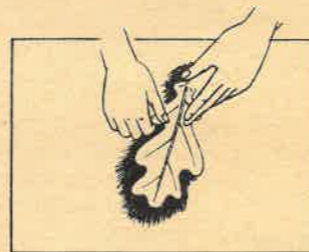
a přejíždí se jím po síťce nad listem a papírem, které jsou přichyceny na dně bedničky. Zkuste použít bílou barvu na různé barevné papíry.

5. Otisky listů pomocí tiskařské černě

Malé množství tiskařské černě dejte na skleněnou desku nebo na dlaždici. Gumovým válečkem rozetřete barvu do tenké rovnoměrné vrstvy. Položte list rubem nahoru na několik vrstev novin a nabarveným válečkem přes něj jednou přejděte. List pečlivě zvedněte a nabarvenou stranou jej položte na arch bílého papíru. Přikryjte jej archem novin a přejděte přes něj hladkou oblou lahví. Opět pečlivě sejměte list a otisk je hotov.

6. Obrisy listů

Položte list na arch bílého papíru a přidrže jej napínáčkem nebo prstem. Kousek houbičky přitiskněte k polštářku s barvou



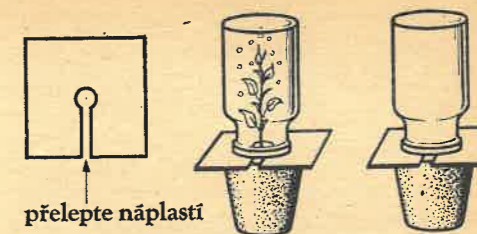
na razítku. Pak přetírejte krátkými pevnými tahy přes okraj celý obvod listu, jak je naznačeno na obrázku.

7. Otisky listů pomocí uhlového (kopírovacího) papíru

Pokryjte rub listu velmi tenkou vrstvou sádla nebo vazelíny. Namaštěný list položte rubem nahoru na několik vrstev novin a přikryjte ho archem uhlového papíru. Přes uhlový papír položte ještě jeden arch papíru a přejděte přes něj několikrát hranou hladké tužky, aby se list potáhl barvou z uhlového papíru. Konečný otisk uděláte tak, že list vložíte mezi dva archy bílého papíru a opět přes ně přejedete tužkou.

8. Uspořádání listů na stonku

Pozorujte co možno nejvíce rostlin tak, že se na ně budete dívat z nadhledu. Nakreslete náčrty různého uspořádání listů.



9. Pěstování listů ve třídě

I ve třídě je možno pozorovat postupné olistování stonků, vyrůstajících z bramborové hlízy. Narašenou bramborovou hlízu dejte do sklenice, aby kořeny směřovaly dolů, a dolní třetinu ponechte ponořenou ve vodě. Aby hlíza držela ve správné poloze, zapíchněte do ní zespodu tři párátko nebo zápalky a opřete ji o okraj sklenice.



Kořeny mrkve, bulvy řepy a podzemní orgány podobných rostlin obsahují mnoho zásobních látek. Budete-li pěstovat ve vodě např. odříznutou svrchní část kořene mrkve zbavenou starých listů, vytvoří si rostlina po krátké době listy nové.

Podobně se vyvíjejí listy i u dalších uvedených rostlin, a to i když se většina bulvy nebo kořene odstraní.

Odřízněte několik listů tradeskancie a dejte je do mělké misky s vodou. Listy porostou dále i po několik týdnů.

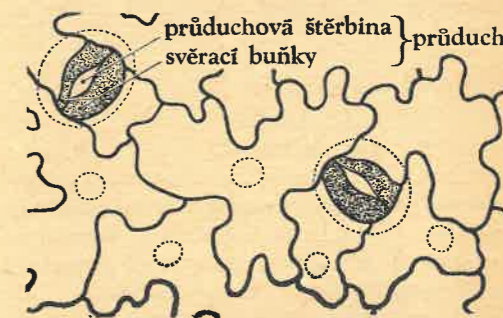
10. Listy vypařují vodu

Veźmte dva stejné květináče naplněné zemínou, jeden s rostlinou a druhý bez ní. Po zalití zakryjte zeminu v každém květináči lepenkou, jak je znázorněno na obrázku. Každý květináč přiklopte sklenicí podle náčrtu. Květináče dejte vedle sebe na slunce a během dne je čas od času pozorujte.

11. Stavba listů

Pozorujte mikroskopem při horním osvětlení spodní stranu listů (např. zelenec, poděnká, listy obilnin) a zkoumejte rozmístění průduchů a jejich stavbu (dvě svěrací buňky a průduchová štěrbiná).

Žiletkou zhotovte velmi tenký příčný řez listem; ústřížek listu vložte do rozštěpu bezové dřevě („duše“), dřevě sevřete prsty a spolu se dřevěním se vám podaří uříznout velmi tenký plátek listu. Řez listem pozorujte mikroskopem. Svrchní stranu listu tvoří pokožkové buňky, k nim přiléhá jedna nebo



několik vrstev sloupcovitých buněk poměrně těsně k sobě navzájem přiléhajících, pod nimi jsou řídce rozloženy vakovité buňky nepravidelného tvaru. Buňky obojího tvaru jsou zelené. Spodní stranu listu tvoří pokožkové buňky s průduchy.

12. Zelené listy vytvářejí organické látky

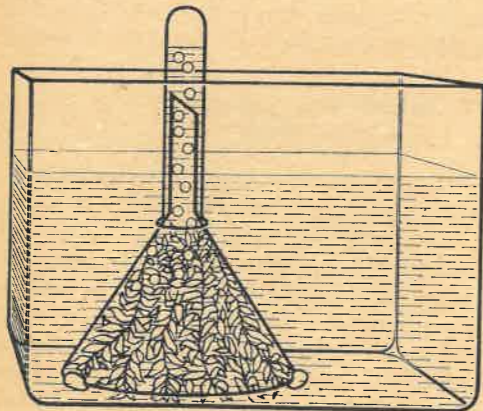
Zahřívajte ve sklenici ve vodní lázni trochu alkoholu až do varu. Nepracujte s plamenem, je to nebezpečné! Na vařiči ohřejte větší množství vody (asi litr). Když voda začne vřít, plamen vařiče zhasněte a potom teprve zahřívajte lůh ve vodní lázni až do varu. Roztrhajte několik zelených listů pelargónie anebo jiné rostliny, která byla několik hodin na slunci, a dejte je do vrou-

cího alkoholu, až se vyloučí chlorofyl. Listy rychle vyjměte z alkoholu a ponořte je do nádoby s horkou vodou. Vyjměte pak jeden list z vody a rozstřete jej na kousku skla nebo dlaždice. Nakapejte na list jódovou tinkturu a ponechte několik minut; list zmodrá. Temně modrá barva je důkazem škrobu, který se v listu vytvořil na slunečním světle. Že se škrob v listu vytváří působením světla, můžete prokázat jednoduchým pokusem: Zavřete na den nebo dva pelargónii do skříně nebo větší krabice, kam nevniká světlo (škrob z listů ve tmě mizí). Připevněte pak špendlíky na list pelargónie z obou stran korkové pláty o tloušťce asi 1 cm a postavte rostlinu na světlo. Po několika hodinách list utrhnete a provedete s ním jódovou zkoušku popsanou výše. List zmodrá; jen v místě, kde byl korek, zůstane nezbarven, neboť zde nebyl list osvětlen.

13. Zelené listy vylučují na slunci kyslík

Naplňte obrácenou skleněnou nálevku vodními rostlinami (např. vodní mor kanadský), vložte do menší skleněné nádržky naplněné vodou a položte do vodorovné polohy. V této poloze navlékněte pod vodou na trubičku nálevky zkumavku a celé zařízení potom vztýčte do svislé polohy podle přiloženého nákresu. Skleněnou nálevku ve třech místech podložte kousky plastelíny, aby mohlo docházet k proudění vody mezi nálevkou a nádobou.

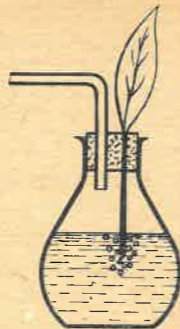
Ponechte toto zařízení na ostrém slunci. Z rostliny se budou uvolňovat bubliny plynu a budou stoupat do zkumavky. Po krátké době můžete zkumavku sejmout a plyn v ní nashromážděný zkoušet doutnajícím třískou.



14. Listem vniká do rostliny vzduch

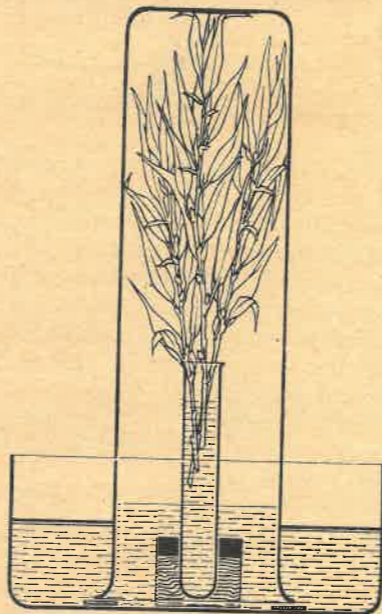
List s dlouhým řapíkem (např. slunečnice, okurka, mnohé pokojové rostliny) zalijte parafínem do otvoru v korkové zátku. Zátkou, kterou prochází ještě trubička, utěsněte láhev s vodou.

Trubičkou vysajte vzduch. Uvidíte vzduchové bubliny, které vycházejí z konce řapíku zasahujícího do vody.



15. Dýchání rostlin

Dejte několik větviček nebo rostlin (např. vrby, poděnký) do zkumavky držené v zatíženém dřevěném špalíku. Špalík postavte do mísy s vápennou vodou a rostlinu přikryjte skleněným válcem. Hladinu vápenné vody v misce vně skleněného válce přelijte trochou oleje. Ponechte vše několik hodin nebo do druhého dne na tmavém místě.



Vápenná voda bude mléčně zakalená, což dokazuje, že byl rostlinou vylučován kyslík uhlíčitý. Zvýšená hladina vody ve válci je důkazem toho, že rostlina spotřebovala část kyslíku.

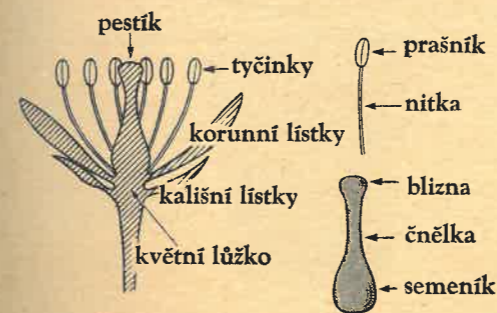
D. KVĚT

1. Sbíráání a uchovávání květů

Použijte stejné metody, která byla popsána pro sbírání listů na str. 41.

2. Rozbor květu tulipánu

Zkoumejte jednoduché květy, např. tulipánu. Spočítejte tyčinky a pozorujte, jak jsou rozmístěny kolem středního pestíku. Udělejte velké náčrtky hlavních částí květu. Označte na nich části pestíku (bliznu, čnělku a semeník) a části tyčinky (nitku a prašník).



Koncová část stonku, ze které vyrůstají jednotlivé květní části, se nazývá květní lůžko. Na květním lůžku vyrůstají ve dvou kruzích okvětní lístky. Je jich celkem šest a nejsou tvarově ani barevně rozlišeny. Takovéto nerozlišené květní obaly nazýváme okvětím.

3. Rozbor jednoduchého květu

Vezměte šest kartiček nebo kousků papíru a na každý napište jeden z těchto názvů: kališní lístky, korunní lístky, okvětní lístky, tyčinky, pestík, květní lůžko. Rozeberte opatrně květ (např. řepky, třešně, tulipánu) a jeho části umístěte úhledně na příslušné kartičky.

Některé květy lze roztrhat docela snadno, u jiných bude třeba použít nůž nebo malé nůžky. Máme-li dostatečný počet květů, bude toto cvičení velmi cenné jako samostatná práce žáků. Měli bychom k tomu vybrat jednoduché květy s jedním kruhem korunních lístků.

Vezměte jednu tyčinku a prašníkem přejděte lehce přes kousek černého papíru. Uvidíte obvykle stopy pylu.

Ostrým nožem rozřízněte semeník napříč a spočítejte v něm pouzdra (tj. části, jejichž srůstem semeník vznikl). Najděte vajíčka a prohlédněte si, jak jsou uložena v semeníku vyvíjející se semena.

4. Pozorování pylových zrn z různých květů

Obstarejte si několik květů z různých druhů rostlin se zralými tyčinkami, kde došlo již k popraskání prašných váčků a k uvolnění pylových zrn. Setřete pyl z každého květu na zvláštní kousek černého nebo tmavého papíru.

Pozorujte každý druh pylu mikroskopem a všimněte si všech rozdílů.

5. Klíčení pylových zrn

Slabý roztok cukru vlijte do mělké misky nebo na talířek. Na hladinu cukerného roztoku setřete pyl z různých druhů květů. Misku přikryjte tabulkou skla a nechte stát po několik hodin na teplém místě. Byl-li pokus úspěšný, uvidíte pylové láčky vyrůstající z pylových zrn. Pozorujte je lupou.

6. Vycházka s pozorováním kvetoucích rostlin

Uspořádejte školní vycházku, na které budete pozorovat rostliny v květu. Nenačnete-li v blízkosti školy žádné vhodné divoce rostoucí květiny, můžete podniknout výlet do blízkého okolí. Nasbírejte květiny pro školní výstavku.

7. Pozorování vývoje plodu

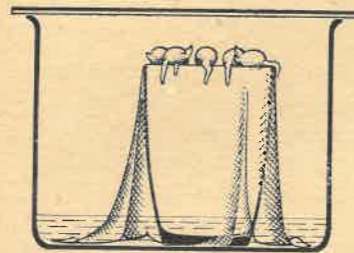
Nasbírejte květy rostlin (např. prvosenky, hrachu, rajčete) v různém vývojovém stupni od právě otevřených pupat až po rostliny s opadanými korunními lístky. Rozřízněte každý semeník, popř. vyvíjející se plod, a všimněte si změn, které nastaly při vývoji semen.

Najděte nedozrálé (ploché) lusky hrachu nebo fazolu. Otevřete je a srovnajte s plně vyvinutými. Zakrnělá semena jsou zbytky neoplozených vajíček.

E. SEMENO

1. Vhodný způsob pěstování semen

Okraj malé sklenice převažte kusem látky (např. gázou nebo flanelem). Přechýlající látku nechte viset po stranách a ponořte ji do vody, která je asi do výše 2 cm nalita



do větší sklenice. Semena (např. řepky, ředkvičky, hrachu) položte na látku. Větší láhev pak překryjte skleněnou destičkou, aby se vzduch udržel vlhký.

2. Zkouška klíčivosti semen

Čtverečný metr gázy přeložte dvakrát v téměř směru. U jednoho konce vyznačte tužkou (křídou) osm až deset čtverců o rozměrech asi 5×5 cm, popř. obdélníků přibližně stejné velikosti. Čtverce očísľujte a na

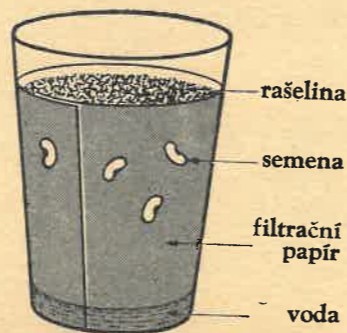


každý položte deset semen vždy z jednoho balíčku (např. semena různých brukvovitých zelenin nebo nažky kořenových zelenin). Opačný konec látky přeložte přes semena, látku sbalte a pevně zavažte provázkem.

Nechte látku se semeny nasáknout vodou a udržujte ji na teplém místě po několik dní vlhkou. Pak ji rozbalte a podívejte se, kolik semen z každého druhu vyklíčilo.

3. Zahrádka ve sklenici

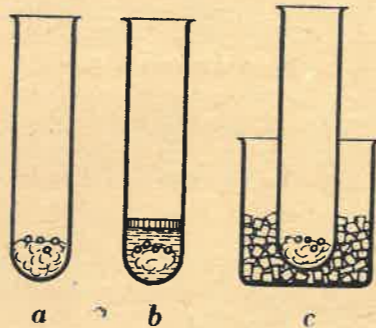
Pěstujte různé druhy semen ve sklenici. Každý žák by měl pečovat o vlastní „zahrádku“ a den ze dne zakreslovat vývoj klíčících rostlin.



Chcete-li si udělat „zahrádku ve sklenici“, vystříhnete čtverec filtračního papíru a zasuňte jej do sklenice. Vnitřek sklenice vyplňte rašelinou, vatou, dřevitou vlnou, pilinami apod. Mezi sklenici a filtrační papír zasuňte několik semen (např. hrách, fazole, semena ředkvičky, řepky). Na dně sklenice udržujte stále trochu vody.

4. Podmínky pro klíčení semen

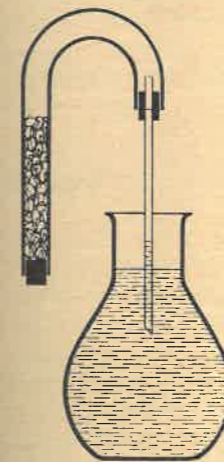
Na obrázku *a* jsou semena položena na vatě, takže k nim mají přístup vzduch, teplo, ale ne voda; semena na obr. *b* mají vodu,



teplo, avšak přístup vzduchu je znemožněn vrstvou oleje, který byl zahorka nalit na hladinu vody; v případě *c* jsou semena na navlhčené vatě a mají přístup vzduchu, jsou však uchována v chladu tím, že je zkumavka ponořena v chladicí směsi.

5. Klíčící semena přijímají kyslík

Do širšího konce zúžené ohnuté trubice vložte vlhkou vatu s naklíčenými řepkovými semeny a zazátkujte ho. Užší, otevřený konec ponořte do zředěného roztoku sody a nechte po několik dní. Roztok vystoupí do trubice. Vyjměte zátku a pře-



svědčte se hořící třískou, že v trubici zbylo málo kyslíku, nebo vůbec žádný.

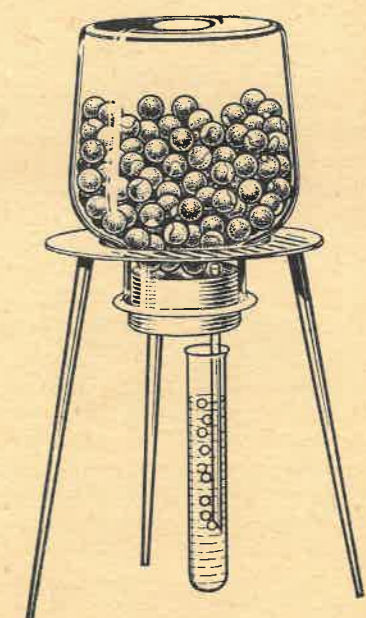
6. Stavba semena

Namočte semena fazolu, hrachu, tykve, nažky slunečnice, obilky kukuřice a jiné, které mají přibližně stejnou velikost. Odstraňte z nich slupku a opatrně je rozřízněte. Pátrejte po částech, ze kterých se semeno skládá. Botanické názvy těchto částí jsou při vyučování málo důležité, ačkoli žáci se jim možná budou rádi učit. Důležitější je, aby se žáci naučili poznávat tu část semene, která je mladou rostlinou, a tu část, která obsahuje výživné látky.

7. Zkouška plynu, který vylučují při dýchání klíčící semena

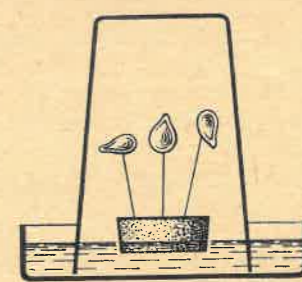
Menší láhev naplňte asi do jedné poloviny vlhkým slabě naklíčeným hrachem a uzavřete zátkou s procházející skleněnou trubičkou. Uzavřenou láhev upevněte do chemické trojnožky tak, aby hrdlo s vyčnívající skleněnou trubičkou směřovalo dolů. Trubičku pak ponořte do zkumavky s vápennou vodou.

Zvětšující se objem klíčícího hrachu bude vytlačovat vylučovaný plyn (kyslík uhličitý), který při probublávání zakalí vápennou vodu vznikajícím nerozpustným uhličitánem vápenatým.



8. Jak klíčí semena

Přes noc namočte semena tykve, fazolu nebo jiná velká semena a tři z nich napíchněte na jehly, jak je znázorněno na obrázku. Jedno napíchněte špičkou nahoru, druhé

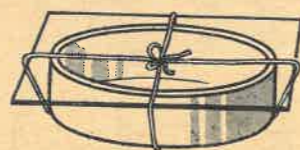


špičkou do strany a třetí špičkou dolů. Uchovávejte je ve vlhkém vzduchu a pozorujte, v kterém místě semena prorazí klíček a kterým směrem poroste.

F. BAKTÉRIE

1. Příprava k pěstování bakterií

Obstarejte si větší počet (asi 15 až 20) malých Petriho misek nebo hodinových skel o průměru 4 až 5 cm. Máte-li k dispozici hodinová skla, opatřte si ještě na jejich příkrytí diaskla 5 × 5 cm nebo 7 × 7 cm. Petriho misky i hodinová skla jsou vhodná pro pěstování bakteriálních kultur. Jako půdy, na nichž bakterie porostou, poslouží pro počáteční pokusy řízky z brambor nebo mrkve. Nakrájejte z nich řízky tlusté asi 5 až 8 mm a tak velké, aby se snadno vešly do misek.



Při přípravě misek pro pěstování bakterií je třeba pečlivě udržovat čistotu. Umyjte důkladně řízky, umyjte a vysušte misky i jejich víka a položte je na čistý bílý papír. Ruce musí být rovněž velmi čisté. Až bude vše připraveno, přeneste řízky do misek pomocí párátek nebo třisek. Diaskla přivažte způsobem znázorněným na obrázku. Misky pak dejte na velkou pánev a zahřívejte je v troubě po dobu jedné hodiny asi při 110–120 °C. Tím by se měly zničit bakterie v miskách i v půdách.

2. Naočkování bakteriálních kultur

Když misky pro pěstování bakterií vychladly, postavte je na stůl, ale neotvírejte je, dokud nebudete mít vše připraveno pro naočkování. Vhodným náčiním pro očkování bakteriálních kultur jsou párátko nebo malé třísky. Dejte 30 až 40 párátek do plechovky s víkem a sterilizujte je hodinu v troubě. Tím se zničí většina bakterií. Párátka vyberte z plechovky pinzetou a dotýkejte se pouze jednoho párátko.

Obstarejte si bakterie z co největšího počtu zdrojů. Doporučujeme tyto: a) kousek zkaženého nebo hnijícího ovoce, b) zašpiněné peníze, c) špína za nehty.

Dotkněte se párátkem zdroje bakterií a pak rychle nadzvedněte víko na sterilizo-

vané misce. Konec párátko otřete o bramborový řízek a víko opět přiklopte. Snažte se nadzvedávat víka misek co nejméně, aby se dovnitř nedostaly bakterie a plísňe ze vzduchu. Diaskla pevně přivažte a misky přeneste na několik dní na tmavé teplé místo. Jestliže se pokus podařil, uvidíte na bramborovém řízku skvrny – kolonie bakterií. Každá kolonie obsahuje mnoho tisíc bakterií.

3. Jiný typ půdy pro pěstování bakterií

Rozvařte trochu rýže nebo brambor. Vodu, kterou slijete, použijte k přípravě želatiny nebo agarů (asi 1 g na 100 ml tekutiny). K želatině přidejte špetku soli a trochu hovězího vývaru nebo polévkové kostky (masox). Použijte též druh misek a sklených vík jako v předešlém pokusu.

Do každé misky nalijte trochu horké želatinové směsi, abyste pokryli dno vrstvou tlustou 3–4 mm. Rychle přiklopte víka a nechte misky stát, dokud želatina neztuhne. Pak víka přivažte a misky sterilizujte v troubě. Než je z trouby vyjmete, nechte je vychladnout a želatinu znovu ztuhnout. Na těchto půdách se bakterie pěstují tímž způsobem jako při předešlém pokusu.

4. Očkovací jehla

Při práci s bakteriemi je užitečné mít očkovací jehlu, kterou je možno sterilizovat zahříváním v plameni. Jako rukojeť si opatřte kousek měkkého dřeva asi velikosti tužky. Ostrý konec jehly vražte pevně do dřeva a očko používejte při styku se zdroji bakterií.

5. Pokus, zda bakterie rostou lépe ve vlhku nebo v suchu

Použijte dvě sterilizované misky. Každou z nich naočkejte bakteriemi vypěstovanými v jiné misce. Bakterie přeneste sterilizovanou jehlou a rozestřete je po želatině v obou miskách. Rychle přiklopte víka. Na jednu misku dejte štítek s nápisem „sucho“, na druhou „vlhko“. První misku vysušte tak, že ji postavíte na vlahé topné těleso a při-

kryjete krabicí. Misku označenou „vlhko“ dejte na tmavé teplé místo, kde ji však nebudete vysušovat. Sledujte tyto dvě misky po několik dní.

6. Pokus, zda bakterie rostou lépe v teple nebo v chladu

Opět naočkejte dvě sterilizované misky. Jednu označte štítkem „teplé“ a druhou „chladno“. První misku dejte na místo tmavé a teplé a druhou na tmavé a studené. Misky pozorujte denně po několik dní.

7. Pokus, zda bakterie rostou lépe ve tmě nebo na světle

Naočkejte dvě sterilizované misky tak jako předtím. Jednu označte „tma“ a druhou „světlo“. První misku dejte na teplé tmavé místo a druhou na jasné slunečné místo nebo tam, kde bude na misku stále dopadat světlo elektrické výbojky. Pozorujte misky každý den po několik dní.

8. Kde lze nalézt bakterie?

Vystavte sterilizované misky působení co největšího počtu následujících vlivů nebo prostředí. Mohou to být např. čisté ruce a špinavé ruce, ubrusy pod talíře, popelnice, kašlání, kýčání, podrážky bot, čistý talíř, moucha, psi chlupy, vzduch ve třídě, kyselé mléko, špička tužky, vzduch na špinavé ulici, stojatá voda, předložka nebo koberec. Misky označte štítky a odložte je na

několik dní na teplé tmavé místo. Potom je pozorujte.

9. Ničí sluneční světlo bakterie?

Naočkejte dvě sterilizované misky bakteriemi vypěstovanými v jiné misce. Jednu misku postavte do plného slunečního světla a druhou dejte na teplé tmavé místo. Misku na světle ponechte několik hodin a pak ji dejte k druhé misce do tmy. Zkoumejte misky denně po několik dnů.

10. Ničí dezinfekční prostředky bakterie?

Vezměte několik typů dezinfekčních prostředků (např. roztok manganistanu draselného, kresolan, ajatin, slabý roztok fenolu). Naočkejte tolik misek bakteriálními kulturami, kolik máte vzorků dezinfekčních prostředků, a jednu misku navíc pro kontrolu. Půdu v každé naočkované misce opláchněte jedním z dezinfekčních prostředků a přebytek vylijte. Každou misku označte štítkem. Přiklopte víka, všechny misky včetně kontrolní postavte na teplé tmavé místo a pozorujte je po několika dnech.

11. Kde v půdě žijí bakterie?

Vyrýpněte trs jetele, vojtěšky nebo hrachu. Pečlivě opláchněte všechnu půdu z kořenů a snažte se na nich najít malé bílé uzlíky. V nich žijí bakterie, které přijímají vzdušný dusík a váží jej v podobě minerálních látek, důležitých pro úrodnost půdy.

G. PLÍSNĚ

1. Opatřování různých druhů plísní

a) Vyhledejte pomeranč nebo citrón, na němž je zelená plíseň, a ponechte jej ve sklenici na tmavém teplém místě.

b) Dejte do sklenice kousek vlhkého chleba a vystavte ho působení vzduchu. Přemístěte sklenici na několik dní na teplé tmavé místo.

c) Dejte kousek plísňového sýra (např. Nivy, Rokfóru nebo Hermelínu) do sklenice a ponechte na teplém tmavém místě.

2. Jak pěstovat plísně

Použijte sterilizované misky buď s bramborovými řízky nebo se želatinou jako při pokusech s bakteriemi. Přeneste plíseň z každého zdroje uvedeného v předcházejícím pokusu do sterilizované misky. Odložte tyto tři misky na tmavé teplé místo. Za několik dnů byste měli získat čisté kultury od každého ze čtyř pěstovaných typů plísní.

3. Stavba plísní

Když se počnou tyto tři čisté plísnivé kultury intenzivně rozrůstat, pozorujte každou z nich lupou. Snažte se najít vlákna plísní navzájem spletená jako pavučina. Z některých vláken možná vyrůstají nahoru tyčinky s černou hlavičkou na konci. Jsou to výtrusnice. V každé výtrusnici je velké množství výtrusů, které se rozletují, když výtrusnice uzrají a prasknou. Za příhodných podmínek může z každého výtrusu vyrůst nová kolonie plísně.

4. Potřebují plísně k růstu vodu?

Do sterilizované misky dejte polévkovou lžici suché rýže nebo ovesných vloček. Podobné množství vařené rýže nebo vloček dejte do druhé misky. Pomocí sterilizované očkovací jehly naočkujte obě misky plísní

z vypěstované kultury. Misky přikryjte a označte štítky. Odložte tyto misky na tmavé teplé místo a po několika dnech každou z nich pozorujte.

5. Rostou plísně lépe v teple, nebo v chladu?

Opakujte pokus 4. Tentokrát položte jednu misku na teplé tmavé místo a druhou na chladné tmavé místo. Porovnejte misky po několika dnech.

6. Rostou plísně lépe ve tmě, nebo na světle?

Opakujte pokus 4. V tomto případě přeneste jednu misku na teplé místo, kde na ni stále bude svítit světlo. Druhou misku položte na teplé tmavé místo. Prohlédněte si misky po několika dnech.

H. KVASINKY

1. Působení kvasinek na těsto

Smíchejte trochu cukru, vody a mouky v takovém poměru, abyste udělali dobré tužší těsto. Rozdělte těsto na dvě stejné části. Rozmělněte kousek droždí v malém množství vlažné vody a přimíchejte je do jednoho vzorku těsta. Položte každý vzorek těsta do jedné misky se štítkem a odložte na teplé místo. Pozorujte za několik hodin.

2. Vliv teploty na aktivitu kvasinek

Připravte stejné množství těsta jako v předešlém pokusu. Rozmělněte kousek droždí ve vlažné vodě a pak je důkladně smíchejte s těstem. Rozdělte těsto na tři stejné díly a dejte do misek nebo sklenic. Vzorky označte čísly 1, 2 a 3. Vzorek 1 uložte do chladničky, vzorek 2 na teplé a vzorek 3 na horké místo. Po několika hodinách si každý vzorek prohlédněte.

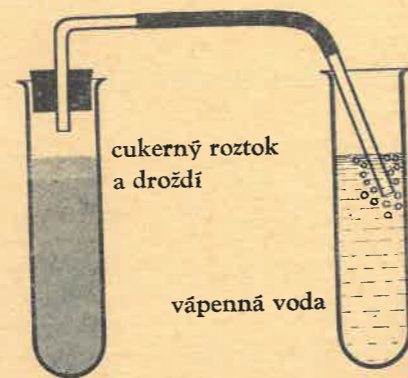
3. Kvasinky působí na cukr

Připravte si ve sklenici hustý cukerný roztok nebo roztok z medu. Do zkumavky s připraveným roztokem důkladně rozdrtte kousek droždí. Druhý kousek droždí rozdrtte

do zkumavky se stejným množstvím obyčejné vody z vodovodu. Obě zkumavky udržujte teplé. Pozorujte zkumavky čas od času a povšimněte si všech rozdílů mezi nimi.

4. Zkouška plynu uvolňovaného při působení kvasinek na cukr

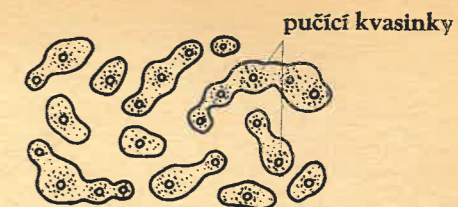
Do zkumavky dejte trochu čiré vápenné vody a jeden žák necht do ní fouká slámkou. Brzy se vápenná voda mléčně zakalí, což je důkazem vylučovaného kysličníku uhličitého. Pak dejte trochu droždí do zkumavky s cukerným roztokem. Zkumavku uzavřete zát-



kou s jedním otvorem, kterým prostrčíte skleněnou trubičku. Připojte gumovou hadici a další skleněnou trubičku asi 15 cm dlouhou. Tu pak ponořte do čiré vápenné vody. Nechte zkumavky po nějakou dobu stát na teplém místě. Pozorujte vápennou vodu.

5. Pozorování kvasinek

Na podložní sklíčko mikroskopu kápněte několik kapek cukerného roztoku s kvasinkami a pozorujte je pod mikroskopem. Uvi-



díte mnoho malých oválných buněk, z nichž každá je samostatnou kvasinkou. Možná, že také uvidíte pučící kvasinky. Tímto způsobem se kvasinky rozmnožují.

I. PĚSTOVÁNÍ ROSTLIN BEZ PŮDY (HYDROPONIE)

Některé děti se snad budou zajímat o pěstování rostlin bez půdy. K tomu je však třeba zvláštních materiálů a chemikálií. Potřebné pomůcky lze zakoupit v prodejnách zahradnických potřeb nebo v květinářství. Infor-

mace lze získat též v publikacích: Duchoň F., Kynčl J.: Hydroponie. SPN, Praha 1965. Salzer E. H.: Pěstování rostlin bez půdy. SZN, Praha 1968.

J. JEDNODUCHÉ ZAHRADNICTVÍ

Mnoho žáků má zájem o domácí nebo školní zahradu. Měli bychom tento jejich zájem podporovat a pobízet je, aby si vybrali a vypleli malý zahradní pozemek. Když je půda zryta a připravena, vyznačí si žáci záhon, na kterých mohou střídavě sázet a pěstovat drobnou zeleninu (např. hlávkový salát, ředkvičky, špenát). Každý žák si sestaví plánek, podle kterého bude osazovat svou část záhonu a každou sadbu označí jmenovkou. Žáci si také mohou předpěstovat sadbu pro svůj pozemek v truhlících, a to buď

doma, nebo ve škole. Truhlíky vhodné pro toto použití by měly být asi 10 cm hluboké, naplněné zeminou do výše 8 cm. Zde si mohou předpěstovat sazenice rajčat, zelí, květáku, kedlubnů. Po sklizni ředkviček přesadíme sazenice na uvolněné záhony. Zahradnické práce mohou být pro žáky dobrou ukázkou nejen růstu a vývoje rostlin, ale seznamují se i s péčí, kterou je nutno rostlinám věnovat. Výsledky zahradnických prací mohou být použity při průběžné výstavce.

Živočichové

1. Láhev na usmrcování hmyzu — smrtička

Vezměte láhev se širokým hrdlem, nejlépe plochou, a uzavřete ji korkovou zátkou, kterou prochází skleněná trubička rovněž s malou zátkou (vhodné pro vkládání drobného hmyzu). Láhev naplňte pilinami nebo na kousky rozstříhaným sacím papírem a zvlhčete několika kapkami octanu etylného (etylacetát), který se rychle vypařuje a hmyz usmrcuje. Láhev těsně uzavřete a ponechte tak dlouho, dokud hmyz nebude usmrcen.

2. Krabice pro uložení sbírky hmyzu

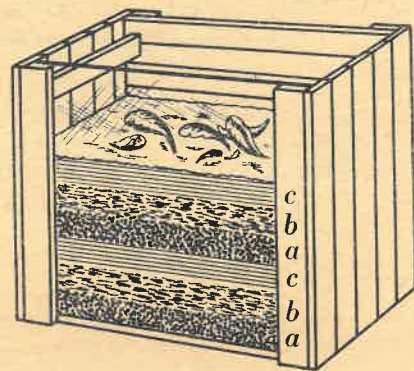
K uložení sbírek hmyzu jsou velmi vhodné dřevěné nebo lepenkové krabice. Po sejmutí hmyzu z napínadla propíchněte jeho tělo špendlíkem a zapíchněte do dna krabice (pravidelně seřazeny). U hlavičky špendlíku má být napíchnut ještě malý štítek, na němž bude uveden název hmyzu, místo a datum sběru.

Doporučuje se na dno krabice dát podklad z lisované rašeliny a přelepit bílým papírem. Dala by se použít i tenká deska bílého polystyrénu a na ni pravidelně rozmístit hmyz. Krabici hermeticky uzavřeme skleněnou deskou a oblepíme lepicí páskou. Tím chráníme sbírku před prachem a vnikáním škůdců hmyzu. Sbírkou nenecháváme na přímém světle, aby preparovaný hmyz nevybledl.

3. Chov žížal

Skleněnou nádobu (kyvetu) o rozměrech 30 × 30 × 15 cm naplňte střídavě skoro až po okraj vrstvami písku (a), zetlelého listí (b) a úrodné půdy (c). Každou vrstvu udusejte dříve, než přidáte vrstvu další.

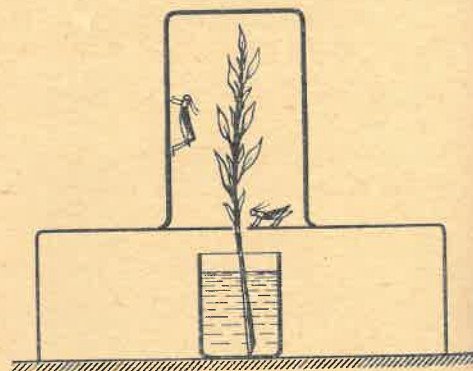
Na povrch zeminy dejte několik listů hlávkového salátu, uschlé listy, mrkev atd. zároveň s několika žížalami.



Udržujte půdu vlhkou a pozorujte chování červů.

4. Chov kobylek a pakobylek

Tento hmyz můžete chovat v převrácené láhvi od zavařeniny. Vezměte olistěnou větvičku a dejte ji do hlubší misky nebo sklenice s vodou. Aby měl hmyz více prostoru a přitom byl chráněn před utopením, dejte obrácenou krabici přes misku nebo sklenici s vodou, do dna krabice udělejte otvor a pro-



strčte jím větvičku s listy do láhve s hmyzem. Několik dalších otvorů v krabici zajistí dostatek čerstvého vzduchu.

5. Vivárium ze sklenice na zavařeninu pro chov much

Ve sklenici od zavařeniny můžete chovat mouchy a studovat jejich život a chování. Když moucha na nějakém zbytku jídla nakladla vajíčka, přemístěte ji do jiné sklenice a vajíčka postavte na teplé místo (buď na slunce, nebo na topné těleso). Za týden se z vajíček vylíhnou larvy, které se po dalším týdnu zakuklí. Aby kukly nevyschly, přidejte do sklenice trochu vlhké zeminy nebo mechu. Během několika týdnů můžete pozorovat úplný vývojový cyklus. Později je možno sledovat, zda mouchy spí. Jak přijímají potravu? Jaké jsou rozdíly mezi samečkem a samicí?

6. Skokani a ropuchy

Skokany a ropuchy chováme v teráriích s velkou vodní nádrží, která je důležitá hlavně pro skokany, aby mohli plavat. Krmíme je menšími žížalami a mouchami.

Je možno konat přesné pozorování mechanismu a rychlosti dýchání a způsobu přijímání potravy. Zastíníme-li terárium, lze pozorovat i změnu zbarvení kůže.

Skokani i ropuchy potřebují stín, je nutné dbát na to, aby terárium nebylo na prudkém slunci. Vajíčka a pulce, než jim narostou nohy, chováme v akváriích zarostlých řasami a různými vodními rostlinami.

(Pozinkované nádoby nejsou pro obojí vhodné.)

7. Akvárium ve sklenici od zavařeniny

Nemáte-li velkou skleněnou nádrž, můžete jako jednoduché akvárium použít prakticky jakoukoli skleněnou nádobu, jestliže ji hojně osázíte vodními rostlinami, jako je Elodea (douška vodní) nebo Myriophyllum (stolístek), které dodávají vodě kyslík. Sklenice od 1 kg zavařeniny zcela postačí k chovu larev chrostíků, okružáků ploských, malých korýšů a k pěstování rostlin jako jsou douška (Elodea) nebo okřehek (Lemna minor).

Vhodně osázená vydrží v dobrém stavu několik měsíců. Vrstva 3 cm čistého písku na dně zajistí chrostíkům prostor pro přežívání.

Je vhodné zapisovat si poznámky např. o kladení vajíček, všechny změny a chování živočichů.

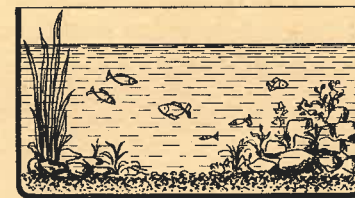
Takovéto akvárium může být základnou pro jednoduché studium vzájemných vztahů mezi rostlinami a živočichy ve stojatých vodách.

K odebírání vzorků z rybníků a potoků si můžete udělat pevnou sítku z hustého cedníku. Jeho rukojeť se pevně připoutá k tyči.

8. Akvárium pro větší vodní živočichy

Vhodné rozměry skleněného akvária jsou v půdorysu 50 × 25 cm.

K přípravě akvária si opatřte jemnou usazeninu ze dna čistého potoka nebo rybníka, pečlivě ji vyperte v tekoucí vodě a pokryjte jí dno akvária do výše asi 2 cm. Do usazeniny zasadte několik vodních rostlin a kořeny zatěžte kamenem. Pak dejte vrstvu hrubého písku a několik velkých oblázků jako úkryt pro vodní hmyz. Akvárium naplňte vodou, nechte je stát v klidu 1–2 dny, až se voda vyčistí a zasadte vodní rostliny. Je-li vodních rostlin dostatek, není třeba zavádět provzdušování.



Pak můžete přenést ryby zároveň s několika okružáky, kteří budou vyžírat řasy z akvária. Ryby krmte pravidelně drobnými vodními organismy (např. dafnie, buchanky), které v hojné míře najdete v každém rybníku. Budete-li ryby krmit červy, měli byste je dávat pouze jednou týdně, a to rozkrájené na dostatečně malé kousky. Všechnu nepotřebovanou potravu ihned odstraňte, jinak se rozmnoží plísně, které mohou napadnout ryby.

Akvárium je třeba přikrýt skleněnou deskou, aby se dovnitř nedostal prach.

9. Pozorování životního cyklu banánové mušky (*Drosophila*)

Malé láhve se širším hrdlem se výborně hodí pro pěstování banánové mušky. Na dno sklenice dejte kousek zralého ovoce a do hrdla sklenice vložte papírovou nálevku s otvorem. Láhev nechte stát nějakou dobu volně na vzduchu; když dovnitř vlezlo šest až osm mušek, odstraňte nálevku a sklenici volně zazátkujte vatou. V tomto počtu much by měly být samečkové i samičky. Samičky jsou větší a mají širší zadeček. Samečkové jsou menší a mají zadeček na konci černý.

Brzy nakladou samičky vajíčka a za dva nebo tři dny se vylíhnou larvy. Do láhve můžete dát kus papíru, po němž by larvy



mohly lézt, když se mají zakuklit. Z kulek se líhne dospělý hmyz. Přenesete-li vylíhnuté mušky do jiné láhve, můžete založit další generaci.

KAPITOLA V

Nerosty, horniny, půdy a zkameněliny

Na toulkách přírodou si žáci vedle rostlin a živočichů velmi často všimnou i objektů a jevů neživé přírody. Některé z nich je uchvátí barvou, jiné pěkným tvarem. Často tyto neživé přírodniny přinášejí do školy a učitele žádají, aby určil jejich názvy. Vyučující nesmí žáky odbýt pouhým sdělením, že to jsou přírodniny; raději je seznámí s procesy, které daly vznik nerostům, horninám, půdám a zkamenělinám. Musí jim také vysvětlit, že tyto různorodé děje ovlivnily vlastnosti neživých přírodnin. Je třeba žákům dále ukázat, jak se mění původní vlastnosti hornin působením vody, větru, rostlin, živočichů a změnami teploty. Žáci se tak učí poznávat vzájemné souvislosti mezi fyzikálními, chemickými a biologickými jevy v přírodě a vnikat do podstaty těchto jevů. V neživých přírodninách pak nevidí pouhé mrtvé kameny. Naopak učí se objevovat tajemství, které v sobě skrývá každý úlomek nerostu, horniny a zkameněliny, a snaží se v pokusech napodobit děje, které se odehrávají v přírodě.

Pozorováním, srovnáváním, pokusy, které provádějí pod vedením učitele ve třídě a na vycházkách, se žáci učí základům odborné práce. Svoji činnost pak mohou porovnávat s prací odborníků, které pozorovali na televizní obrazovce, na filmovém plátně nebo přímo v terénu a laboratoři.

A. NEROSTY A HORNINY

1. Geologická vycházka do okolí školy

První vycházka slouží především k získání zájmu žáků o neživou přírodu a k shromáždění vhodných multiplikátů nerostů a hornin pro práci ve třídě.

Na vycházku se musí učitel dobře připravit. Příprava zahrnuje:

a) studium odborné regionálně-geologické literatury a map,

b) studium odkryvů v terénu, výběr trasy vycházky a promyšlení úkolů, které bude učitel zadávat žákům během vycházky,

c) seznámení žáků s trasou vycházky, s pomůckami (kladívko, novinový papír, sáčky, poznámkový sešit, tužka, chlebník) a s vhodnou výstrojí.

Učitel s žáky navštíví např. zářez polní cesty, opuštěný lom, hlinišť, pískovnu, skaliska, řečiště potoka apod. Žáci se seznamují s rozličnými způsoby otvírání odkryvů. Nacházejí různé druhy neživých přírodnin, které se liší především barvou, zrnitostí,

tvrdostí (do vzorků ryjí hranou kladívka) a způsobem uložení.

Z větších kusů nebo přímo ze skály pomocí kladiva ulamují čerstvé vzorky, sbírají zaoblené úlomky z řečiště nebo stěn pískovny a zdůvodňují jejich zaoblení.

Jednotlivé vzorky zabalí do novinového papíru (sáčku), aby se vzájemně neporušily, a ke každému vloží lístek s místem naleziště.

2. Pozorování a srovnávání nasbíraných vzorků

Vzorky nerostů a hornin, které žáci nasbírali na vycházce, učitel roztrídí tak, aby každá dvojice měla na lavici stejné ukázky (asi 6–8 kusů). Tyto multiplikáty může vyučující doplnit i vzorky, které již má zařazené do pracovní sbírky (např. křemen, živec, slída, vápenec, pískovec, břidlice, žula, čedič, rula).

Žáci třídí neživé přírodniny podle barvy. Do jedné skupiny řadí ukázky tmavé, do druhé světlé, do třetí různobarevné. Dále si

všímají zrnitosti. Zjistí, že některé přírodní jsou tvořeny snadno pozorovatelnými zrny různé velikosti, jiné jsou celistvé. V zrnitých ukázkách sledují i tvar zrn a zjišťují, že některá zrna jsou zaoblená, jiná mají naopak ostré hrany.

Pozorují také pravidelnost v uspořádání zrn. Zjistí, že některá zrna jsou nepravidelně uspořádána, jiná jsou naopak seřazena v pružích, což vidí zejména na boku pozorovaných ukázek.

3. Odvození pojmu nerost a hornina

Žáci se již procvičili v pozorování různých vlastností neživých přírodnin. Zjišťovali barvu, tvrdost, zrnitost, tvar, velikost a uspořádání zrn. Všimli si, že některé nasbírané přírodní jsou tvořeny částicemi o různých vlastnostech (např. žula), jiné mají naopak vlastnosti stejnorodé (např. valoun křemene).

Takové stejnorodé přírodní, jejichž složení lze vyjádřit chemickým vzorcem, se nazývají nerosty (sůl kamenná).

Seskupením nerostů do větších těles vznikají horniny. Horniny jsou většinou směsí různých nerostů. Žula se např. skládá z křemene (podobný ledu), živce (šedý nebo růžový) a význačně lesklé slídy. Menší množství hornin vzniklo seskupením jednoho nerostu (např. vápenec).

Roztříďte vzorky do dvou skupin. Do jedné dejte nerosty, do druhé horniny.

4. Vznik nerostů

Do skleničky od hořčice nalejte trochu vlažné vody, ve které rozpustíte lžičku kuchyňské soli. Dvě kapky takto vzniklého roztoku dejte pomocí tužky nebo očního kapátka na hodinové sklíčko (nebo podložní sklíčko) a nechte zvolna odpařovat na tělese ústředního topení nebo nad plamenem lihového kahanu. Lupou (mikroskopem) pozorujte vzniklé krystaly.

V zimním období sledujte vznik ledových krystalů na okenní tabuli.

Podobným způsobem (např. vylučováním z roztoků), tuhnutím magmatu vznikla před dávnými dobami řada jiných nerostů, které jste pozorovali na ukázkách.

5. Vznik hornin

a) Skleničku od hořčice naplňte asi do jedné poloviny vodou, přidejte hrst říčního písku a bahna a lžičkou dobře promíchejte. Pozorujte usazování materiálu ve vodě a vysvětlete vznik vytvořivších se vrstev na dně skleničky. Porovnejte vzorek s horninami, u kterých jste zjistili podobné vlastnosti.

Horniny, které vznikly usazováním částek ve vodě nebo na suchu a často tvoří vrstvy, se nazývají horniny usazené (např. písek, bahno).

b) 6 kávových lžiček písku smíchejte na kreslicí podložce z umělé hmoty s jednou lžičkou cementu a přidejte malé množství vody. Vytvořenou směs vložte do krabičky od zápalek a nechte ztuhnout. Pozorujte barvu, tvar a velikost zrn. Vytvořili jste beton, důležitý stavební materiál. Obdobně jako beton, ovšem bez přičinění člověka, vznikl v přírodě stmelením částek písku pískovec (zpevněná usazená hornina). Na základě pozorovaných a zjištěných vlastností betonu vyhledejte v nasbíraných ukázkách podobný vzorek. Zpevněním mořského bahna vznikla jemně vrstevnatá břidlice.

Vedle usazených hornin se v přírodě setkáváme i s horninami jiného původu. Jsou to horniny vzniklé utuhnutím žhavě tekutého magmatu, které se k zemskému povrchu dostávají velkými puklinami z hlubin Země. Nazýváme je vyvřelými horninami.

Dostalo-li se magma až k samému povrchu a rychle utuhlo, vznikly horniny celistvé — např. čedič (porovnejte s tuhnutím surového železa, vytékajícího z vysoké pece). Větší část magmatu však utuhla již pod povrchem. Jednotlivé nerosty vznikaly již pomaleji a postupně. Vzniklá vyvřelina je proto zrnitá (např. žula).

Třetí skupinou hornin jsou horniny přeměněné. Vznikly za vysokých teplot a tlaků z hornin usazených a vyvřelých. Nerostné součástky jsou často vlivem teploty a převládajícího tlaku při přeměně rovnoběžně uspořádány (zvláště slídy). Toto uspořádání připomínající vrstevnatost se nazývá břidličnatost a je patrné na vzorcích z boku. Příkladem je hornina nerostným složením podobná žule — rula. (Porovnejte vznik přeměněných hornin s proměnou černého uhlí v koks vlivem vysoké teploty.)

6. Určování vápence

Na vzorky postupně nakapejte očním kapátkem malé množství octa (citrónovou šťávu, slabou kyselinu chlorovodíkovou). Přijde-li kyselina (ocet a citrónová šťáva jsou kyseliny) do styku s vápencem, uvolňuje se z něho plyn — kysličník uhličitý, což se projevuje šuměním.

Kápnete-li kyselinu na cement nebo vápno, reaguje podobně.

Vysvětlete, z čeho se vyrábí cement a vápno.

7. Sbírka nerostů a hornin

Roztříděné a určené vzorky nerostů a hornin označte čísly. Čísla napište buď na čtve-

řky bílého papíru (1×1 cm) a přilepte, nebo raději vzorky označte přímo fixovou tužkou.

Zhotovte si z tvrdého papíru krabičky 6×9 cm a do nich vložte označené vzorky. Takto uspořádané ukázky vložte do větší krabice, na jejíž dno připevníte číselný seznam s názvem nerostu nebo horniny a s místem naleziště. Vzorky můžete položit i přímo na dno velké krabice a od sebe je oddělíte papírovými příhrádkami (obdobně jako jsou odděleny vánoční ozdoby při uskladnění). Tuto pracovní sbírku mohou žáci doplňovat vlastními sběry.

Z nejlepších ukázek vytvořte výstavku na téma Nerosty a horniny okolí školy.

B. PŮDY

1. Průzkum půd v nejbližším okolí školy

a) Na různých místech (u řeky nebo potoka, na svahu apod.) odeberte do igelitových sáčků lopatkou nebo rýčem půdní vzorky z hloubky asi 5 cm od povrchu. Malé množství odebrané zeminy zkoumejte hmatem mezi prsty a určete půdní druh podle těchto vlastností:

písek je zřetelně hmatatelný a částice neulpívají na prstech — půda písčitá;

písek je jen částečně hmatatelný, částice ulpívají na prstech (zašpiní prsty) — půda hlinitá;

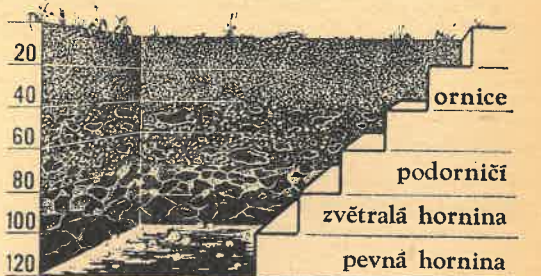
písek není hmatatelný, částice jsou na omak mastné, za vyšší vlhkosti se lepí na prsty — půda jílovitá.

Které druhy půdy jste zjistili v okolí školy? Sáčky s půdními vzorky a s vloženým lístkem, na které jste napsali místo odběru, zanechte do školy.

b) Navštivte příležitostný odkryv (výkop kanalizace apod.) a sledujte průřez půdou — tzv. půdní profil. Není-li v okolí vhodný odkryv, vykopajte na školním pozemku sondu o rozměrech 150×60×120 cm. Sondu hlubte schodovitě, aby do ní byl snadný přístup.

Zarovnejte polní lopatkou nebo rýčem část stěny a studujte barvu a zrnitost v různých hloubkách profilu. V horní části je půda

obvykle tmavší a jemně zrnitá. Částice se spojují ve shluky (půda strukturální). Nazývá se ornice, neboť je při obdělávání půdy prorávána. Spodní část je většinou světlejší, hruběji zrnitá (úločky nerostů a hornin) a přechází často naspodu v tvrdou horninu.



Tato část se nazývá podorničí. Lopatkou odeberte do sáčků asi jednokilogramové vzorky ornice i podorničí k podrobnému rozboru vzorků ve škole. Je-li odkryta hornina, odlomte pomocí kladívka i horninový vzorek a úlomky rozpadající se horniny. Vzorky označte a zabalte.

2. Vznik půdy

Jeden menší vzorek horniny, který jste odebrali v odkryvu, položte asi na pět až deset minut na horkou plotěnku elektrického

vaříče. Pomocí kleští rozpálený vzorek opatrně ponořte do větší nádoby, která je naplněna studenou vodou. V důsledku náhlé změny teploty se hornina prudce smršťuje a puká. Rozpadávání horniny vlivem změny teploty je prvním stadiem při vzniku půd. Nazývá se fyzikální zvětrávání. Porovnejte vzorek navětralé horniny, který jste odebrali ze spodní části podorniči, s čerstvou horninou. Zjistěte úderem kladívka (horniny umístěte na podložku z umělé hmoty a přikryjte hadříkem, aby se úlomky nerozlétávaly) pevnost obou vzorků. Porovnejte barvu čerstvé a zvětralé horniny.

3. Složení půdy

a) Malé množství zeminy z obou vzorků vložte do dvou zkumavek a zahřívejte nad plamenem lihového kahanu. Stěny zkumavky se brzy orosí. Vysvětlete, jak došlo k orosení.

b) Dvě skleničky od hořčice nebo od kompotu naplňte do poloviny vodou a do jedné z nich přidejte hrst zeminy („půdy“) z ornice, do druhé z podorniči. Z půdních hrudek unikají do vody bubliny. Vysvětlete jejich původ.

c) Vzorky v obou skleničkách rozmíchejte lžičkou a pak je nechte asi 30 minut v klidu. Pozorujte složení usazeniny na dně i plovoucích částic ve vodě. Změřte výšku jednotlivých vrstviček (písčitou, hlinitou, jílovitou) v obou skleničkách a vzájemně porovnejte.

d) Vyjměte některou z plovoucích částic lžičkou a určete. (Části rozkládajících se kořenů a listů = humus.)

e) Odsajte opatrně vodu ze skleniček (trubičkou nebo násoskou) a proveďte rozbor součástek z jednotlivých vrstviček (hmatová zkouška, pozorování lupou).

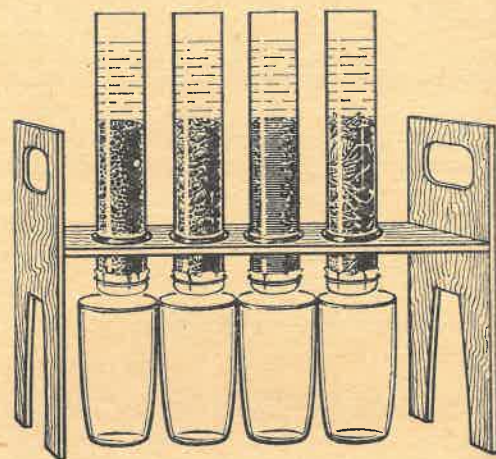
f) Z ornického vzorku vyjměte půdní hrudku a kápněte na ni trochu kyseliny. Často dochází k šumění. Porovnejte se zkouškou na vápenec.

Které složky jste zjistili v půdě? Jaký význam mají pro růst rostlin?

4. Pohyb vody v půdě

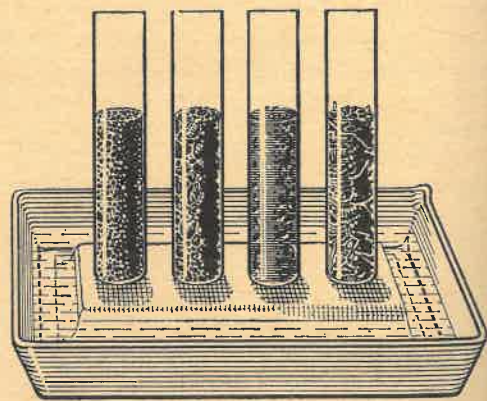
a) Propustnost půdy. Čtyři stejně široké, průhledné trubice (z plexiskla nebo skla) o délce 15 až 20 cm uzavřete na jednom konci plátnem nebo gázou, které připevníte

pomocí gumičky. Trubice zaplňte do výše 10 cm různými půdními vzorky z okolí školy. Do první trubice vložte písčitou zeminu, do druhé hlinitou, do třetí jílovitou a čtvrtou naplňte kompostní zeminou. Trubice umístěte do stojanu (zhotovíte jej v hodině ručních prací podle obrázku) a pod každou z nich postavte skleničku od hořčice. Na všechny vzorky nalijte stejné množství vody a pozorujte, jak rychle voda protéká a jak velké množství vody proteče do každé skleničky.



Určete pořadí vzorků podle propustnosti a zdůvodněte rozdílné prolínání vody půdou. Sledujte i barvu proteklé vody a odůvodněte, čím je způsobeno její zbarvení.

b) Jímavost půdy. Připravte si fotografickou misku a naplňte ji asi do výše 2 cm vodou. Na dno misky vložte 2,5 cm vysoké prkénko, na které položíte několikrát přeložený sací papír tak, aby jeho konce byly ponořeny do vody. Místo prkénka mů-



žete použít i víčka od zavařovacích sklenic apod. Na takto připravený stolek umístěte průhledné válce se suchou zeminou, stejně upravené jako v předcházejícím pokusu, a pozorujte, který vzorek nejrychleji nasává vodu. Úplně nasátí vzorku vodou poznáte podle lesknoucího se povrchu zeminy. (Při tomto pokusu můžete také trubice umístit do stejného stojanu jako v předešlém pokusu. Konce trubic sahají do vody, kterou jsou naplněny skleničky od hořčice.)

Podobně nasávání sledujte při vysávání inkoustu sacím papírem. Vysvětlete tento pohyb.

5. Úrodnost půdy

Připravte si dva menší květináče, jeden naplňte ornici, druhý zeminou z podorniči. Do takto připravených květináčů zasadte semena hrachu nebo jiných plodin. Květináče umístěte na světlo a rovnoměrně zalévejte. Vedte si písemný záznam o době vzházení, rychlosti růstu (každý třetí den změřte pravitkem velikost rostlin). Vysvětlete rozdíly v růstu.

6. Působení srážkové vody na půdu

a) Do víka od krabice z umělé hmoty navršte malou hromádku písčité půdy. Povrch půdy v blízkosti vrcholu zalévejte vodou z malé kropicí konve. Pověšměte si přemísťování částic k okraji hromádky a vymílání stružek (eroze).

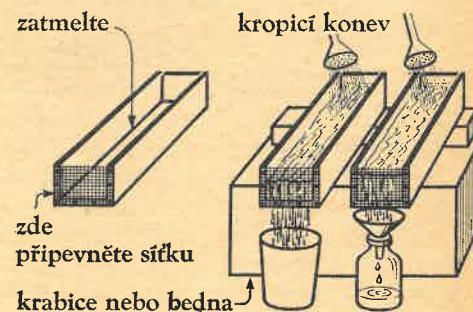
b) Navršte podobnou hromádku písčité půdy a pokryjte ji drnem. Opět zalévejte

vodou. Sledujte, zda i nyní dochází k přemísťování součástek půdy k okraji víka a zda se tvoří stružky.

7. Ochrana půdy proti erozi

Zhotovte dva truhlíky podle obrázku.

a) Truhlíky naplňte nakypřenou zeminou a oba stejně nakloňte. Tyčkou udělejte na povrchu zeminy rýhy, v jednom žlábků podélně, v druhém napříč. Oba zalévejte stejným množstvím vody. Pozorujte rozdílnost působení eroze v obou truhlících, rychlost a zbarvení stékající vody, která odtéká do nádob umístěných pod okrajem níže položených truhlíků. Navrhněte způsob orby na svahu a zdůvodněte.



b) Opět naplňte truhlíky nakypřenou zeminou; zalévejte je tak dlouho, dokud voda nevytvoří výrazné stružky. Nyní zataraste stružky v určitých vzdálenostech kaménky a větvičkami. Opět zalévejte a pozorujte, jaký účinek mělo přehrazení stružek. Navrhněte podobná opatření v okolí školy, kde jste zjistili výmolné stružky.

C. ZKAMENĚLINY

1. Naleziště zkamenělin

Zkamenělí živočichové a rostliny se nacházejí nejčastěji v jemnozrnných usazených horninách. Budeme je proto hledat v odkryvech, kde vystupují mořské usazeniny — břidlice, vápenec a jemnozrnné pískovce. Jejich získávání nám usnadňuje vrstevnatost těchto hornin.

Pomocí kladívka oddělujte od sebe jednot-

livé vrstvy a pozorně pozorujte jejich povrch. Pěkné ukázky často najdete i v navětralé hornině při horním okraji odkryvu.

Zkameněliny rostlin získáte i z černého uhlí, zejména z jílovitých hornin, které se odhazují jako nehořlavé při skládce uhlí (uhelné jílovce neboli lupky). Na plochách těchto hornin často najdeme otisky listů a kmenů kapradin, přesliček a plavuní, z kterých zuhelnatěním vzniklo černé uhlí.

2. Vznik zkamenělin

Potřete list tukem a položte jej na tabulku skla nebo na hladkou kreslicí podložku z umělé hmoty. Kolem listu umístíte proužek lepicí pásky (lepem ven) stočený do kruhu. Zevnitř proužek potřete tukem. Do takto připravené formy nalijte na list řídkou sádru. Po ztvdnutí sádry list odstraňte, vytvořil se pěkný otisk.

Do misky (např. do víčka od zavařovací sklenice, krabičky na horniny) dejte plastelínu, do které opatrně otisknete schránku škeble rybničné. Do takto vytvořené formy opět nalijte řídkou sádru, nechte ztvdnout a pak vyklopte. Vytvořilo se jádro. Obsahuje kromě otisku povrchu schránky i její výplň.

Podobným způsobem vznikly v přírodě zkameněliny. Pevné části těl živočichů i rostlin byly zakryty náplavy, z kterých stmelením vznikly pevné usazené horniny.

3. Sbírka zkamenělin

Budete-li mít dostatek trpělivosti, jistě časem najdete pěknou zkamenělinu živočicha nebo rostliny. Podle návodu zhotovte odlitky (kopie) a vyměňujte si je mezi sebou. K zhotovení trvalých kopií použijte kromě sádry i jiné hmoty (např. umělou modelovací hmotu modurit).

Označené zkameněliny nebo jejich kopie uložte do krabice podobným způsobem jako vzorky nerostů a hornin.

D. SHRNUJÍCÍ EXKURZE

Poznali jste mnoho vlastností neživých přírodnin a na pokusech jste si objasnili děje, kterými vznikly. Vyjděte si opět do přírody po trase, kterou jste prošli na školních vycházkách. Cestou se snažte vysvětlit vznik jednotlivých pozorovaných hornin (písku, břidlice apod., půdy, výmolů, stružek, údolí, zkamenělin aj.). Sledujte působení organismů na horniny a půdy. Pozorujte i čin-

nost člověka v přírodě. Snažte se pohovořit s odborným pracovníkem přímo v lomu, cihelně, pískovně a podobně. Dbejte přitom vždy o svoji bezpečnost. Cestou domů vám již bude vše srozumitelnější.

V duchu se vám pak budou promítat obrazy dějů, kterými vaše krajina procházela během svého vývoje.

KAPITOLA VI

Astronomie

Astronomie je vždy zajímavé téma jak pro žáky základní školy, tak pro studenty vyšších ročníků. Mnohdy se základním astronomickým pojmům vyučuje popisně — to znamená, že žáci o nich pouze čtou. V této kapitole předkládáme řadu pokusů, které učitelé umožní, aby některé pojmy odvodil z pozorování a pokusů.

Nesnažili jsme se pokusy nějak odstupňovat. Doporučujeme, aby učitelé sami vybrali ty pokusy, které se jim zdají nejvhodnější k probírané látce.

A. POZOROVÁNÍ HVĚZD

1. Zhotovení jednoduchého čočkového dalekohledu

K zhotovení jednoduchého dalekohledu budete potřebovat dvě lepenkové trubky, z nichž jedna těsně zapadá do druhé.

Nelze zhotovit uspokojivý dalekohled, nejsou-li k dispozici dobré čočky; o tom se přesvědčíte už při prvních pokusech.



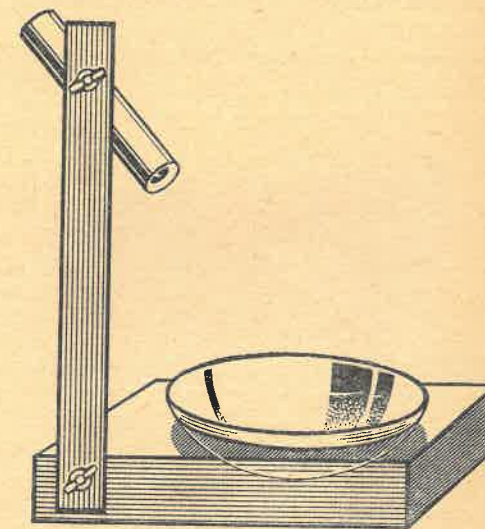
Okulár k mikroskopu (někdy i textilní nebo filatelistická lupa) má soustavu čoček, která je achromatická, tj. má zkorigovanou barevnou vadu. Taková soustava s ohniskovou vzdáleností 2 až 3 cm poslouží jako vhodný okulár, když se upevní do korkové zátky s otvorem.

K dosažení nejlepších výsledků je stejně důležité, aby také objektiv byl achromatický. Je-li k dispozici taková soustava s ohniskovou vzdáleností 25 až 30 cm, upevněte ji do širší lepenkové trubky třeba pomocí plastelíny. Objektiv i okulár je třeba nařídít do téže optické osy. Když se vám to podaří a zaostříte posunováním trubky, bude to lepší přístroj než ten, s kterým vykonal Galileo všechny své objevy.

Tímto přístrojem lze snadno pozorovat Jupiterovy měsíce, ne však Saturnovy prstny.

2. Zhotovení jednoduchého zrcadlového dalekohledu

Jednoduchý zrcadlový dalekohled lze zhotovit z dutého zrcadla užívaného při holení. Zrcadlo je uloženo na dřevěné krabici vhod-



né velikosti takovým způsobem, aby je bylo možno naklánět do různých úhlů. Ke krabici je připevněn dřevěný sloupek, jehož úhel sklonu lze rovněž měnit. Jako okuláru je použito dvou čoček s krátkou ohniskovou vzdáleností, které jsou upevněny do korkových

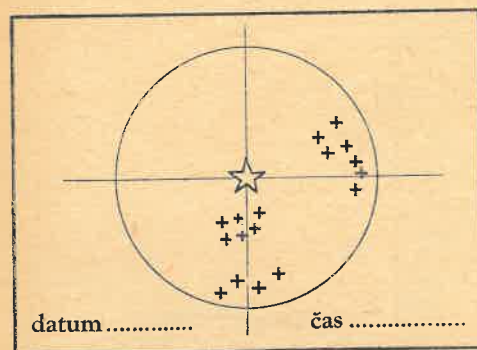
zátek a pak vloženy do krátké trubice. Upevněte tento okulár k dřevěnému sloupku přesně v ohniskové vzdálenosti od zrcadla.

3. Zhotovení přesného zrcadlového dalekohledu

Uvádět složité podrobnosti o broušení a zkoušení zrcadel daleko přesahuje záměr této knihy. Kdyby si však některý učitel přál zasvětit žáky do výroby lepších dalekohledů, odkazujeme ho např. na knihu Erhart V., Erhart J.: Praktická astronomická optika, SNTL, Praha 1955.

4. Učíme se poznávat hlavní souhvězdí a dělat hvězdnou mapu

Tato činnost se dobře hodí jako domácí úkol a nejlépe se provádí, je-li Měsíc v novu. Pak měsíční světlo nepřekáží dobré viditelnosti hvězd. Nejprve byste měli určit Polárku. Je prospěšné vzít si k porovnání balicí papír, na kterém je několik souhvězdí naznačeno dírkami propíchnutými špendlíkem. Když papír podržíte proti světlu, dírky se



stanou viditelné. Papírem můžete otáčet, dokud nepoznáte podobné seskupení hvězd. Brzy budete moci sestavit hvězdnou mapu s Polárkou jako středem.

Když se žáci tímto způsobem naučili znát několik souhvězdí, je velmi instruktivní, když nakreslí jednu mapu brzy večer a jednu těsně před spaním. Jiný zajímavý způsob poznávání souhvězdí je vzít ven tabuli a napichat na ni světélkující (luminiscentní) knoflíky, které představují hvězdy.

5. Fotografování hvězdných stop

Velmi zajímavá činnost pro žáky, kteří mají fotografické přístroje, je fotografování hvězdných stop, které vznikají v důsledku otáčení Země. Vyberte si k tomu jasnou bezměsíčnou noc a najděte místo, odkud je nerušený výhled na horizont. Zvolené místo by mělo být z dosahu rušivého světla, např. od automobilových reflektorů atd. Namiřte fotografický přístroj pokud možno přímo na Polárku a zajistěte ho buď na stativu nebo na dřevěném bloku. Přístroj zaostřete na nekonečno a úplně otevřete clonu. Závěrku přepněte na časovou expozici. Když je vše připraveno, otevřete závěrku a ponechte ji otevřenou po libovolnou dobu od jedné do šesti hodin. Čím déle bude otevřena, tím delší budou stopy hvězd. Pokuste se fotografovat hvězdy v Mléčné dráze.

6. Jak si uděláme konstelárium

Konstelárium je jednoduché zařízení, kterým se žáci učí poznávat tvary různých souhvězdí. Vezměte lepenkovou nebo dřevěnou krabici a odstraňte jedno čelo. Na kusy tmavě zbarveného kartónu, které jsou dostatečně velké, aby zakryly čelo krabice, nakreslete tvary různých souhvězdí. Na místech, kde jsou v souhvězdí hvězdy, propíchněte na obrázcích otvory. Do krabice dejte elektrickou lampu. Když lampu rozsvítíte a před čelo krabice budete dávat různé kartóny, uvidíte jasně příslušná souhvězdí.

Jiný způsob je obstarat si několik plechovek, do nichž se vejde baterka. Do dna plechovek prorazte otvory, které znázorňují hvězdy v různých souhvězdích. Když umístíte do plechovky baterku a rozsvítíte ji, bude vycházet z otvorů světlo a budete moci pozorovat tvar jednotlivých souhvězdí. Plechovky je možno nalakovat, aby nezrezavěly, a uchovávat je po více let.

7. Planetárium z deštníku

Jelikož deštník má kulovitý tvar, můžeme jeho pomocí zobrazit část oblohy. Blízko středu na vnitřní část starého velkého deštníku vyznačte křídou Polárku. Podle hvězdné mapy označte křížky polohy hvězd v různých souhvězdích. Až vyznačíte všechna po-

lární souhvězdí, můžete z tuhého bílého papíru vystříhat hvězdičky a nalepit je na místa křížků, nebo můžete hvězdy namalo-

vat bílou barvou. Později je možno hvězdy v souhvězdí spojit tečkovanými čarami nakreslenými bílou barvou nebo křídou.

B. SLUNCE A HVĚZDY

1. Mapa souhvězdí zvěrokruhu

Souhvězdí zvěrokruhu jsou rozmístěna podél ekliptiky v pásu širokém 16 stupňů. Tento pás je možno rozdělit na 12 částí po 30 stupních, z nichž každá obsahuje jedno souhvězdí zvané znamení zvěrokruhu.

Když Slunce vychází, má za sebou každý měsíc v roce jedno z těchto znamení, např. přibližně 21. března je za Sluncem při jeho východu znamení Berana; o měsíc později vychází Slunce ve znamení Býka atd.

Jarní znamení

březen	1	Aries	(Beran)
duben	2	Taurus	(Býk)
květen	3	Gemini	(Blíženci)

Letní znamení

červen	4	Cancer	(Rak)
červenec	5	Leo	(Lev)
srpen	6	Virgo	(Panna)

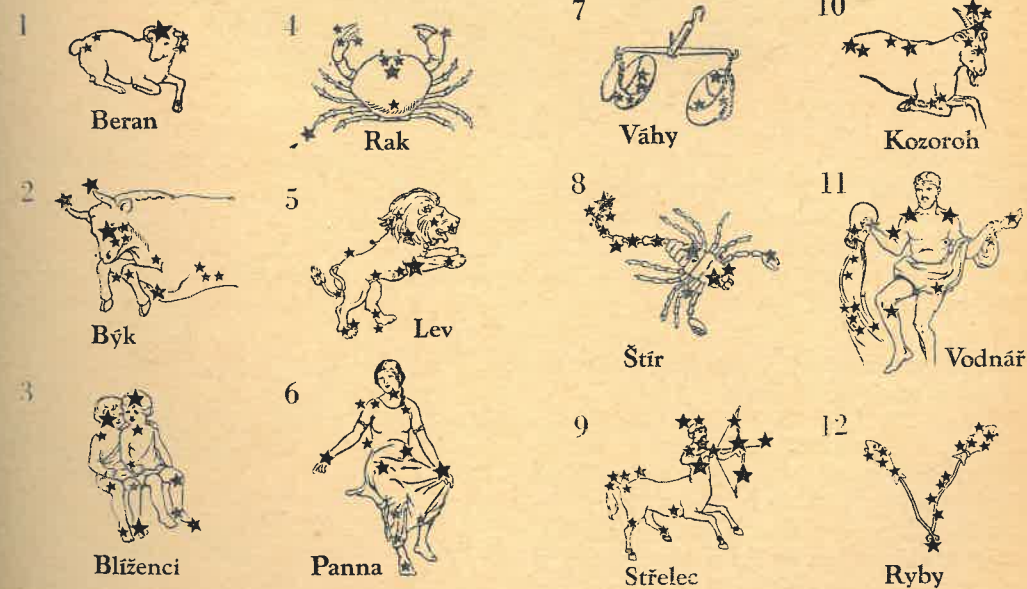
Podzimní znamení

září	7	Libra	(Váhy)
říjen	8	Scorpio	(Štír)
listopad	9	Saggitarius	(Střelec)

Zimní znamení

prosinec	10	Capricorn	(Kozorožec)
leden	11	Aquarius	(Vodnář)
únor	12	Pisces	(Ryby)

Mapa ukazuje na str. 64 souhvězdí severní oblohy. Datum na okraji udává, kdy je příslušná část oblohy o půlnoci přesně na severu. Hvězdy skutečně viditelné by měly být obsaženy v kruhu o průměru trochu menším než tři čtvrtiny celé mapy a umístěným na mapě u opačného okraje, než je žádané datum. Je-li průměr mapy 11 cm, je výhodné vystříhnout z průsvitného papíru kruh o průměru 8 cm, nakreslit na něm průměr mířící od severu k jihu a položit ho na mapu, kde bude ukazovat, která oblast je daného data



ještě křídou vyznačit oběžné dráhy planet. Tabulka na str. 65 poskytuje údaje nutné k tomu, aby byl model vyroben v měřítku.

2. Pozorování viditelných planet

Učitel může pomocí dobré hvězdné mapy snadno identifikovat planety viditelné v různých ročních dobách. Žáci by se měli také naučit určovat planety a umět je rozeznat

od jasnějších hvězd. Děti mají večerní pozorování vždycky rády. Použijte dalekohled popsaný na str. 61 nebo triedr.

3. Pozorování „padajících hvězd“

Vhodná doba k pozorování meteorů neboli „padajících hvězd“ je v srpnu nebo v listopadu. Žáci pozorují večerní oblohu a podávají zprávy o všem, co spatřili.

D. ZEMĚ

1. Foucaultovo kyvadlo dokazuje otáčení Země

Svěrka, která má uvnitř čelisti připájenou kuličku z kuličkového ložiska, vytvoří vhodný držák pro Foucaultovo kyvadlo.



Kyvadlo je nejlépe umístit v místnosti tak, aby kulička ležela na silné žiletce nebo jiném tvrdém povrchu. Když takovéto kyvadlo uvedete do pohybu, rovina kyvvů se po několika hodinách změní, což zjistíte tak, že na podlaze uděláte v okamžiku uvolnění kyvadla značku. Tento jev je způsoben tím, že se Země pod závěsem otáčí.

Závaží, kterým může být kriketový míček nebo hadrový míček naplněný pískem, se zavěsí na silonový rybářský vlasec. Délka kyvadla není důležitá; vyhovuje jakákoli od 3 do 30 m.

Musí se pečlivě dbát na to, aby ukazatel, krátký pletací drát zapíchnutý do míčku, pokračoval přesně ve směru závěsu.

Čáru označující směr kyvu na začátku pokusu narýsujte na kus bílého kartónu, který připevníte napínáčky k podlaze. Musí být umístěna přesně pod ukazatelem, když je kyvadlo v klidu.

Abyste uvedli kyvadlo do pohybu, upevněte na hřebíček zapíchnutý do závaží dlouhou nit a napněte ji tak, aby ležela ve

směru čáry narýsované na kartónu. Pak nit přepalte blízko u závaží.

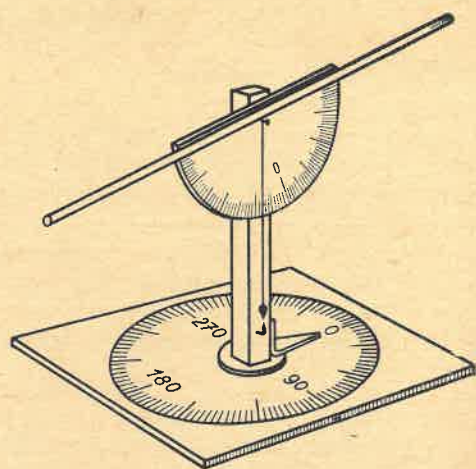
Tímto zařízením nelze získat dobré kvantitativní výsledky, k pozorování uvedeného jevu však zcela postačí.

2. Jednoduchý theodolit nebo astrolábium

Jednoduchý theodolit nebo astrolábium si uděláte tak, že k základně úhlooměru připevníte pečatním voskem nebo kličem slámku na píť.

Úhloměr je k nosné tyči připevněn šroubem, na jehož hlavě je zavěšena olovnice. Olovnice bude zajišťovat svislý směr nosné tyče a její pomocí se rovněž měří úhel, pod kterým uvidíte hvězdu nebo jiný předmět.

Zlepšený model, který umožní zjišťovat kromě výšky hvězdy nad obzorem i její polohu

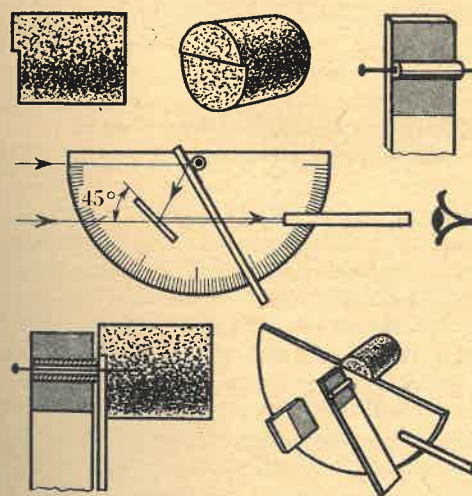


vzhledem k poledníku (azimut), je možno zhotovit tak, že se nosná tyč upevní k podstavci pomocí šroubu a dvou podložek. Kousek plechu připevněný k tyči bude ukazovat úhel na vodorovné stupnici. Takovýmito hrubými přístroji bylo dříve učiněno mnoho objevů.

3. Model sextantu

Jednoduchý sextant můžete sestavit pomocí zátky, kličku, špendlíků, skleněné trubičky, pečatního vosku atd.

Korkovou zátku na jednom konci trochu odříznete tak, aby k ní bylo možno přiložit úhloměr. Středem úhlooměru propíchněte silný špendlík, který bude sloužit jako osa otočného zrcadla. Jako závěs poslouží skleněná trubička, vytažená tak, aby jí špendlík těsně procházel, a přilepená k obdélníkovému zrcadlu o rozměrech 7 x 1 cm. Ze zrcadla, kromě prvního centimetru, odstraňte zrcadlicí vrstvu. Zbývající čisté sklo bude sloužit jako rameno přístroje a bude ukazovat úhel na stupnici úhlooměru.

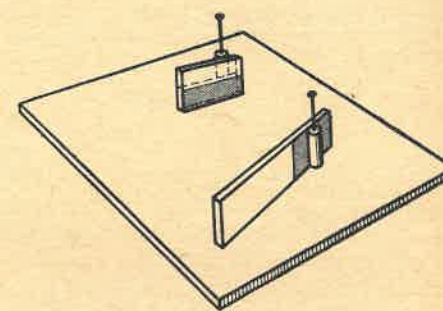


Do zářezu v úhlooměru upevněte pomocí vosku a horkého drátu pevné zrcadlo. Je vhodné udělat zářez pod úhlem 45° k základně úhlooměru. Polovinu zrcadlicí vrstvy na tomto zrcátku seškrábejte, takže bude možno pozorovat horizont zaměřovací trubicí vyrobenou ze slámky nebo skleněné trubičky a přilepenou voskem rovnoběžně se základnou úhlooměru.

Přístroj se drží pravou rukou za korkovou zátku a ramenem se pohybuje tak dlouho,

dokud se nespojí dva obrazy horizontu v čisté a zrcadlicí polovině pevného zrcadla. Úhel, který ukazuje čisté skleněné rameno, se pak zaznamená.

Nyní se opět pohybuje ramenem, dokud obraz Slunce nebo jiného předmětu v zrcadlicí polovině pevného zrcadla nesplyne s horizontem, pozorovaným přímo čistou polovinou.

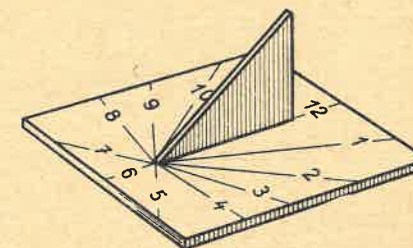


Úhel, o který se rameno pootočilo, je polovina výšky Slunce. Je-li Slunce příliš jasné, bude asi třeba se dívat přes začazené sklo nebo přes želatinový filtr.

Podobné proužky skleněného zrcadla je možno upevnit kolmo k rýsovacímu prknu tím, že skleněnými trubičkami prostrčíte velké špendlíky. Toto uspořádání je užitečné pro zkoumání dráhy světla v soustavě zrcadel na sextantu. Dráhu jednotlivých paprsků sledujte pomocí světelných svazků a špendlíků.

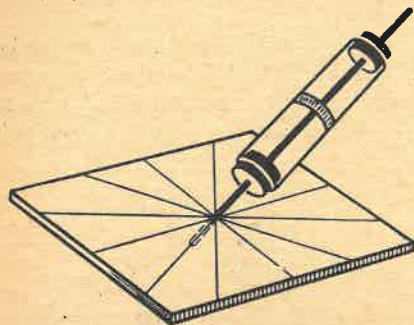
4. Sluneční hodiny

Sluneční hodiny je vhodné udělat z kovu nebo z nalakovaného dřeva, aby byly odolné vůči povětrnosti. Pro jednoduché pokusy je možno zhotovit model z lepenky.



Gnómon, který vrhá stín, je pravoúhlý trojúhelník, jehož úhel u základny je roven zeměpisné šířce místa, v kterém se hodiny

budou používat. Je přilepen v takové poloze, aby jeho přepona mířila k Polárce. Na podstavci je pak možno vyznačit hodiny.



Máte-li k dispozici skleněnou trubici o průměru asi 4 cm, můžete udělat ještě jiný typ hodin. V tomto případě bude jako gnómon sloužit silný pletací drát upevněný v podstavci pod vhodným úhlem. Stupnice, která je rozdělena na 24 stejných částí, je nalepena kolem obvodu trubice a stín pletacího drátu udává hodinu. Skleněná trubice je držena ve správné poloze korkovými zátkami.

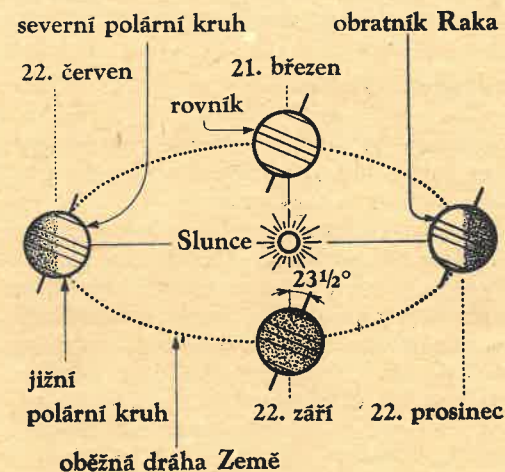
5. Jednoduchý model Země a Měsíce

Zemi může znázorňovat pomeranč, tenisový míč nebo jiný kulatý předmět napíchnutý na dřevěné tyčce nebo špejli. Kousek ohnutého drátu zapíchnutý do osy ponese kulatý kaštan, pingpongový míček nebo malý ořech znázorňující Měsíc. Měsíční fáze, otáčení Země kolem Slunce a rovněž vznik zatmění můžete znázornit tak, že model podržíte v ruce a budete chodit kolem lampy.

6. Předvedení vzniku ročních dob

Ke znázornění Země použijte dutý gumový míč, např. tenisový. Zemskou osu znázorněte tak, že míčem prostrčíte 15 cm dlouhý drát nebo jehlici na pletení. Na kus lepenky nakreslete kružnici asi o průměru 40 cm, která bude znázorňovat oběžnou dráhu Země. Body ve čtvrtinách kružnice označte jako sever, jih, východ a západ. Nad středem kružnice ve výšce asi 15 cm zavěste lampu, která bude představovat Slunce. Lze též použít rozžatou svíčku. Míč znázorňující Zemi umístěte postupně do čtyř poloh vždy s osou skloněnou asi o $23,5^\circ$. Pozorujte, která

část míče je stále osvětlena a kam dopadají sluneční paprsky kolmo: V každé ze čtyř poloh pozorujte, která polokoule přijímá šikmé sluneční paprsky.



Opakujte pokus s jehlicí kolmo k desce stolu ve všech čtyřech polohách a všimněte si, co by se stalo, kdyby zemská osa nebyla skloněna.

7. Příčiny různé délky dne a noci v některých místech

Použijte totéž zařízení jako v bodu 6. Na míči vyznačte kružnici, která znázorňuje zemský rovník. Tečkami znázorněte některá města na rovníku, na severní polokouli a na jižní polokouli. Postavte opět míč do každé ze čtyř poloh, ale tentokrát v každé poloze jím otáčejte kolem osy a pozorujte, jak dlouho jsou jednotlivá znázorněná města ve světle a jak dlouho ve stínu. Usuzujte, kdy má každý z pólů šest měsíců den a šest měsíců noc.

8. Jaký vliv má úhel dopadu slunečních paprsků na množství tepla a světla, které Země přijímá

Udělejte z lepenky trubici čtvercového průřezu 2×2 cm, dlouhou 32 cm. Obstarejte si kus velmi tuhé lepenky a uřízněte proužek dlouhý 23 cm a široký 2 cm. Přilepte ho k jedné straně trubice tak, aby 15 cm přečníval. Položte konec tuhé lepenky na stůl

a nakloňte trubici pod úhlem asi 25 stupňů. Podržte rozsvícenou baterku nebo svíčku u horního konce trubice a vyznačte na stole plochu, která je osvětlena světlem z trubice. Opakujte pokus s trubicí skloněnou o 15 stupňů a s trubicí postavenou svisle. Porovnejte velikost těchto tří skvrn a určete jejich plochu. Je množství tepla a světla vyzařovaného Sluncem a dopadajícího na 1 cm^2 povrchu zemského větší, když paprsky dopadají na povrch Země šikmo, nebo když k němu směřují kolmo?

9. Tyč vrhající stín

Na otevřeném místě na školním dvoře zarazte do země kolmo k povrchu tyč dlou-

hou 130 cm; žáci vedou záznamy o délce stínu měřeného dvakrát nebo třikrát denně v různých ročních dobách.

10. Jak se mění úhel dopadu slunečních paprsků den ze dne v touž hodinu

Do kusu papíru nebo lepenky vyřízněte kulatý otvor o průměru 1 cm. Papír s otvorem umístěte na jižní okno vaší třídy, kde sluneční paprsky budou procházet otvorem a dopadat na kus bílého papíru na podlaze, na stole nebo na okenním rámu. Nakreslete světelné stopy na papíru. Dovnitř obrysu napište datum a hodinu. Totéž opakujte v následujících dnech přesně v touž hodinu.

E. POZOROVÁNÍ MĚSÍCE

1. Pozorování měsíčního povrchu

Použijte malý dalekohled popsaný na str. 61 nebo triedr. Studujte měsíční povrch a zkoušejte, zda uvidíte některé z jeho kráterů a pohoří.

2. Pozorování měsíčních fází

Během lunárního měsíce konejte v noci pozorování a dělejte náčrtky Měsíce. Začněte při novu a pokračujte během všech čtyř fází.

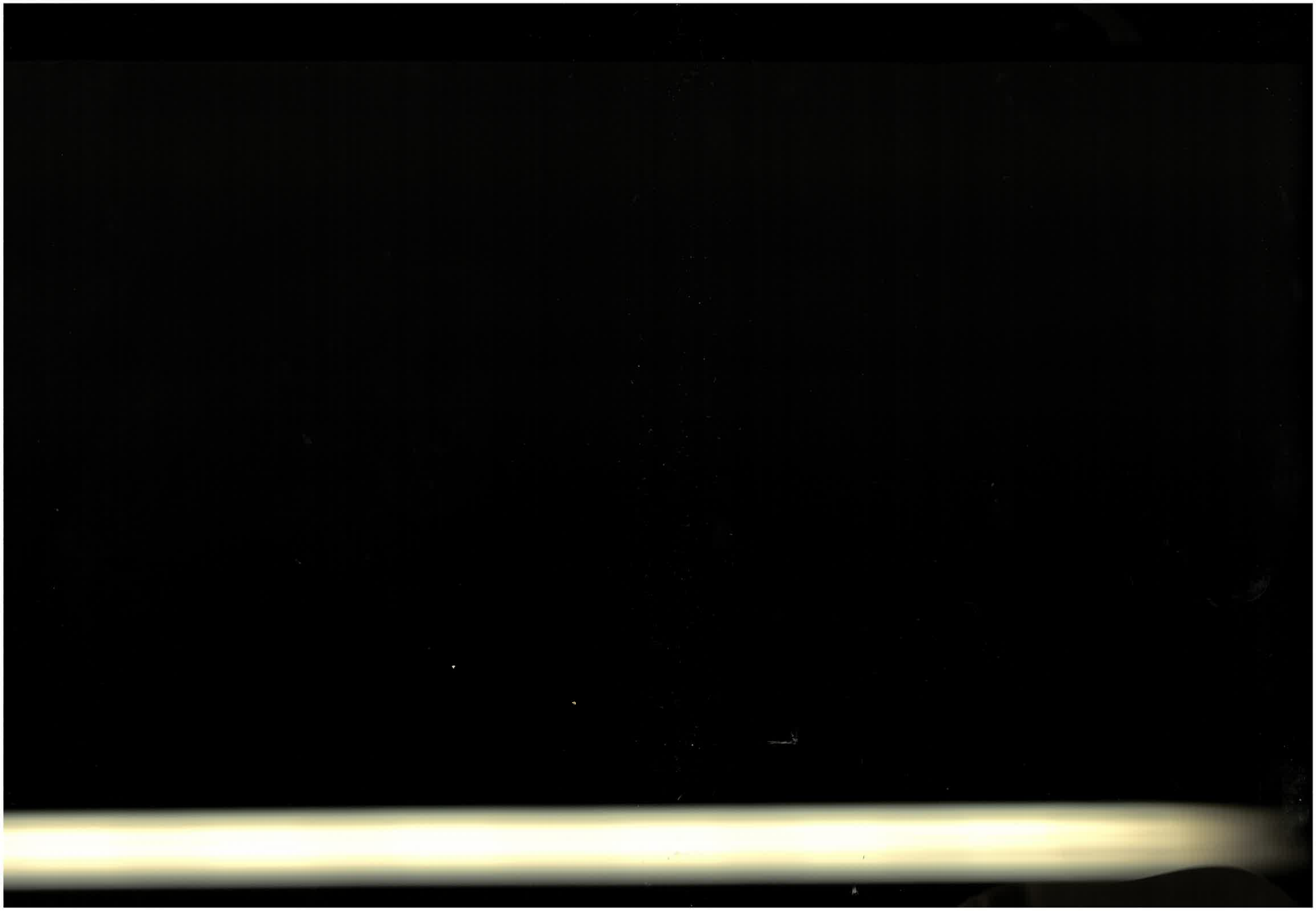
3. Příčina měsíčních fází

V zatemněné místnosti postavte na stůl rozsvícenou svíčku nebo elektrickou lampu. Gumový míč o průměru asi 8 cm nabarvěte na bílo. Držte míč v natažené ruce a postavte se zády ke světlu. Zvedněte míč dostatečně nad hlavu, aby světlo mohlo dopadat na míč. Všimněte si, která část míče je

osvětlená. Tato situace představuje úplněk. Nyní se pomalu otáčejte zprava doleva a míč přitom držte stále před sebou a nad hlavou. Pozorujte změny tvaru osvětlené části míče během celé otáčky. Vidíte různé měsíční fáze? Nyní opakujte otáčení, ale po každé osmině otáčky se zastavte a někdo jiný ať nakreslí tvar osvětleného Měsíce (míče).

4. Zatmění Měsíce

V zatemněné místnosti znázorněte Slunce pomocí rozsvícené baterky nebo svíčky. V jedné ruce držte gumový míč o průměru 8 cm, který znázorňuje Zemi. V druhé ruce držte míček o průměru 2 cm, představující Měsíc. Míč znázorňující Zemi držte ve světelném svazku vycházejícím z baterky a pozorujte stín, který Země vrhá. Nyní přemístěte malý míček neboli Měsíc za Zemi do stínu. Měsíc bude v zatmění, když bude procházet zemským stínem.



Vzduch a tlak vzduchu

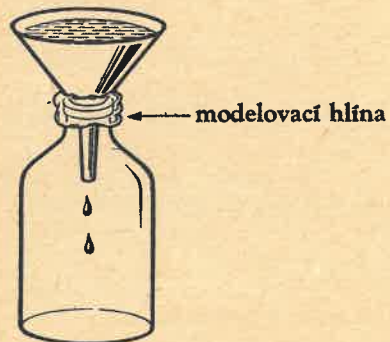
Žijeme na dně vzdušného oceánu; vzduch je jednou z nezbytných podmínek života. Při mnoha činnostech využívá člověk tlaku vzduchu. Vzduch a tlak vzduchu by tedy měly být předmětem zájmu každého hochy a děvčete.

A. KDE VŠUDE MŮŽE BÝT VZDUCH

1. Ponořte láhev s úzkým hrdlem do sklenice s vodou hrdlem dolů. Pomalu naklánějte hrdlo láhve směrem k povrchu vody. Co pozorujete? Byla láhev prázdná?
2. Dejte hrudku zeminy do nádoby s vodou a pozorujte ji. Viděli jste něco, z čeho byste mohli usuzovat na přítomnost vzduchu v zemině?
3. Dejte cihlu do nádoby s vodou. Lze prokázat, že uvnitř cihly byl vzduch?
4. Naplňte sklenici vodou a zblízka ji pozorujte. Nechte sklenici stát na teplém místě po několik hodin. Opět pozorujte. Zjistili jste nějaký rozdíl? Lze prokázat, že voda obsahuje vzduch?

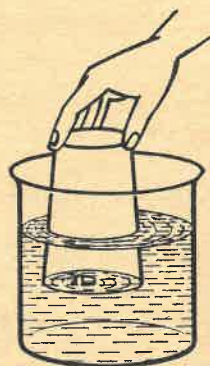
B. VZDUCH ZAUJÍMÁ PROSTOR

1. Obstarejte si láhev a trychtýř. Dejte trychtýř do hrdla láhve. Prostor kolem trychtýře vyplňte plastelínou (modelovací hmotou) a spolehlivě utěsněte. Do trychtýře lijte pomalu vodu. Co pozorujete? Co můžete z pozorování usoudit?

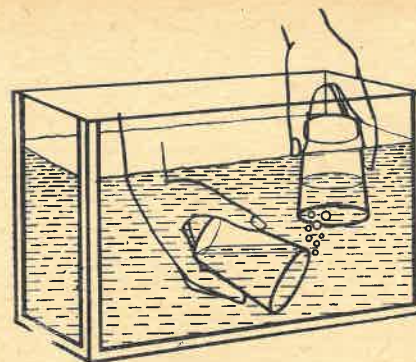


2. Opakujte pokus č. 1 a nalijte do trychtýře vodu až po okraj. Hřebíkem opatrně propíchněte v plastelině otvor do láhve. Co jste pozorovali? Proč k tomu došlo?

3. Ve velké sklenici naplněné do poloviny vodou položte na hladinu korkovou zátku. Zátka na hladině přiklopte skleničkou (dnem vzhůru). Co pozorujete? Těsně ke dnu skleničky zamáčkněte kus papíru a pokus opakujte. Namočí se papír?

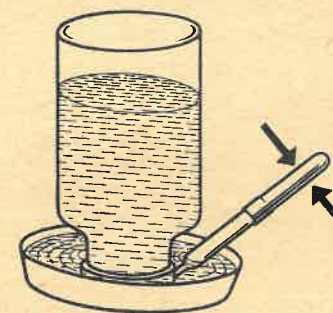


4. Opatřte si akvárium nebo velkou mísu a naplňte je téměř úplně vodou. Ponořte do akvária skleničku dnem vzhůru. Druhou rukou ponořte do akvária další skleničku. Nechte tuto skleničku naplnit vodou tak, že ji nakloníte směrem vzhůru. Nyní podržte druhou skleničku (dnem vzhůru) nad prvou. Pomalu naklánějte první skleničku a nechte vzduch pomalu unikat. Naplňte druhou skleničku vzduchem z první skleničky. Co můžete z pozorování usoudit o vzduchu?



5. Dejte do akvária vysokou sklenici. Naplňte ji vodou a nechte ji stát na dně hrdlem dolů. Pod okraj sklenice zasuňte gumovou hadici nebo slámkou a mírně do ní foukněte. Co můžete z pozorování opět usoudit o vzduchu?
6. Vysokou sklenici naplněnou vodou překlopte do mělké misky s vodou. Lze to udělat tak, že nejprve naplníte sklenici, její hrdlo přikryjete kusem skla nebo lepenky a pak překlopíte do misky s vodou. V misce pod vodou pak přiklop odstraníte. Je možno

to provést i tak, že naplněnou sklenici přikryjete miskou, i s miskou otočíte a nalijete na ni trochu vody. Okraj sklenice trochu nadzvedněte a zasuňte pod něj konec lékař-



ského kapátka. Smáčkněte kapátko a pozorujte, co se stane. Můžete to několikrát opakovat. Co z toho můžete usoudit o vzduchu?

7. Obstarejte si sklenici s těsnou korkovou nebo gumovou zátkou. Naplňte sklenici vodou tak, že v ní ponecháte jen vzduchovou bublinu. Položte sklenici na bok a snažte se vzduchovou bublinu odstranit tím, že budete tlačít na zátku. Co pozorujete? Co z toho usoudíte o vzduchu?

C. VZDUCH MÁ TÍHU

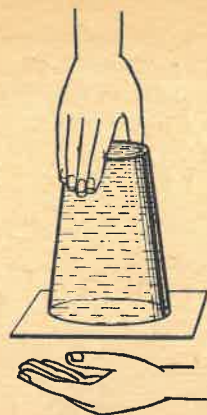
1. Vyhledejte zkusmo těžiště dřevěné tyče (např. metrového pravítka) a poněkud nad těžištěm zatlučte napříč tyčí hřebík. Hřebík položte na okraj dvou skleniček a rovnovážnou polohu páky ve vodorovném směru vyznačte jezdcem, který zhotovíte z kousku drátu. Na jeden konec tyče zavěste gumový balónek (nebo duši z kopacího míče) a proužek gumy. Nyní balónek přesně vyvažte na druhém konci tyče závažím. Na tyči označte místo, kde byl umístěn balónek a závaží. Balónek sejměte a hustilkou jej nahustěte.

Uzavřete jej proužkem gumy a opět zavěste na označené místo páky. Co pozorujete? Co z toho můžete usoudit o vzduchu? Je však třeba mít na paměti, že balónek po nafouknutí zvětšil svůj objem, a tudíž vytlačuje více vzduchu. Tím také vzrostla vztlaková síla, což pokus komplikuje. Je-li však balónek hodně nahuštěn, je možno vzrůst tíhy přece jen pozorovat. Tuto nesnáz odstraníte tak, že použijete částečně nahuštěný míč i s obalem. Při nahuštění hustilkou se objem míče podstatně nezmění.

D. VZDUCH PŮSOBÍ NA TĚLESA TLAKEM

1. Naplňte sklenici až po okraj vodou a přikryjte ji kusem lepenky. Přidržte lepenku a sklenici překlopte. Pak lepenku pusťte. Překlopenou sklenici postavte na hladký

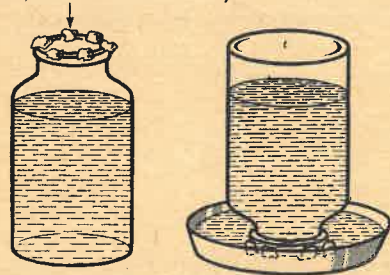
stůl a opatrně ji přesuňte z lepenky na stolní desku. Pomalu pohybujte sklenicí po stole. Můžete navrhnout, jakým způsobem lze vyprázdnit sklenici, aniž bychom rozlili



vodu po stole? Co můžete z tohoto pokusu usoudit o vzduchu?

2. Na okraj zavařovací láhve položte několik hrudek hlíny nebo několik korkových vložek z uzávěru lahví a láhev naplňte vodou. Přes hrdky položte talířek a sklenici s talíř-

kousky modelovací hlíny

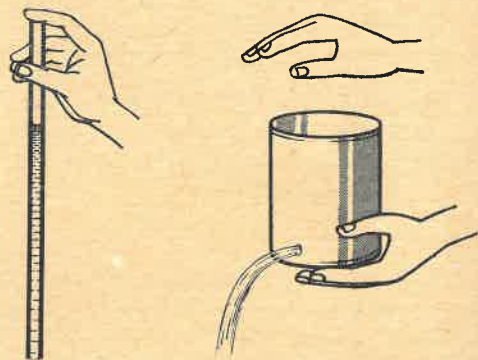


kem překlopte. Toto zařízení lze používat jako napajedlo pro kuřata. Proč zůstává voda ve sklenici? Odeberte trochu vody z talířku. Co se stane? Proč?

3. Opatřte si tenké prkénko asi 5 cm široké a 60 cm dlouhé. Položte je na stůl tak, aby asi 25 cm délky prkénka přečnívalo přes okraj. Nyní vezměte list novin a rozprostřete jej tak, aby část prkénka, která leží na stole, byla zcela zakryta. Pak pečlivě vytlačte všechen vzduch zpod papíru tím, že budete rukama papír hladit ze středu ke krajům. Úspěch pokusu závisí na tom, jak dobře odstraníte vzduch zpod papíru. Když se vám to podařilo, některý žák tyčí ostře udeří do prkénka blízko jeho volného konce. Co se stane? Co z toho můžete usoudit o vzduchu?

4. Podržte prst na konci rovné skleněné trubice nebo slámky a ponořte ji do sklenice

s obarvenou vodou. Sejměte prst a pozorujte, co se stane. Přidržeťte opět prst na konci trubice a pak zvedněte ze sklenice. Co se stane? Proč? Co z toho můžete usoudit o vzduchu?

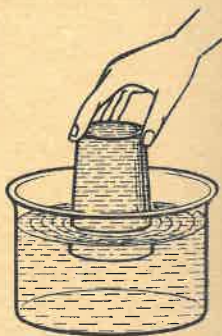


5. Do plechovky udělejte blízko dna hřebíkem otvor a naplňte ji vodou. Přiklopte těsně plechovku dlaní a voda přestane otvorem vytékat. Zvedněte ruku a voda zase otvorem poteče. Co z toho usuzujete?

6. Vyberte si vysokou sklenici nebo láhev. Smotejte kus papíru, zapalte ho a vhodte do nádoby. Přes hrdlo rychle natáhněte gumový balónek nebo je utěsněte kouskem gumy. Co pozorujete? Umíte vysvětlit, proč se to stalo?

7. Vařte vajíčko deset minut nebo tak dlouho, až bude velmi tvrdé. Odstraňte skořápku. Vyberte si láhev, jejímž hrdlem je možno vajíčko protlačit, aniž by popraskal tvrdý bílek. Vhodná je např. čtvrtlitrová láhev od mléka. Smotejte kus papíru, zapalte ho a vhodte do láhve. Do hrdla rychle vložte vajíčko, špičatým koncem dolů. Co se stane? Jak to vysvětlíte? Abyste vajíčko vyjmuli, obraťte láhev dnem vzhůru. Nechte vajíčko ležet v hrdle láhve špičatým koncem dolů. Nyní silně foukněte do láhve a pozorujte výsledek.

8. Do velké nádoby s vodou ponořte sklenici a nechte ji zcela naplnit vodou. Zvedejte sklenici dnem vzhůru, až je téměř z vody venku. Proč voda neteče ze sklenice?



9. Navlhčete okraj gumového zvonu, který používají instalatéri, a přitlačte ho k nějakému hladkému povrchu, jako je sedadlo stoličky. Pokuste se zvonem stoličku zvednout. Proč je to možné?

10. Navlhčete okraje dvou gumových zvonů. Přitlačte zvony těsně k sobě a pak se je pokuste oddělit. Proč je tak neskonné je od



sebe odtáhnout? Tento pokus je podobný klasickému pokusu s magdeburskými polokoulemi.

11. Foukněte malé množství vzduchu do balónku, který držíte v ústech. Přeneste balónek blízko ke stolní desce a přitiskněte k balónku ze strany dva čajové šálky. Přifoukněte do balónku trochu vzduchu a pak jeho ústí přiškrčením uzavřete. Jestliže byl pokus pečlivě proveden, můžete zároveň s balónkem zvednout oba šálky. Co přidržuje šálky u balónku?

12. Vyberte si dvě silné sklenice a jednu opatře límcem z vlhkého sacího papíru. Smotejte kus papíru, zapalte jej a vhodte do jedné sklenice stojící na stole. Druhou sklenici rychle přiklopte a přitiskněte k sacímu

papíru. Můžete zdvihnout dolní sklenici tím, že zvedáte vrchní? Proč?

13. Dvě silné sklenice naplňte vodou. Jednu z nich přikryjte kusem papíru a přiklopte ji na druhou tak, aby okraje na sebe přesně doléhaly. Odstraňte papír. Co se stane? Proč?

14. Do plechovky se šroubovacím uzávěrem nalijte asi 3 cm vody. Postavte otevřenou plechovku na kamna a zahřívajte ji, až voda začne vřít a z plechovky bude unikat pára. Pak ji rychle z kamen odstraňte a víčko velmi těsně zašroubujte. Nechte plechovku stát a pozorujte, co se stane. Výsledek můžete uspišit tím, že plechovku budete polévat studenou vodou, nebo ji ponořte do studené vody. Pokud plechovka neproděravěla, můžete ji pro další použití nafouknout tím, že ji uzavřenou mírně zahřejete.

Místo plechovky můžete k pokusu použít též láhev z plastické hmoty se šroubovým uzávěrem, s tím rozdílem, že do láhve nalijete trochu horké vody, dobře ji uzavřete a ochladíte ve studené vodě. Můžete provést též jiný pokus:

Sejměte víčko a na několik minut ponořte láhev až po hrdlo do horké vody. Víčko opět přiklopte a láhev ponořte do studené vody. Vysvětlete, co se děje.



E. MĚŘENÍ TLAKU VZDUCHU

1. Jednoduchý rtuťový tlakoměr

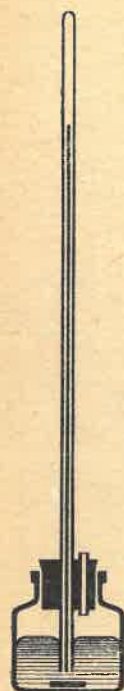
Učitel zhotoví a předvede jednoduchý tlakoměr. Sestavení pokusu je velmi náročné na opatrné zacházení, aby se rtuť nerozlila; rtuť je jedovatá. Proto žáci pokus jen pozorují.

Při přípravě pokusu postupujte takto:

Na podlaze rozprostřete velký balicí papír; rozlije-li se rtuť, zůstanou drobné kapičky na papíře a dají se snadno slít do nádoby. Krátkou gumovou hadicí připojte k trubici nálevku. Na jeden konec papíru na podlaze položte suché umývadlo nebo větší plochou misku, do ní položte zatavený konec trubice a ve velmi šikmé poloze, tj. tak, aby trubice

byla téměř rovnoběžná s podlahou, rtuť nalévejte. (Rtuť je velmi těžká, má hustotu 13,6 g/cm³ a při prudkém dopadu z výšky 85–90 cm by mohla skleněnou trubici prorazit.) Čím větší část trubice je naplněna rtuťí, tím více její polohu napřimujete. Vznikly-li v trubici vzduchové bubliny, mírným nakláněním nahoru a dolů se vám vzduch podaří ze sloupce rtuťi odstranit. Trubicí naplňte až 1 cm pod okraj. Poslední část je nejlépe doplnit lékařským kapátkem, aby se rtuť zbytečně neplývalo. Trubicí naplňte tak, aby rtuť trochu přečnívala přes její okraj. Do sklenice nebo misky nalijte rtuť do výše asi dvou centimetrů. Trubicí uzavřete prstem a ponořte ji otevřeným

koncem do sklenice se rtuť. Prst sejměte, až když je konec trubice pod povrchem rtuť. Umývadlo (velkou plochou miskou) umístěte doprostřed papíru na podlaze a celou operaci provádějte opatrně nad miskou. Vystříkne-li



při uvolnění sloupce rtuť ze sklenice trochu rtuť, zůstane zpravidla v umývadle nebo v misce; pracujete-li nepozorně, vystříkne až na balicí papír. Když tuto trubici vhodným způsobem přichytíte, nejlépe pomocí dvou svěrek Bunsenova stojanu, vyložených vatovou vložkou, bude sloužit jako rtuťový tlakoměr. Výška rtuť mezi hladinou ve sklenici a v trubici udává tlak vzduchu v milimetrech rtuťového sloupce; tlak vyvolaný tíhou rtuťového sloupce je stejně veliký jako tlak vzduchu, takže udržuje sloupec rtuť v trubici.

Jako nádržku na rtuť u trvalého tlakoměru lze použít lahvičku od inkoustu, v níž lze také udržovat povrch rtuť čistý. Dříve než naplníte trubici rtuť popsáním způsobem, najděte zátku, do níž lze tlakoměrnou trubici zasunout.

Nasaďte zátku na trubici asi 15 cm od otevřeného konce a vyřízněte v ní po straně malý zářez. Nyní přilepte na dno lahvičky přesně proti hrdlu kulatou gumovou záplatu. Naplňte trubici, na její otevřený konec nasaďte lahvičku a gumovou záplatu přitiskněte pevně k okraji trubice. Přidržujte trubici na záplatě, obraťte trubici i s lahvičkou, postavte je na stůl a do lahvičky nalijte trochu rtuť. Nyní trubici poněkud nadzvedněte, aby z ní mohla rtuť vytékat, a zasuňte zátku do hrdla lahvičky.

Pracujte opět opatrně nad umývadlem nebo nad velkou miskou položenou na rozprostřeném velkém balicím papíru na podlaze.

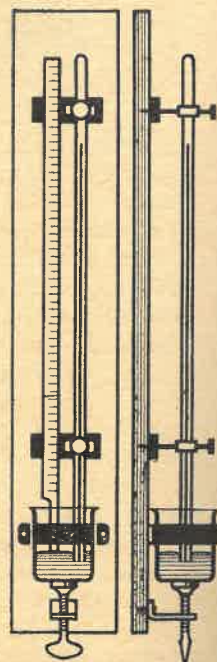
Nyní můžete tlakoměr uchytit v držáku s připevněnou metrovou stupnicí a pověsit na zeď. Přichycena by měla být horní část trubice, lahvička od inkoustu může být těsně zasazena do plechovky připevněné k držáku. Působení tlakových změn na povrch rtuť

lze předvádět tak, že se fouká nebo saje zářezem v zátce rtuťového zásobníku.

2. Fortinův tlakoměr

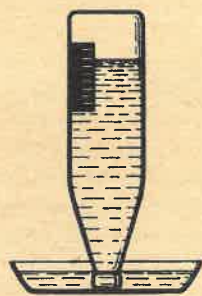
Ve školní laboratoři je možno improvizovat jednoduchý Fortinův tlakoměr. Na dvou dřevěných špalíčcích připevněných na nosném prknu je v držácích přichycena skleněná trubice, jejíž jeden konec je v zásobníku rtuť.

Zásobník, který tvoří zavařovací sklenice nebo malá kádinka, je možno posunovat nahoru a dolů pomocí šroubu ze svěrky. Tím se mění výška hladiny rtuť a udržuje se v dotyku s dolním koncem stupnice. Aby zásobník neskouzl na stranu, je chráněn mosaznou objímkou, do níž volně zapadá a která je připevněna k nosnému prknu. Stupnice je dole seříznuta, takže prvních 10 cm může dosáhnout k povrchu rtuť. Tuto část stupnice je také možno nahradit nekovovou pletací jehlicí. Stupnice je přišroubována k dřevěným špalíčkům, na nichž jsou upevněny držáky trubice. Při sestavování by se měl zásobník zaplnit až po okraj, neboť jinak je obtížné zasunout otevřený konec trubice pod povrch rtuť. Před znečištěním můžete rtuť chránit lepenkovým kotoučem, který zabrání rovněž tomu, aby děti do rtuťi sahaly.



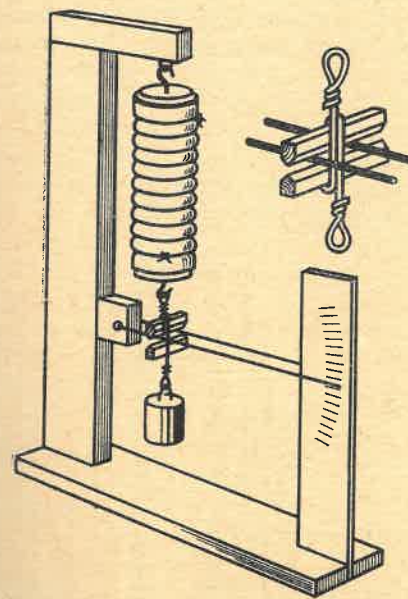
3. Tlakoměr z láhve

Láhev zčásti naplněnou vodou převraťte hrdlem dolů do misky s větším množstvím vody. Přilepíte-li zvnějšku proužek papíru, lze na tomto zařízení přibližně zaznamenávat změny atmosférického tlaku.



4. Aneroid

K zhotovení aneroidu lze použít vlnitou gumovou hadici od plynové masky nebo kulatou gumovou rukojeť. Vzhledem k mnoha možným chybám není takto zhotovený aneroid příliš přesný.



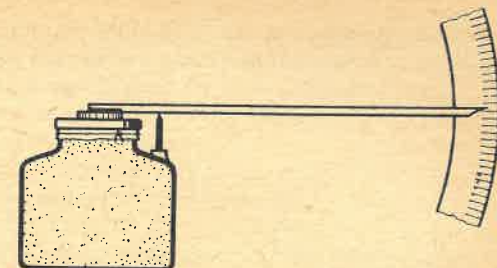
K uzavření hadice, která bude sloužit jako vakuová nádoba, jsou zapotřebí dvě gumové zátky nebo dva špalíky z hustého dřeva (bez porů). Zátky zasuneme, když je hadice stlačena. Aby držely vzduchotěsně, zalepíme je lepidlem na gumu nebo voskem a zvenčí kolem hadice je převážeme provázkem.

Závaží zavěšené na dolní zátce bude částečně působit proti atmosférickému tlaku a bude měch protahovat.

Změny atmosférického tlaku se převádějí na pohyb ukazatele.

5. Jiný typ aneroidu

Napněte kus tenké gumy, např. gumový uzávěr na zavařovací láhve nebo gumy z nafukovacího balónku, přes hrdlo malé sklenice. Níť nebo provázkem gumu převažte, přechýlící část odstříhnete a pod okraj naneste vrstvu lepidla. Z konce zátky uřízněte plátek a přilepte jej doprostřed gumy. K zátce pak přilepte dlouhou slámku nebo stéblo



z koštěte. Ze zápalky vyřízněte malý dřevěný klínek a přilepte jej na sklenici tak, aby se slámka o něj opírala. Pak udělejte stupnici a postavte ji za konec slámky.

6. Měření atmosférického tlaku hustilkou

Hustilku z jízdního kola s obráceným těsnicím kroužkem na pístu je možno použít k měření atmosférického tlaku, jak je znázorněno na obrázku. Píst lze učinit vzduchotěsným tím, že se do válce přidá trochu hustého oleje. Výfukový otvor hustilky vzduchotěsně uzavřete šroubkem a vhodnou podložkou. Plochu průřezu válce můžete vypočítat nebo změřit čtverečkovým papírem. Pak lze vypočítat tlak vzduchu v kp/cm^2 . Tíha, kterou vyrovnává tlak vzduchu, se určí tak, že se zavěšují různá závaží na hák zašroubovaný do dřevěného kolíku, který byl zaražen do rukojeti hustilky.



7. Měření atmosférického tlaku přísavným knoflíkem

Sílu potřebnou k odtržení přísavného knoflíku od hladkého povrchu lze zjistit použitím pružinových vah. Plochu, na níž atmosférický tlak působí, změřte tak, že přísavný knoflík přitisknete na čtverečkový papír.

Používejte přísavný knoflík s háčkem, nebo přivažte ke knoflíku měděný drát a vytvořte smyčku.

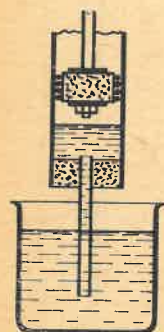
Není-li laboratorní stůl dostatečně hladký, použijte skleněnou desku. Přidržíte ji jednou rukou, zatímco druhou budete tahat za

pružinové váhy. Udělejte několik pokusů a pokud možno použijte přísavné knoflíky různé velikosti.

F. JAK ČERPADLA VYUŽÍVAJÍ TLAKU VZDUCHU

1. Jak rozdíl tlaku vzduchu vytlačuje vodu z nádoby

Zkumavku uzavřete zátkou s dvěma otvory. Do jednoho zasuňte skleněnou trubičku, která dosahuje téměř na dno zkumavky. Nalijte do zkumavky vodu a vysávejte ji skleněnou trubičkou. Pozorujte, co se stane. Nyní otvor v gumové zátce těsně uzavřete a opět sajte. Pozorujte, co se stane. Jak vysvětlíte rozdíl?

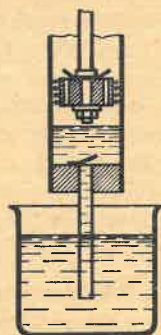


2. Jednoduchá stříkačka

Sestavte si jednoduchou stříkačku ze skleněné, kovové nebo vinidurové trubice, dvou zátek a kovové tyčky. Zátka, která bude sloužit jako píst, utěsníte tak, že ji omotáte provázkem. Druhá zátka se skleněnou, bambusovou nebo silnou slaměnou trubičkou tvoří přívod.

3. Pumpa na zdvih

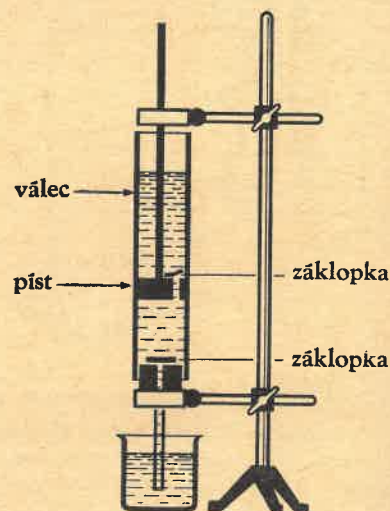
Z ruční stříkačky je možno zhotovit jednoduchou pumpu na zdvih. K přívodní trubce připevněte záklopku podle obrázku. Rozpáleným drátem propalte v pístu dva otvory a připevněte nad ně tenký kousek kůže nebo gumy, který bude působit jako záklopka. Ta se uzavře při zdvihu, při pohybu pístu dovolí však kapalině protékat dolů.



4. Pumpa na zdvih ze skleněného válce

Do válce vložte zátka s dvěma otvory, která bude tvořit píst. Netěsní-li zátka dobře, omotejte ji provázkem, abyste ji

utěsnili. Těsní-li příliš, můžete ji zmenšit smirkovým papírem. Jedním otvorem vedte železnou nebo mosaznou tyč jako pístnici. Druhý otvor přikryjte na vrchní straně zátky malou chlopní z gumy nebo měkké kůže, vyříznuté ze staré boty. To bude pístová záklopka. K pístu (zátce) ji přilepte a ještě zajistěte připínáčkem.

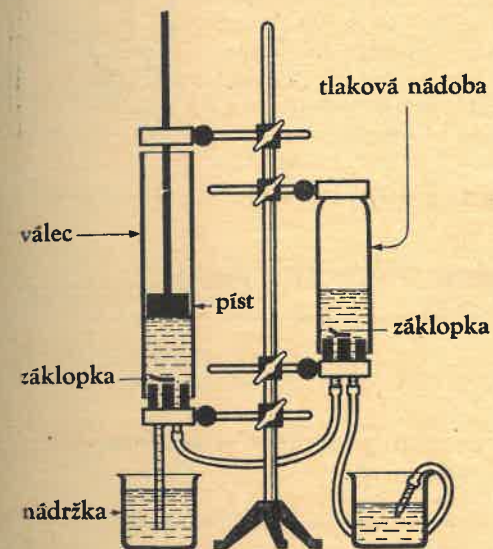


Do spodního konce válce zasuňte zátka s jedním otvorem, držící 50 cm dlouhou skleněnou trubicí. Na otvor v zátce umístěte záklopku podobně jako na pístu. To bude spodní záklopka. Dejte do mísy vodu. Připravte pumpu k činnosti tak, že na píst nalijete shora trochu vody. Pozorujte záklopky při zdvihu pístu nahoru a dolů. Jak působí tlak vzduchu při činnosti pumpy na zdvih?

5. Pumpa na tlak

Nahradte píst ve shora popsané pumpě na zdvih zátkou s jedním otvorem, v němž je zasazeno táhlo. Do spodní části válce zasuňte zátka s dvěma otvory. Do jednoho dejte 50 cm dlouhou skleněnou trubicí a nad

ni záklopku, druhým vedte krátkou skleněnou trubku. Dále dejte do skleněné láhve zátka s dvěma otvory. Do obou otvorů zasuňte přesně po dolní okraj zátky krátké skleněné trubky a nad jeden otvor dejte záklopku. Pumpu upněte do laboratorního stojanu. Rovněž upevněte láhev, a to hrdlem dolů. Jednu svěrku dejte pod zátka a druhou na horní část láhve. Nyní spojte výtokovou trubicí pumpy (trubicí bez záklopky) s pří-



G. JAK JE U NÁSOSEK VYUŽITO TLAKU VZDUCHU

1. Jednoduchá násoska

Dvě vysoké láhve naplníte asi do poloviny vodou. Spojte dvě 30 cm dlouhé skleněné trubičky 30 cm dlouhou hadicí z gumy nebo z plastické hmoty. Naplněte hadici vodou a na koncích ji stiskněte. Do každé láhve s vodou vložte jednu skleněnou trubičku a přepouštějte vodu z jedné láhve do druhé tím, že měníte jejich výšku. Pokus je zajímavější, je-li voda obarvena trochou inkoustu. Postavte obě láhve na stůl. Bude násoska fungovat? Umíte vysvětlit, jak působí tlak vzduchu při činnosti násosky?

2. Násoska s vodotryskem

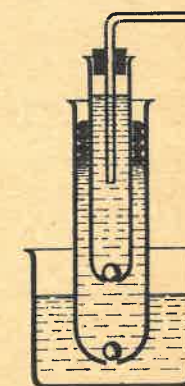
Do sklenice nebo baňky zasuňte gumovou zátku se dvěma otvory. Do jednoho otvoru

tokovou trubicí láhve (trubicí se záklopkou). K výtokové trubicí láhve (tlakové nádoby) připojte dlouhou hadici s hubicí nebo tryskou (např. kapátko). Připravte pumpu k činnosti a zkoušejte, jak daleko nebo vysoko můžete vodu dotlačit. Pozorujte záklopky. Jak se vyznačují účinnosti této pumpy? Jak se liší pumpa na tlak od pumpy na zdvih? K jakým účelům lze tuto pumpu používat?

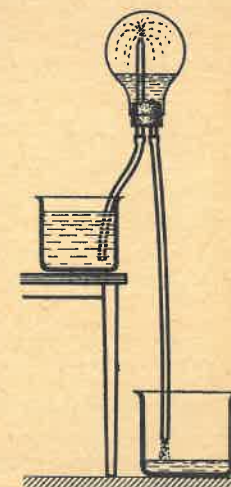
6. Pumpa na tlak ze zkumavky

Zahřívejte dno zkumavky malým plamenem a dmuchavkou v něm protavte otvor. Pak protavte otvor ve větší zkumavce a do obou dejte kuličky z ložiska nebo malé kuličky na hraní, které budou tvořit záklopky.

Vnitřní zkumavku omotejte provázkem, aby byla ve vnější zkumavce utěsněna, a uzavřete ji zátkou s trubičkou podle obrázku. Pak bude vnitřní zkumavka sloužit jako píst pumpy na tlak.



zasuňte trubicí s tryskou, která bude zasahovat asi do poloviny sklenice a na druhé straně přechýlívat asi 2 cm ze zátky. Do druhého otvoru zasuňte krátkou skleněnou trubičku přesně po okraj zátky. Na druhé straně ji nechte rovněž asi 2 cm přechýlívat. K trubicí s tryskou připojte 20 cm dlouhou gumovou hadici. K druhé trubicí připojte hadici dlouhou 1 m. Do baňky nalijte trochu vody, vložte do ní zátka a pak násosku obraťte.

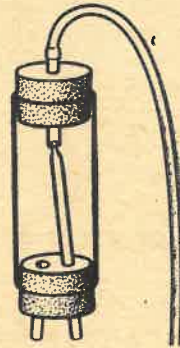


Krátkou hadici dejte do nádoby s vodou na stole a delší spusťte do kbelíku na podlaze. Vodotrysk bude lépe vidět, když vodu ve sklenici na stole obarvíte inkoustem. Můžete si udělat dvojitou násosku s vodotryskem, vyrobíte-li ještě jednu baňku podobnou prvé a spojíte-li je.

3. Násoska se samočinným spuštěním

Obstarejte si trubici ze skla nebo z plastické hmoty o průměru asi 2,5 cm a dlouhou 8 až 10 cm. Jeden její konec uzavřete zátkou s jedním otvorem, v němž bude krátká skleněná trubička, přecházející asi 1 cm přes

vnitřní stranu zátky. Druhý konec velké trubice uzavřete zátkou se dvěma otvory, Do jednoho zasuňte trubičku s tryskou, která bude procházet větší trubicí a bude zasahovat do ústí trubičky v první zátku. K této trubičce připojte dlouhou gumovou hadici. Sestavené zařízení ponořte do kbelíku s vodou, který stojí na stole, a volný konec hadice spusťte do nádoby na podlaze. Násosku bude nutno seřídít, než začne přepouštět.



H. POKUSY SE STLAČENÝM VZDUCHEM

1. Jak prokázat pružnost vzduchu

Přidržeťte palec na ústí výfukové hadice hustilky. Pak píst silně stlačte a rychle pusťte. Co se stane? Jak to vysvětlíte?



vejde do trubky. Do jednoho konce trubky vložte zátku a rychle zasuňte píst.

2. „Stríkačka“ na stlačený vzduch

Velkou láhev s úzkým hrdlem, jaké se používají na sodovku, uzavřete zátkou s jedním otvorem. Do zátky zasuňte 10 cm dlouhou skleněnou trubičku, která je na vnější straně protažena v trysku. Krátkým kouskem hadice k ní připevněte trubičku, která bude dosahovat téměř na dno láhve. Naplňte láhev asi do poloviny vodou. Zasuňte pevně zátku a přidržeťte ji prsty. Pak do láhve silně fouknete; když uvolníte tlak, namířte láhev ústím od sebe. Co se stane?

3. Vzduchovka

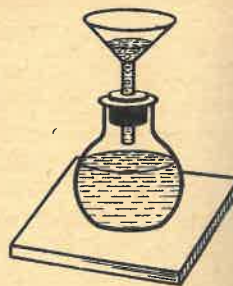
Vezměte rovný kus trubky ze skla nebo z plastické hmoty o průměru 1 až 2 cm a délce 15 až 20 cm. Vyrobtě píst tak, že na tužku navinete tolik provázku, až se těsně

4. Zvedání předmětů stlačeným vzduchem

Vyjměte duši z fotbalového nebo basketbalového míče a položte ji na stůl. Na duši naskládejte několik knih a pak do ní foukejte. Duši položte k okraji stolu a na ni desku na kreslení; na desku si sedne některý z žáků. Zvednete žáka foukáním? Zkuste to.

5. „Bublající“ láhev

Láhev nebo baňku uzavřete zátkou s jedním otvorem, v němž je trychtýř. Zasuňte zátku pevně do láhve a pak do trychtýře nalijte vodu. Láhev bude v pravidelných intervalech „bublat“.

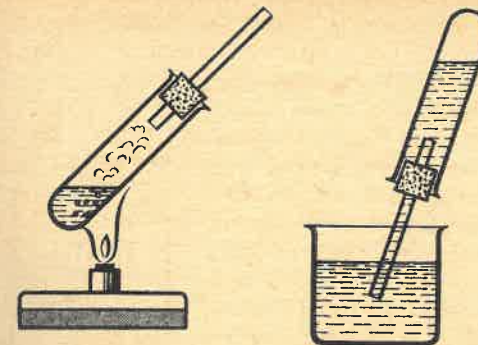


I. NĚKTERÉ ÚČINKY SNÍŽENÉHO TLAKU VZDUCHU

1. Nasávání vody tlakem vzduchu

Do zkumavky zasuňte korkovou zátku se skleněnou trubičkou. Do zkumavky nalijte

trochu vody a zahřívějte ji do varu. Pak zkumavku obraťte a otevřený konec trubičky ponořte pod hladinu vody ve sklenici. Nyní polijte zkumavku studenou vodou. Atmosfé-



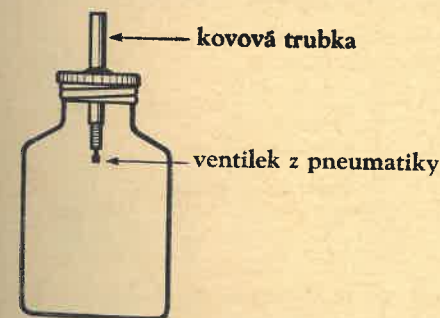
rický tlak vytlačí vodu, která téměř zcela zaplní zkumavku.

2. Jak vyrobit jednoduchou vývěvu

Otevřete ruční hustilku k jízdnímu kolu nebo k automobilu a vyjměte z ní píst. Povolte šroub, který drží kožené záklopkky. Vyměňte záklopkky a přitom je obraťte. Připevněte je zpět na píst a píst vložte do válce hustilky. Vývěva tohoto druhu bude užitečná pro mnoho jednoduchých pokusů s vakuem.

3. Jak vyrobit zvon pro pokusy s vakuem

Opatřete si velkou sklenici s vzduchotěsným šroubovacím uzávěrem. V uzávěru provrtejte otvor a připájejte do něho krátkou kovovou trubku tak, aby spojení bylo vzduchotěsné. K spodnímu konci trubky připájejte ventilek z pneumatiky (vrchní částí dolů).

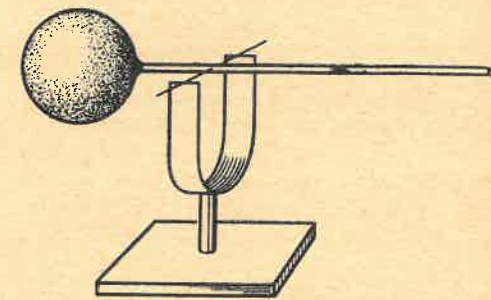


Ventilek z pneumatiky je možno zasadit do zátky v hrdle dvoulitrové láhve, jejíž dno bylo odříznuto. Jsou-li hrany hladce obrouše-

ny karborundem nebo tvrdou horninou, můžete použít kus gumy vyříznutý z velké traktorové pneumatiky jako dno, s nímž lze vytvořit vzduchotěsné spojení. Pod tento skleněný zvon můžete umístit baroskop popsany v dalším článku.

4. Model baroskopu

Kolmo k povrchu pingpongového míčku přilepte slámku nebo trubičku z plastické hmoty na limonádu. V těžišti soustavy zapíchněte tenkou jehlu, která bude osou. Opřete ji o kousek plechu, ohnutý do tvaru U a připevněný k podstavci. Žiletkou oškrá-



bejte rameno, až dosáhnete dokonalé rovnováhy. Toto zařízení vložte pod skleněný zvon a vyčerpějte trochu vzduchu. Vysvětlete, co se stane.

5. Pokus s balónem

Malý gumový balónek částečně nafoukněte a zavažte gumovou páskou. Vložte jej pod zvon vývěvy a vyčerpějte trochu vzduchu.

6. Pokus s lahví a zátkou

Malou láhev těsně uzavřete korkovou nebo gumovou zátkou. Láhev vložte pod zvon a vývěvu vyčerpějte trochu vzduchu. Co se stane? Jak to vysvětlíte?

Pokus můžete opakovat v tomto uspořádání: Uzavřete hrdlo malé láhve tenkou gumou, např. z nafukovacího balónku; gumu napněte přes otvor v hrdle a kolem hrdla omotejte několik závitů provázku. Láhev vložte pod zvon, vyčerpějte trochu vzduchu a pozorujte, co nastane. Co je příčinou pozorovaného jevu?

7. Přelévání vody pomocí sníženého tlaku vzduchu

Vezměte dvě malé láhve. Jednu naplňte asi do poloviny vodou a uzavřete ji zátkou, v které je skleněná trubička dosahující téměř na dno láhve. Na skleněnou trubičku nasuňte krátkou gumovou hadici a vložte ji do druhé prázdné láhve. Obě láhve postavte pod zvon a vyčerpajte vývěvou trochu vzduchu. Co se stane? Jak to vysvětlíte? Chcete-li, můžete vodu obarvit inkoustem.

8. Jiný pokus s balónem

Gumový balón vsadte na hrdlo malé láhve. Obojí vložte pod zvon a vývěvou vyčerpajte trochu vzduchu. Co se stane? Jak to vysvětlíte?

9. Vztah mezi objemem a tlakem vzduchu

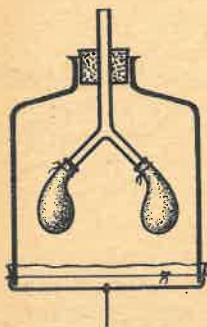
Připravte si gumovou zátku, která těsně zapadá do úzké sklenice, odměrného válce nebo velké lékovky. Jako zátku můžete použít též gumovou vložku, která se používá do trubkových noh stoliček a stolů, uříznete-li širší okraj vložky. Připevněte ji k spodnímu konci dřevěné tyče. Na horní konec tyče upevněte víčko od plechovky, které bude tvořit misku na závaží. Takto vytvořený píst namažte slabě vazelinou nebo hustým strojním olejem. Pístem uzavřete vzduch ve sklenici; na misku dávejte různá závaží a vždy měřte objem vzduchu ve skleněném válci. Jak se mění objem uzavřeného vzduchu s rostoucím tlakem?



J. VZDUCH V LIDSKÉM TĚLE

1. Jak pracují plíce

Do hrdla velké láhve, jejíž dno je odříznuto, dejte zátku s trubicí tvaru Y. (Nemáte-li trubičku tvaru Y, spojte dvě zahnuté trubice širší gumovou hadicí a utěsněte je tmelem. Druhý konec hadice nasadte na širší skleněnou trubičku procházející zátkou.) Na každou z dolních větví této trubice přivažte gumový balón nebo duši do malého míče.



Přes sklenici převažte kus balicího papíru nebo gumy, v jehož středu je provlečen a voskem zalepen provázek. Když se za provázek zatahne, membrána se sníží, vzduch se nasává do Y-trubice a balóny se rozpínají.

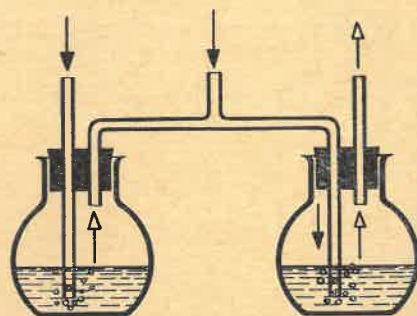
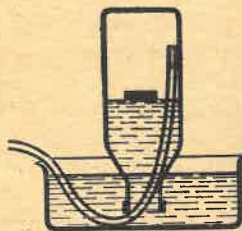
Stlačení membrány nahoru má opačný účinek.

2. Měření objemu vzduchu v plicích

Obratě láhev plnou vody tak, aby její hrdlo bylo pod hladinou vody v misce. Za-

suňte do hrdla skleněnou nebo gumovou trubicí a vyfoukněte všechnen vzduch z plic do láhve.

Nastavte hladinu vody v láhvi tak, aby tlak vzduchu v láhvi se rovnal tlaku atmosférickému*, a na stěnu láhve přilepte kousek lepicí pásky. Zvedněte láhev a změřte objem vody, kterým se láhev naplní až po tuto značku.



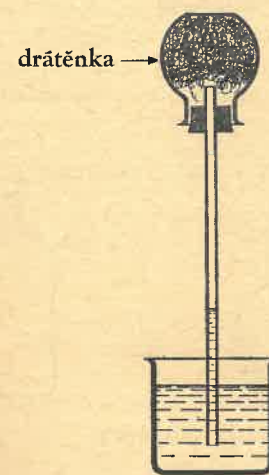
*tj. hladiny vody v láhvi a v misce jsou ve stejné výšce

3. Vydechovaný vzduch obsahuje kyslíčník uhlíčitý

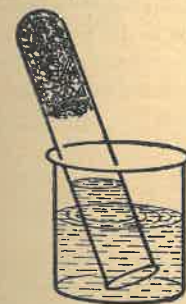
Dvě baňky jsou spojeny tak, že dýcháte-li přes trubicí tvaru T, všechnen vzduch pro-

K. NĚKTERÉ CHEMICKÉ ÚČINKY VZDUCHU

1. Malý chomáč drátěnky vyperte v benzínu nebo v chloridu uhličitém (tetrachlóru), abyste jej zbavili veškeré mastnoty. Vymačkejte jej a pak načechejte. Jakmile drátěnka uschne, dejte ji do baňky uzavřené zátkou



se 40 cm dlouhou skleněnou trubicí. Postavte baňku a trubicí do sklenice s vodou tak, aby konec trubice zasahoval pod hladinu. Pozorujte za několik hodin. Co se děje? Jak to vysvětlíte?

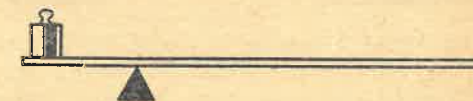
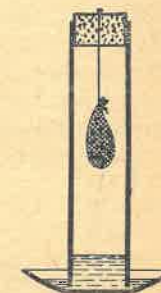


3. Železné hřebíčky nebo připínáčky zabalené v gázu zavěste na zátku ve skleněném válci. Válec postavte do misky s vodou. Po čase voda vystoupí do trubice. Místo válce

bublává vápennou vodou v baňkách. Jedna trubice je při nasávání vzduchu prstem uzavřena, druhá je uzavřena při jeho vypouštění.

můžete použít např. láhev od mléka s uříznutým dnem.

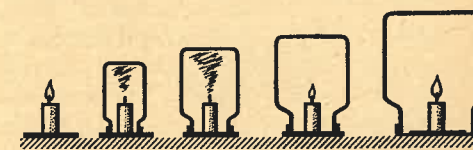
4. Ocelové měřítko nebo jiný ocelový předmět vyvažte na ostří nože pomocí mosazného závaží nebo kamenu. Ponechte několik dní ve vlhkém vzduchu nebo na okenní římsce a



pozorujte účinek rzi na delší rameno páky. 5. Bez pracného zařízení je velmi obtížné dokázat, že kyslík je nezbytný k hoření. Nicméně existuje mnoho pokusů, které ukazují, že má-li pokračovat spalování, je třeba stále dodávat čerstvý vzduch (obsahující kyslík).

Svíčky 5–8 cm dlouhé přilepte na lepenkové podstavce roztaveným parafínem (z hořící svíčky). Na hořící svíčku přilepenou k lepenkovému podstavci přiklopte sklenici. Zjistíte, že plamen svíčky zanedlouho zhasne. Co je toho příčinou? Požádejte žáky, aby navrhli závěry, které je možno skutečně ověřit. Po několika návrzích přijměte závěr, že svíčka nebude dále hořet v malém uzavřeném prostoru.

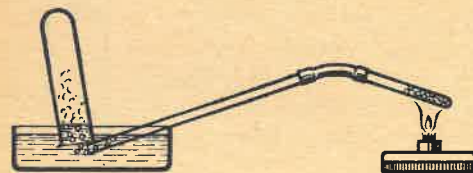
6. Na čtyři hořící svíčky přiklopte různě veliké zavařovací láhve, např. 1/4, 1/2, 1 a 2 l. V které láhvi hořela svíčka nejdéle?



Proč tomu tak bylo? Závěry z tohoto pokusu je třeba vyvozovat velmi opatrně.

7. Na dno mělké misky upevněte roztaveným voskem kus svíčky. Do misky nalijte vodu do výše 2,5 až 3 cm. Zapalte svíčku a přiklopte ji malou válcovitou sklenicí. Po skončení pokusu vezměte měřítko a zjistěte, do jaké výše vystoupila voda ve sklenici. Opakujte pokus se sklenicemi různé velikosti a změřte, jak velký díl vzduchu uzavřeného v nádobě po zhasnutí svíčky voda nahradila. Jak to vysvětlíte?

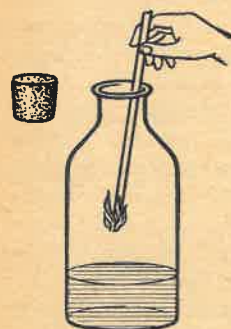
8. Malou spalovací zkumavku (nebo kousek skleněné trubky zatavené tak, aby vytvořila 5 cm dlouhou zkumavku) zaplňte do poloviny manganistanem draselným. Pak připojte odvodní trubku a manganistan silně zahřívěj-



te. Uvolněný plynný kyslík jímejte do zkumavky pod vodou v hlubší misce. (Zkumavku zcela naplněnou vodou v misce postavte dnem vzhůru a do ústí zkumavky pod vodou zasuňte přívodní trubici.)

9. Kyslík je možno také připravit tak, že zahříváme směs pěti dílů chlorečnanu draselného a jednoho dílu kysličníku manganického v téže aparatuře jako v pokusu 8.

10. Do 100ml lahvičky nalijte asi 25 ml peroxidu vodíku (obyčejný peroxid z lékárny nebo drogerie postačí, ale druh používaný



k odbarvování vlasů uvolňuje mnohem více kyslíku). Přidejte kávovou lžičku kysličníku manganického, láhev volně uzavřete a nechte po několik minut v klidu. Drobné bublinky, které unikají z peroxidu, jsou kyslík. Abyste vyzkoušeli, zda plyn v láhvi je kyslík, zapalte dlouhou třísku a plamen uhasíte. Zvedněte zátku z láhve a ponořte doutnající třísku do plynu v láhvi. Tříska opět vzplane. Ve všech následujících pokusech je třeba dbát značné opatrnosti!

Místo kysličníku manganického je možno k uvolňování kyslíku z peroxidu vodíku po-

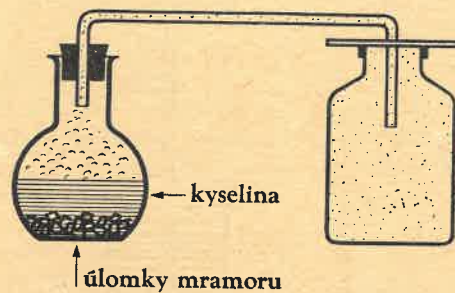
užít obyčejnou jedlou sodu (kyselý uhličitán sodný), ale tato reakce trvá trochu déle.

11. Konec zkrouceného železného drátu podržte v horkém plameni, až se rozžhaví. Pak jej rychle ponořte do láhve obsahující kyslík a pozorujte, jak železný drát vzplane. Napomůže tomu také trochu práškové síry na konci drátu.

12. Dejte kousek jemné drátěnky na kovový táč a zapalte ji zápalkou. Ocel začne hořet, protože je ve velmi tenkých prouzcích; vzdušný kyslík je v kontaktu s velkým povrchem.

13. Upevněte proužek z drátěnky na konec drátu. Zapalte jej tím, že ho podržíte v plameni, a rychle jej ponořte do láhve obsahující kyslík. Všimněte si, že v kyslíku hoří mnohem rychleji než na vzduchu.

14. Kysličník uhličitý můžete připravit buď z jedlé sody, nebo z úlomků mramoru politých zředěnou kyselinou. Jímá se tak, že se



plyn nechá proudit do suchých lahví nebo nádob, které se přikryjí skleněnými nebo lepenkovými deskami.

15. Hořící třísku ponořte do láhve kysličníku uhličitého. Podporuje kysličník uhličitý hoření?

16. Na dno široké sklenice připevněte roztaveným voskem svíčku a zapalte ji. Do sklenice s hořící svíčkou nalijte z jiné sklenice kysličník uhličitý. Co z toho usoudíme o hustotě kysličníku ve srovnání s hustotou vzduchu?

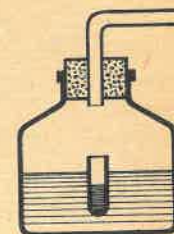
17. Připravte si čistou vápennou vodu tím, že ve vodě rozmícháte trochu hašeného vápna (viz kap. XVIII). Směs ponechte den ustát a pak násoskou přecerpejte čistou kapalinu do láhve. To je vápenná voda. Nechte trochu kysličníku uhličitého ze zdroje používaného v pokusu 14 probublat čistou vápennou vodou. Co pozorujete? To je chemická zkouška přítomnosti kysličníku uhličitého.

18. Ve sklenici nechte hořet svíčku, dokud nezhasne. Svíčku odstraňte a do sklenice nalijte trochu čiré vápenné vody. Důkladně zatřepejte a pozorujte. Co jste spatřili? Co je jedním z produktů hoření svíčky? Opakujte pokus s hořícím dřevem a papírem.

19. Do plamene hořící svíčky, hořícího dřeva nebo papíru umístěte chladnou lesklou plechovku. Co pozorujete? Co se usadilo na plechovce? Nad plynový nebo petrolejový plamen dejte nádržku se studenou vodou. Po chvíli ji odstraňte a prohlédněte dno. Jaká látka může ještě vznikat při hoření vosku, dřeva a papíru?

20. Model hasičího přístroje můžete udělat

ze staré lahvičky od inkoustu uzavřené zátkou s trubicí. Naplňte ji do poloviny roztokem kyselého uhličitánu sodného a nechte v něm opatrně plavat malou lékovku s kyselinou sírovou.



Hasičí přístroj uvedete v činnost tak, že lahvičkou zatřesete, takže se kyselina smísí s uhličitánem sodným, přičemž se bude uvolňovat CO₂.

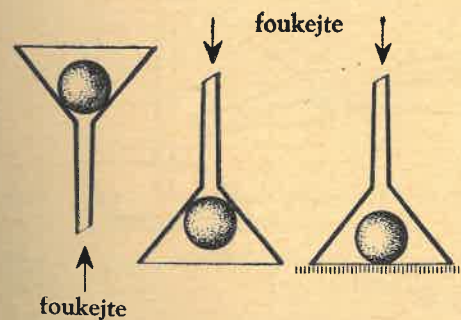
Použije-li se místo kyseliny síran hlinitý, bude se tvořit pěna, zvláště přidá-li se trochu mýdlového roztoku.

L. POKUSY S PROUDĚNÍM VZDUCHU

Když se vzduch pohybuje, je tlak vzduchu menší tam, kde je rychlost proudění velká, a větší tam, kde je rychlost malá. Následující pokusy využívají tohoto principu.

1. Dvě jablka, pomeranče nebo pingpongové míčky zavěste na nitě dlouhé alespoň jeden metr tak, aby visely ve stejné výšce 10 až 15 cm od sebe. Foukejte ustálený proud vzduchu mezi předměty a pozorujte, co se stane. Kde se proud vzduchu pohybuje nejrychleji? Kde se snížil tlak? Jak vysvětlíte, co se stalo?

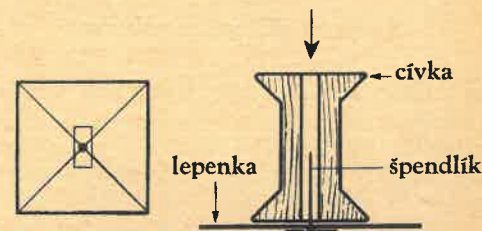
2. Dejte pingpongový míček do trychtýře. Foukejte silně do trubice trychtýře a zkoušejte, zda se vám podaří míček z trychtýře vyfouknout. Obráťte trychtýř a podržte



v něm pingpongový míček. Foukejte silně do trubice a pozorujte, co se stane, když vzdálíte ruku přidržující míček. Položte míček na stůl. Přikryjte ho trychtýřem. Foukejte do trubice a zkoušejte, zda zvednete míček ze stolu. Jak vysvětlíte svá pozorování?

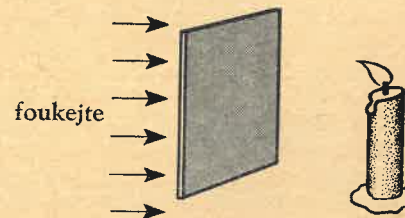
3. Z kusu slabé lepenky 20 × 10 cm udělejte most. Lepenku ohněte asi 2 cm od každého konce. Postavte most na stůl a snažte se pod ním foukat. Čím silněji budete foukat, tím větší silou bude přidržován ke stolu.

4. Z tenké lepenky vyřízněte čtverec o straně asi 7 cm. Narýsujte úhlopříčky a v jejich průsečíku propíchněte obyčejný špendlík. Hlavičku špendlíku zajistěte kouskem lepicí



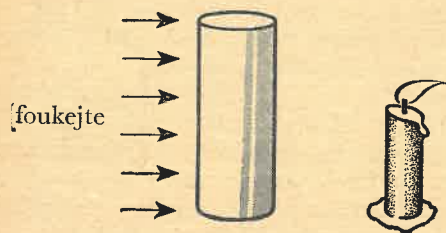
pásky. Špendlík vsuňte do otvoru prázdné cívky od nití a foukáním do otvoru se snažte odfouknout kartón od cívky. Obráťte cívku i kartón směrem dolů. Kartón u cívky lehce přidržujte prstem. Foukejte cívkou a pak prst odstraňte. Jak toto vše vysvětlíte?

5. Zapalte svíčku a přidržte ji za kartónem širokým asi 5 cm. Foukejte silně směrem ke



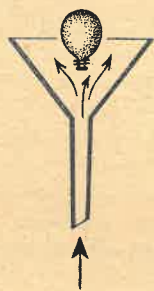
kartónu a pozorujte pohyb plamene. Jak vysvětlíte svá pozorování?

6. Postavte na stůl hořící svíčku a před ni postavte láhev. Foukejte silně proti láhvi



a pozorujte plamen. Vysvětlete, co jste pozorovali.

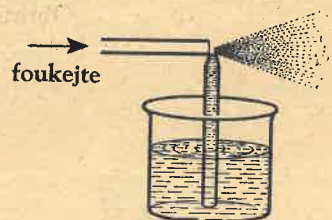
7. Připojte trychtýř ke zdroji stlačeného vzduchu, jako je např. vysavač. Nafoukněte balónek a kolem ústí omotejte kus měděného



ke zdroji stlačeného vzduchu

drátu jako závaží. Spustte stlačený vzduch a udržte balónek v rovnováze v proudícím vzduchu. Zkuste také udržet v rovnováze pingpongový míček mezi balónkem a trychtýřem.

8. Obstarejte si dvě skleněné trubičky nebo dvě průsvitné slámky na pití. Jednu trubičku postavte do sklenice s obarvenou vodou.



Druhou trubičku přiložte kolmo k první tak, aby okraje obou trubiček byly těsně u sebe. Foukejte do vodorovné trubičky a pozorujte vodní hladinu v druhé trubičce. Jak vysvětlíte tento jev? Všimněte si, že téhož principu

je využito u rozprašovačů nebo stříkacích pistolí.

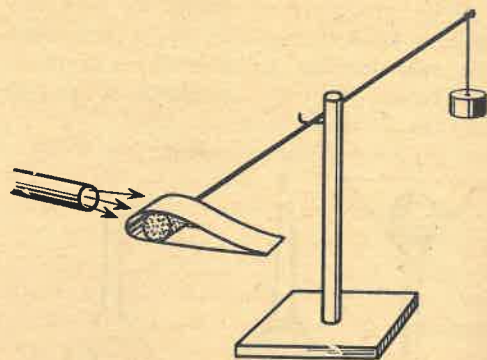
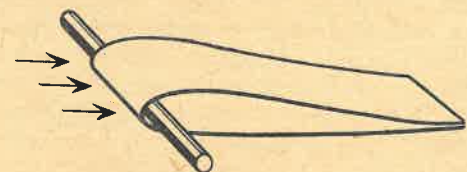
9. Vezměte pruh papíru dlouhý asi 30 cm a široký 4 cm. Asi 4 cm od konce jej přehněte a udělejte ostrou hranu. Nyní podržte krátký konec přeloženého papíru u brady tak, aby



hrana byla ve výši rtů. Foukejte silně přes vrchní plochu papíru a pozorujte, co se stane. Jak to vysvětlíte?

10. Natáhněte vodorovně ruku z okna jedoucího automobilu. Pak trochu zvedněte přední hranu dlaně a povšimněte si, jak vám proud vzduchu ruku nadzvedává.

11. Vyrobtě profil křídla letadla tak, že přehnete a slepíte pruh papíru, jak je znázorněno na obrázku. Zavěste tento profil na tužku nebo na hladkou kulatou tyč a foukejte proud vzduchu tak, aby narážel na čelní hranu. Co pozorujete? Umíte vysvětlit vztlak, který zde působí?



Podobný profil křídla je možno vyrobit z plechu. Můžete ho připevnit k jednomu konci velkého pletacího drátu pomocí zátky nebo špalíku. Zárez pilníkem ve středu drátu bude sloužit jako opěrný bod, drát bude spočívat na ohnutém špendlíku nebo hřebíku. Vyhází-li se rameno protizávažím, lze vztlak velmi snadno ukázat, když se na čelní hranu profilu bude foukat papírovou trubičkou.

KAPITOLA VIII

Počasi

A. ZHOTOVOVÁNÍ PŘÍSTROJŮ PRO POVĚTRNOSTNÍ STANICI

Počasi je téma, které je blízké životu každého dítěte. Již v nejnižších ročnících je možno konat denně pozorování počasí. Ve vyšších ročnících můžeme ve třídě zřídit jednoduchou povětrnostní stanici. S nejstaršími žáky lze podrobněji studovat příčiny meteorologických jevů. Na všech stupních výuky je velmi prospěšné, když se výsledky měření a pozorování všude, kde je to možné, znázorňují graficky.

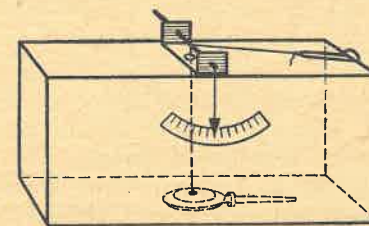
1. Aneroid

Malá dřevěná krabice poslouží jako schránka jednoduchého aneroidu. Uprostřed stěny vyvrtejte otvor o průměru 1 cm. Jako indikátor tlaku můžete použít skleničku s gumovou membránou podle popisu v pokusu E 5 na str. 75. Poněkud lepší zařízení lze vyrobit ze zobrazeného typu kovové nebo polyetylenové olejníčky.

Zmáčkněte olejníčku, abyste z ní vytlačili trochu vzduchu, a pak její otvor zalepte lepidlem na plastické hmoty, nebo jej zapájejte, podle druhu použité olejníčky. Tato nádobka musí být naprosto vzduchotěsná,

Části pásky ve vzdálenosti asi 1,5 cm od obou konců ohněte do pravého úhlu.

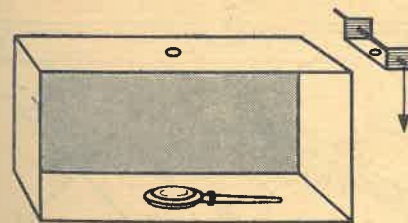
Kousek od okrajů a uprostřed tohoto třmenu udělejte otvory takové velikosti, aby se v nich dal snadno otáčet malý hřebík nebo jehla. Na jeden konec jehly přilepte stéblo



např. z koštěte, které bude sloužit jako ukazatel. Připevněte třmen důkladně k vrchní části krabice tak, aby osa jehly procházela nad středem otvoru. Dbejte, aby se ukazatel pohyboval podél krabice, aniž by se jí dotýkal.

Potom provlékněte nit vedoucí od tlakové nádoby otvorem v krabici, omotejte ji několikrát kolem jehly a pak přivažte k proužku gumy. Přesvědčte se, zda je nit mezi jehlou a tlakovou nádobkou napjatá. Proužek gumy natáhněte tak, aby nit byla mírně napjatá, a upevněte jej připínáčkem k okraji krabice. Budete možná muset napětí měnit.

Vyznačte stupnici podobně jako na obrázku a upevněte ji pod ukazatelem na stěně krabice. Nastavte ukazatel tak, aby byl nad středem stupnice. Postavte svůj tlakoměr na místo, kde ho budete moci pozorovat. Když se změní poloha ukazatele, můžete nastavit



proto ji po zatvrdnutí lepidla nebo pájky vyzkoušejte pod vodou. Najdete-li nějaké otvory, vymačkejte trochu vzduchu a otvory zalepte. Tlakovou nádobku přitmelte uvnitř krabice tak, aby střed její kulaté části zasahoval přesně pod otvor, který jste udělali v protější stěně.

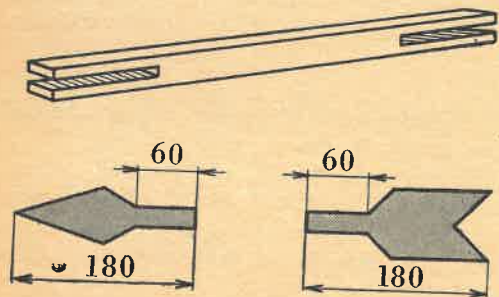
Přivažte 30 cm dlouhou nit ke krátkému kousku zápalky a přitmelte doprostřed stěny tlakové nádoby. Vystříhnete z plechovky pásek 1 cm široký a 9 až 10 cm dlouhý.

napětí gumového proužku tak, aby se ukazatel pohyboval právě nad stupnicí. Na příslušné strany stupnice napište slova „stoupá“ a „klesá“. Tento tlakoměr je velmi citlivý a bude zřetelně ukazovat změny tlaku vzduchu.

Odkazy na jiné typy tlakoměrů jsou v kapitole VII, str. 73—75.

2. Větrná korouhev

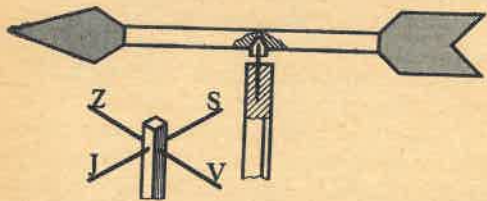
Větrná korouhev ukazuje směr větru. Na koncích tyče o průřezu 1×1 cm a dlouhé asi 25 cm udělejte pilou zářezy po délce tyče do hloubky 6 cm.



Z pásu tenkého dřeva (lesklé lepenky, pertinaxu nebo umakartu) asi 10 cm širokého, který těsně zapadá do zářezů, vyřízněte dvě části, jednu jako hlavu šípů a druhou tak, jak je znázorněno na obrázku.

Zasuňte hlavu i vidlici větrné korouhve do zářezů a upevněte je buď kličem, nebo malými hřebíky.

Pak větrnou korouhev vyvažte na čepeli nože a označte na tyči polohu těžiště. Úzký konec skleněné části lékařského kapátka zatavte v plynovém nebo lihovém plameni. V místě těžiště korouhve vyvrtejte otvor jen nepatrně větší než je trubička kapátka a hluboký asi 7 mm. Vložte trubičku úzkým koncem do otvoru a důkladně ji upevněte kličem nebo sklenářským kytem.



Jako nosnou tyč pro větrnou korouhev vyberte kus měkkého dřeva asi metr dlouhý

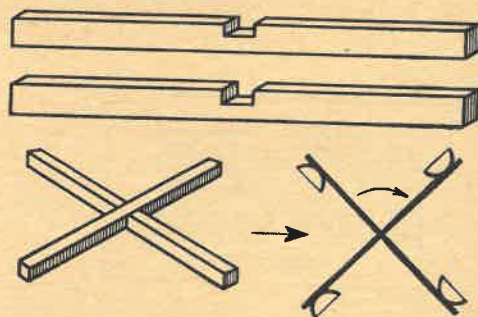
a do vrcholu zarazte malý hřebík. Pilníkem zaostřete konec hřebíku do špičky. Položte korouhev kapátkem na hřebík a připevněte na střechu budovy nebo na bidlo, kde bude vystavena větru ze všech stran.

K tyči připevněte ramena ze silného drátu, jejichž konce ohnete ve tvaru písmene S, V, J, Z, nebo ke každému konci připájejte velká písmena vystřižená z plechu.

3. Ukazatel rychlosti větru

Vezměte dva kusy lehkého dřeva o průřezu 1×1 cm a asi 50 cm dlouhé. Přesně uprostřed každého kusu vyřízněte zářez 1 cm široký a asi 0,5 cm hluboký. Pak v zářezech spojte tyče tak, aby vytvořily kříž.

Úzký konec skleněné trubičky z lékařského kapátka zatavte v plynovém nebo lihovém plameni. Přesně ve středu zkrřížených ramen vyvrtejte otvor asi do tří čtvrtin tloušťky dřeva a trubičku z kapátka do něho pevně zasaďte a zatmelte. Na konce zkrřížených ramen připevněte malými hřebíky nebo šrouby víčka z krabiček od pásek na psací stroj nebo podobná víčka z plastické hmoty. Dbejte, aby všechny výdutě byly obráceny týmž směrem. Připravte si nosnou tyč pro ukazatele rychlosti větru stejným způsobem jako pro větrnou korouhev. Do vrcholu tyče zarazte hřebík a pilníkem ho zašpičatěte.



Ukazatel rychlosti větru se bude ve větru otáčet. V den, kdy je bezvětrí, požádejte někoho, aby vás svezl autem. Vystrčte svůj ukazatel rychlosti z předního okna a požádejte řidiče, aby jel rovnoměrně rychlostí 5 km/h. Při této rychlosti spočítejte otáčky za 30 sekund. Opakujte to při rychlostech 10, 15, 20, 25, 30, 40 atd. km/h.

Ukazatel rychlosti větru upevněte na místo, kde bude vystaven větru ze všech směrů.



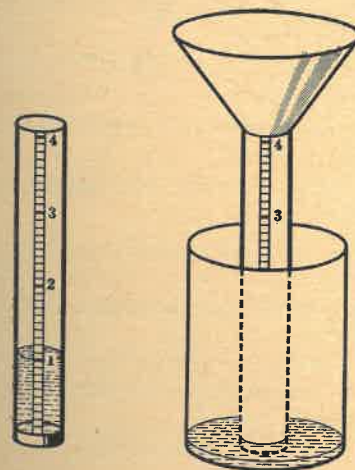
4. Dešťoměr

Jednoduchý dešťoměr snadno vyrobíte z trychtýře a láhve, přičemž objem vody budete měřit odměrným válcem.

Trychtýř by měl mít buď ostrý svislý okraj, nebo naopak okraj vodorovný, aby dešťové kapky nevystřikovaly ven. Celý přístroj by se měl zakopat tak, aby trychtýř byl jen několik centimetrů nad zemí.

5. Jiný typ dešťoměru

Obstarejte si velkou plechovku asi o průměru 10 cm a vysokou 14 cm a láhev, která bude stát uvnitř větší plechovky. Postavte plechovku na vodorovný stůl a nalijte do ní tolik vody, aby sahala přesně do výše 1 cm. Po délce sklenice nalepte pruh papíru široký asi 1 cm. Nyní přelijte vodu z větší plechovky do sklenice a udělejte na papírovém pásku značku, kam až dosahuje voda, která sahala v plechovce do výšky 1 cm. Měření opakujte při výšce vody 2 cm a na papírovém pásku na sklenici udělejte příslušnou značku. Vzdálenost mezi oběma značkami rozdělte na 10 dílů a přeneste je i směrem ke dnu sklenice a k hrdlu. Stupnice vám umožní měřit srážky v milimetrech výšky spadlé vody. Vodu, která se při dešti zachytí v plechovce, nalijte do láhve a na stupnici odečtěte výšku spadlé vody v milimetrech.



Jiný způsob, při němž je nutno použít výpočtu: Sestavte dešťoměr tak, že dáte trychtýř do sklenice (se stupnicí) a tu postavíte do plechovky. Je-li déšť silnější, přebytek vody přeteče do větší plechovky a může pak být změřen přelitím do láhve.

Výšku spadlé vody (v cm) určíme podle vzorce:

$$\text{množství srážek v cm} = \text{výška v měrné nádobě v cm} \times \frac{(\text{poloměr trychtýře})^2}{(\text{poloměr nádoby})^2}$$

6. Vlhkoměr se suchou a vlhkou baňkou (Augustův)

Obstarejte si dva laciné teploměry a zkontrolujte v teplé vodě při různých teplotách, zda ukazují stejně. Připevněte oba teploměry na prkénko asi 10 cm od sebe tak, aby jejich baňky přečnívaly a aby k nim měl přístup vzduch.

Pod pravý teploměr postavte malou láhev. Okolo baňky teploměru upevněte knot vyrobený z lněné látky a nechte jej zasahovat do láhve. Láhev naplňte dešťovou vodou. Toto zařízení vám umožní měřit relativní vlhkost vzduchu v libovolném daném čase. Zavěste přístroj tam, kde k němu bude mít vzduch volný přístup. Ofukujte vlhkou baňku, dokud teplota nepřestane klesat. Pak přečtěte údaje obou teploměrů. Odečtěte údaj teploměru s vlhkou baňkou od údaje teploměru se suchou baňkou a pak v tabulce na str. 94 najdete relativní vlhkost. Čtete-li v tabulce např. hodnotu 40, znamená to, že vzduch v daném okamžiku obsahuje pouze 40 % z množství vodních par, které by mohl obsahovat při teplotě udávané suchým teploměrem.

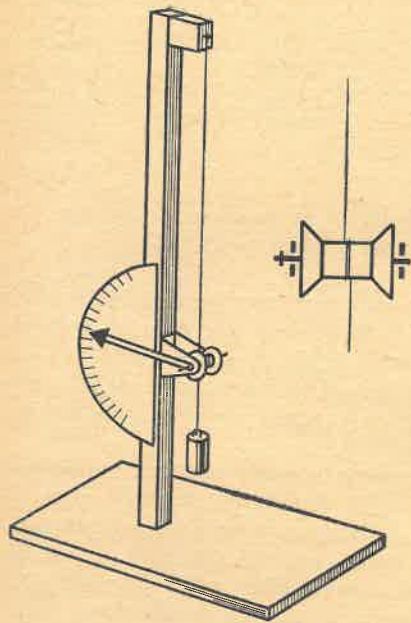
7. Vlasový vlhkoměr

Toto zařízení vám umožní odečítat relativní vlhkost přímo, bez použití tabulek.

Několik lidských vlasů asi 30 cm dlouhých zbavte mastnoty zředěným roztokem sody. Upevněte jeden vlas na horní konec stojanu a napněte jej závažím 50 g. Vlas oviňte dvakrát nebo třikrát okolo cívky upevněné na ose asi v jedné třetině výšky stojanu. Osa se otáčí v ložisku vyrobeném z plechu. Při-

pevněte na osu lehký ukazatel z tenkého hliníkového plechu, např. alobalu, a ze čtvrtky tuhého papíru udělejte stupnici. Průměr cívky by měl být malý, abyste dosáhli vysoké citlivosti.

Změny vlhkosti vzduchu budou ovlivňovat délku vlasu, a tedy i polohu ukazatele.



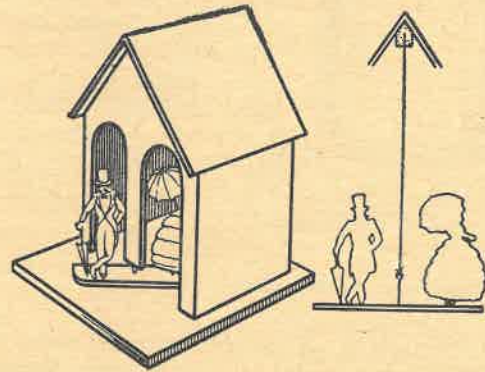
Stupnici oceňujete nejlépe tak, že porovnáte svůj vlhkoměr se standardním. Nemáte-li jej, postavte svůj přístroj do kbelíku nad trochu teplé vody a přikryjte vlhkou utěrkou. Když se již výchylka ukazatele nemění, označte jeho polohu na stupnici číslem 100, neboť vzduch v kbelíku bude mít 100% vlhkost. Další alespoň tři body stupnice můžete určit podle návodu v předcházejícím článku a použitím vlhkoměru se suchou a vlhkou baňkou. Stupnici pak podle těchto bodů doplňte dílky po pěti procentech od 0 až do 100 %.

8. Domeček pro předpovídání počasí

Změny množství vodní páry přítomné v atmosféře je možno zjistit pomocí změny délky, a tím i napětí několika lidských vlasů nebo využitím hygroskopických vlastností struny.

Z lepenky zhotovte domeček na předpovídání počasí. Jeden konec struny je přiklizen

k zátce ve špičce střechy, druhý konec nese vodorovnou desku, na které jsou připevněny figurky. Směr kroucení struny najdeme zkusmo. Obě strany domečku ponechte otevřené, aby se v něm nehromadil teplý vzduch. Zvnějšku natřete domeček na bílo.

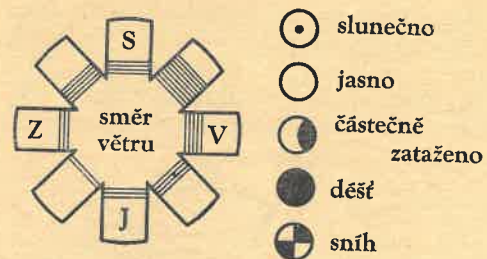


9. Vedení záznamů o počasí

V tabulce je možno zapisovat datum, hodinu, teplotu, stav oblohy a druh větru.

Nejlépe je zapisovat hodnoty denně vždy ve stejnou dobu.

Nemáte-li teploměr, postačí tato teplotní stupnice: horko, teplo, mírně chladno, studeno, velmi studeno.



Záznamy se provádějí mezinárodními symboly. Pro dané účely však postačí, když si stupnice upravíte, např. rychlost větru můžete zaznamenávat takto:

lehký — pohybuje se kouř, ne však větrná korouhev,
mírný — zvedá prach a sotva hýbá malými větvemi,
silný — hýbají se velké větve
velký — odfukuje prach, papíry a hýbe celými stromy
vichřice — láme větve stromů

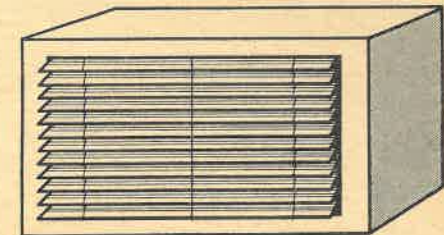
Směr větru lze značit šipkou v příslušném sloupci. Zajímavější však je sestavit papírovou hvězdu, jak je znázorněno na obrázku, a každý den nakreslit čáru přes rameno, které nejlépe souhlasí se směrem větru.

10. Výroba přístřešku pro meteorologické přístroje

Některé z přístrojů musí být vystaveny účinkům počasí, např. větrná korouhev, ukazatel rychlosti větru a dešťoměr. Je rozumné chránit kovové části těchto přístrojů vazelínou nebo nátěrem. Pro tyto účely se velmi dobře hodí hliníková barva.

Jiné přístroje, jako tlakoměr, teploměr a vlhkoměr, je nutno chránit před deštěm

a větrem např. v dřevěné krabici bez víka. Přístroje vložte do krabice tak, aby jedna stěna tvořila strop a druhá podlahu přístřešku.



Na otevřenou stranu dejte okenní žaluzie. To umožní volný přístup vzduchu a ochrání přístroje před deštěm a srážkami.

B. VÍTR A POČASÍ

1. Vzduch se při zahřívání rozpíná

Abyste ukázali, že se vzduch při zahřívání rozpíná, zasuňte do baňky nebo do láhve zátku s otvorem, kterým prochází 30 cm dlouhá skleněná trubička nebo slámka na pití. Konec trubičky dejte do malé láhve s vodou. Zahřívejte baňku a pozorujte, co se děje. Baňku zahřívejte tak dlouho, dokud z ní neunikne značné množství vzduchu, a pak ji zchlaďte; buď ji polijte studenou vodou, nebo ji potírejte kusem ledu. Co pozorujete? Jak to vysvětlíte?

2. Jiný způsob důkazu, že se vzduch při zahřívání rozpíná

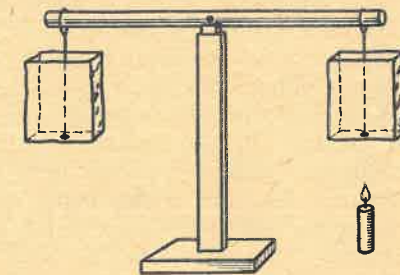
Navlečte dětský balónek na hrdlo malé láhve a postavte láhev do mísy teplé vody. Co pozorujete? Jak to vysvětlíte?

3. Rozpínání vzduchu

Do dvoulitrové až třílitrové plechovky s úzkým otvorem zasadte gumovou zátku s otvorem, v kterém je krátká skleněná trubička. Připojte k ní gumovou hadici. Překlopte láhev plnou vody do mísy s vodou a konec gumové hadice vsuňte pod okraj láhve. Zahřívejte plechovku. Co pozorujete? Jak to vysvětlíte?

4. Studený vzduch je těžší než teplý

a) Vyrobté jednoduché váhy jako v pokusu C 1 na str. 71, na nichž lze ukázat tíhu vzduchu. Vezměte dva stejně velké papírové pytle, otevřete je a na dno každého z nich připevněte 20 cm dlouhou nit, buď lepicí páskou (izolepou) nebo tak, že na dně pytle uděláte otvor, protáhnete nit a na jejím konci zavážete uzel. Na druhém konci obou nití udělejte smyčku, která půjde nasadit na vahadlo. Pytle pověste blízko konců vahadla. Posunujte je, dokud vahadlo nebude



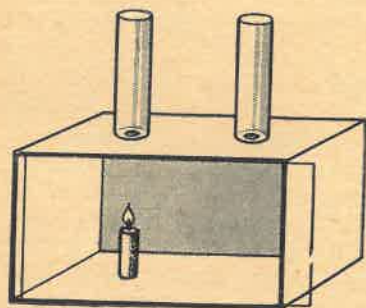
v rovnováze. Svíčkou zahřívejte vzduch v dostatečné vzdálenosti pod jedním z pytlů. Co zjistíte po několika minutách? Nyní zahřejte vzduch pod druhým pytle. Pozorujte, co se děje. Jak to vysvětlíte?

b) Jiný způsob, jak studovat rozdíl v tíze mezi teplým a chladným vzduchem, je po-

užit na vahách raději baněk než papírových pytlů. Baňky připevněte pomocí smyček z provázku. Jejich polohu upravte tak, až bude páka v rovnováze, a pak jednu baňku mírně zahřejte. Pozorujte účinek. Nechte je ochladit na pokojovou teplotu. Pozorujte a pak zahřejte druhou baňku. K tomuto pokusu se hodí i plechovky.

5. Krabice k pozorování proudění vzduchu

Zhotovte si krabici, která ukazuje, proč fouká vítr. K dřevěné nebo lepenkové krabici obstarajte tabuli skla právě tak velkou, aby tvořila těsné okno. Velmi dobře se hodí dřevěné krabice, které mají drážky pro víko. Uřízněte sklo tak, aby klouzalo v drážkách. Pak na jedné dlouhé straně vyvrtejte dva otvory o průměru 2,5 až 3 cm, každý poblíž jednoho konce. Krabice musí ležet touto stranou nahoru. Nad otvory postavte dva skleněné válce. Nemáte-li k dispozici válce,



můžete vzít lepenkové trubky o délce asi 15 cm. Na dno krabice přesně pod jeden z válců postavte krátkou svíčku a zapalte ji. Představuje to oblast země, která byla zahřívána sluncem. Uzavřete okno a kouskem cigaretového papíru sledujte vzdušný proud v obou válcích. Pozorujte pohyb vzduchu uvnitř krabice. Přesuňte svíčku pod druhý válec a opakujte pokus. Co pozorujete? Jak to vysvětlíte? To, co vidíte, se nazývá proudění vzduchu.

6. Sledování vzdušných proudů

a) Hořící svíčku chraňte stínidlem před bludnými vzdušnými proudy. Pomocí cigaretového papíru sledujte kolem ní vzdušné proudy.

b) Pootevřete dveře mezi teplou a chladnou místností. Kouskem cigaretového papíru nebo plamenem svíčky zkoumejte mezi dveřmi v různých výškách nad podlahou vzdušné proudy.

c) Můžete-li, zkoumejte vzdušné proudy v místnosti, která je vytápěna radiátorem nebo kamny.

d) Zkoumejte vzdušné proudy v místnosti, která je větrána okny otevřenými nahoře a dole.



e) Pomocí drátu zasuňte hořící svíčku do láhve od mléka. Pozorujte, co se děje. Vyvětrejte láhev čerstvým vzduchem. Znovu dejte hořící svíčku do láhve, ale tentokrát oddělte proud teplého a studeného vzduchu kouskem lepenky vyříznutým ve tvaru písmena T, jak je znázorněno na obrázku. Zkoumejte cigaretovým papírem vzdušné proudy na obou stranách lepenky.



f) Otvíračem na konzervy vyřízněte kovové víko z plechovky tak, abyste získali kovový kotouč. V těžišti vyražte důlek. Kotouč nastříhejte v radiálním směru téměř až ke středu a všechny takto vzniklé listy natočte týmž směrem. Toto kolečko položte důlkem na hrot drátu a postavte nad svíčku nebo jiný zdroj tepla. Pečlivě zhotovené

kolečko tohoto typu se bude otáčet i nad radiátorem nebo rozsvícenou žárovkou. Kolečko zhotovené z tuhého papíru je lehčí a citlivěji zaznamenává proudění vzduchu.

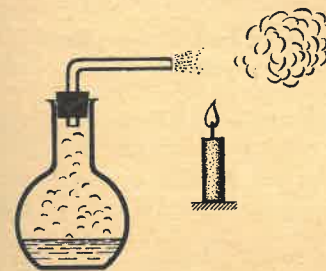
Velmi citlivý přístroj je možno zhotovit z hliníkového uzávěru láhve na mléko. Položte tento uzávěr na kus sacího papíru nebo

na jinou podobnou podložku rovnou stranou dolů. Do středu přitlačte hrot kuličkového pera a udělejte důlek. Ohnutý okraj nastříhejte tak, abyste mohli vytvořit lopatky turbíny. Nechte ji otáčet na špičatém drátu nebo na jehle, která je zaražena očkem do zátky.

C. JAK SE DOSTÁVÁ VLHKOST DO VZDUCHU

1. Vodní páry ve vzduchu nejsou vidět

V čajové konvici zahříváte trochu vody. Nemáte-li čajovou konvici nebo podobnou nádobu, vezměte baňku, do které dáte zátku s otvorem. Do otvoru zasuňte skleněnou trubici ohnutou do pravého úhlu. Nalijte



do baňky trochu vody a zahříváte ji. Když voda vře, pozorujete, že z hubičky (trubičky) vystupuje bělavý oblak. Není to pára, ale drobkové kapičky vody, mlha. Mlha je vodní pára, která při výstupu z hubičky do chladnějšího vzduchu kondenzovala, srazila se v mlhu. Pozorujte obláčky mlhy přesněji. Kam mizí? Co se děje s malými kapičkami vody ve vzduchu? Podržte svíčku nebo plamen kahanu v oblaku kondenzované páry. Co pozorujete? Jak to vysvětlíte?

2. Mop váží méně

Mop na podlahu (hadrový smeták) namočte do vody. Vyždímejte jej a vyvažte na trojúhelníkovém pilníku položeném na rohu stolu. (Delším ramenem páky bude násada, kratším mop na násadě.) Násadu mopu podepřete v místě, kde páka zaujme rovnovážnou polohu ve vodorovném směru. Podívejte se na mop o hodinu později. Co se stalo? Jak to vysvětlíte? Kam voda zmizela?

3. Další vážení vlhkého předmětu

Tentýž pokus lze provést s ručníkem. Namočte ručník a vyždímejte jej. Pověste ho na ramínko na šaty. Ramínko pověste na jeden konec dlouhé tyče, kterou vyvážíte na trojúhelníkovém pilníku položeném na rohu stolu.

4. Voda se vypařuje z půdy

Naplňte květináč vlhkou zeminou a zvažte jej. Vážení opakujte za 24 hodin.

5. Pokojové rostliny vypařují vodu

Přes list některé pokojové nebo zahradní rostliny dejte celofánový sáček a na konci jej uzavřete okolo řapíku gumovým proužkem. Za hodinu sáček prohlédněte. Co vidíte?

6. Ostatní rostliny také vypařují vodu

Květináč s několika sazenicemi fazolí nebo hrachu, které jsou 10 až 15 cm vysoké, pokryjte celofánem nebo gumou, kterou uvážete těsně kolem stonků rostlin tak, aby veškerá zemina byla přikryta. Rostliny přiklopte čistou suchou sklenicí a za hodinu ji prohlédněte. Co vidíte? Odkud se to vzalo?

7. Vydechovaný vzduch je vlhký

Dýchnutím na chladné zrcátko, do chladné sklenice či láhve nebo na jiný chladný předmět lze ukázat, že vydechovaný vzduch je vlhký.

8. Vlhkost z plynového plamene

Vlhkost uvolňovanou z plamene můžete ukázat tak, že nad plynový sporák dáte na několik minut mísu se studenou vodou. Odstraňte mísu z plamene a pozorujte její dno.

9. Vlhkost z jiných plamenů

K chladné tabuli přiblížte plamen svíčky. Opakujte to s plamenem plynového hořáku, s plamenem lihového kahanu, s plamenem z kusu hořícího papíru a s plamenem z kusu hořícího dřeva. Co pozorujete? Odkud se to vzalo?

10. Rychlost vypařování závisí na velikosti odpařované plochy

Odměřte 50 ml vody a nalijte ji do nádoby, která má mnohem větší průměr než odměrný válec, např. do umyvadla nebo do velké ploché misky. Pak znovu odměřte ve válci 50 ml. Postavte válec vedle nádoby na místo, kde teplota a pohyby vzduchu jsou stejné. Následujícího dne odměřte množství vody v obou nádobách. Čím byl rozdíl v rychlosti vypařování způsoben?

D. JAK SE SRÁŽÍ VLHKOST ZE VZDUCHU

1. Vodní pára kondenzuje na chladném povrchu

Dejte trochu ledu do lesklé plechovky. Po chvíli pozorujte její vnější povrch. Co pozorujete? Odkud se to vzalo?

2. Koloběh vody

Zahřejte trochu vody až do blízkosti teploty varu. Dejte ji do sklenice a otáčejte sklenicí, aby se stěny smáčely až po okraj. Do kulaté baňky dejte trochu velmi studené vody. Postavte baňku na sklenici, jak je znázorněno na obrázku. Horká voda se bude

11. Teplota ovlivňuje rychlost vypařování

Jedno místo na školní tabuli nebo na břidlicové tabulce zahřejte svíčkou nebo tím, že je umístíte na slunce. Udělejte mokré skvrny stejné velikosti na zahřáté a nezahřáté části tabule (tabulky). Pozorujte skvrny a dívejte se, co se děje.

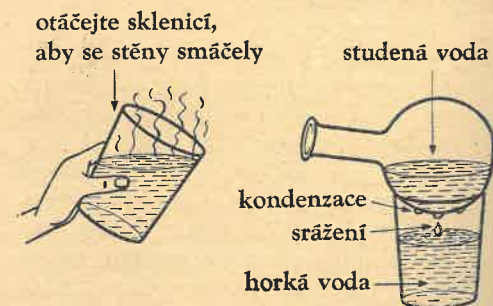
12. Pohyb vzduchu má vliv na rychlost vypařování

Mokrou houbou nebo hadrem udělejte na chladném povrchu tabule v určité vzdálenosti od sebe stejně velké skvrny. Jednu skvrnu ovívejte kusem lepenky a druhou nechte vypařovat bez ovívání. Čím je způsoben rozdíl v rychlosti vypařování?

13. Vlhkost vzduchu má vliv na rychlost vypařování

Upevněte nějakou látku na dřevěnou obruč nebo na rám o rozměrech asi 30 × 30 cm a o tloušťce asi 3 cm a namočte ji. Potom houbou nebo hadrem udělejte na chladném povrchu tabule dvě mokré skvrny. Jednu z nich přikryjte rámem s mokrou látkou a druhou nechte odkrytou. Po chvíli pozorujte obě skvrny. Která se dříve vypařila? Jak ovlivňuje vlhký vzduch (pod rámem) rychlost vypařování?

vypařovat, kondenzovat na chladném povrchu baňky a padat v kapkách do sklenice. Pozorujete vypařování, kondenzaci a srážení vody. Podobně probíhá koloběh vody v přírodě.



3. Teplota rosného bodu

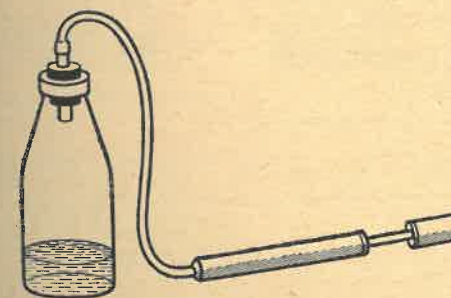
Teplota rosného bodu je důležitý meteorologický údaj. Je to teplota, při které vodní páry ve vzduchu kondenzují (srážejí se v kapičky vody). Teplota rosného bodu není veličina stálá, závisí na množství vodních par ve vzduchu — na absolutní vlhkosti vzduchu.

K měření teploty rosného bodu potřebujete teploměr, trochu ledu a plechovku.

Přesvědčte se, zda plechovka je na vnější straně suchá a lesklá. Dejte do plechovky trochu vody a pak ji postavte na noviny nebo jiný potíštěný papír; v lesklé plechovce se bude tisk jasně zrcadlit. Dejte do plechovky teploměr, přidejte trochu ledu a vodu s ledem důkladně teploměrem míchejte. pečlivě sledujte teploměr a odečtěte teplotu v okamžiku, kdy se vnější strana plechovky orosí. Tato teplota bude blízká teplotě rosného bodu.

4. Oblak v láhvi

V láhvi můžete vytvořit oblak. Do velké skleněné láhve nalijte teplou vodu do výše asi 2,5 cm a do vzduchu v ní rozptýlte trochu prachu z křídly. Uzavřete láhev korkovou (gumovou) zátkou, kterou prochází skleněná trubka asi 10 cm dlouhá. Skleněnou trubku spojte hadicí s hustilkou. Zátku v hrdle přidržte a vzduch v láhvi nahustěte. Hustilku odpojte a uvolněte stlačený vzduch v láhvi. Pozorujte, co se děje. (Místo prachu z křídly můžete použít i kouř z čadící zápalky nebo z cigarety.)

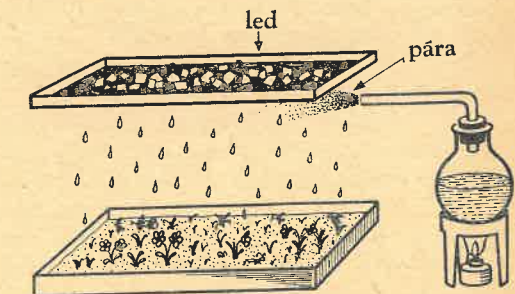


Když se vzduch rozpíná, ochlazuje se, a tím se teplota v láhvi sníží pod rosný bod a vodní pára kondenzuje jako oblak mlhy. Stoupá-li teplý vzduch nad zemí, jeho tlak

se snižuje. Vzduch se rozpíná, ochlazuje se, a když jeho teplota klesne pod rosný bod, tvoří se oblaka, malé viditelné kapičky vody neboli mlha.

5. Dešťový cyklus

Ve třídě můžete zopakovat v malém dešťový cyklus. Na stůl položte bedničku se sazenicemi. Ve výšce asi 35 až 40 cm nad bedničkou podepřete kovový tác a na něj nasypete kousky roztlučného ledu. Nad kahan postavte konvici na čaj nebo baňku



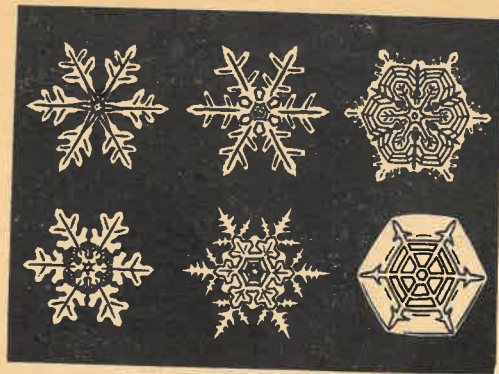
s vodou tak, aby pára vystupovala mezi rostliny a tác. Konvice na čaj nebo baňka slouží jako zemský zdroj vody. Voda se vypařuje a stoupá až k chladnému tácu, který představuje horní vrstvy vzduchu nad zemí, ochlazené rozpínáním. Zde vodní pára kondenzuje a kape zpět na rostliny jako déšť.

6. Jinovatka ve třídě

Jinovatku můžete vytvořit i ve třídě. Vysokou kovovou nádobu, např. plechovku, naplňte střídavě vrstvami ledu a soli. Ledu dejte přibližně dvakrát více než soli. Směs ledu a soli upěchujte, např. tyčí. Když je plechovka plná, pozorujte její povrch. Trochu se orosí a možná omrzne. Pozorujte také jemné bílé jíní, které se na plechovce za nějakou chvíli vytvoří. Je to jinovatka.

7. Pozorování ledových krup

Při krupobití nasbírejte několik velkých ledových krup. Rozsekněte je na polovinu a pozorujte, jak led v kroupách narůstal ve vrstvách.



8. Pozorování sněhových vloček

Když sněží, zachyťte na kus tmavé látky několik sněhových vloček a pozorujte je pod lupou. Najdete mezi nimi mnoho různých tvarů, ale vždy šestihranných. Sněhové vločky patří mezi nejkrásnější útvary v přírodě.

KAPITOLA IX

Voda

A. SLOŽENÍ VODY

1. Jak lze rozložit vodu

Pro tento zajímavý pokus budete potřebovat šestivoltovou akumulátorovou baterii nebo baterii šesti suchých článků.

U dvou měděných drátů dlouhých alespoň 30 cm odstraňte na obou koncích izolaci v délce asi 6 cm. Obstarejte si zlaté hroty ze dvou starých plnicích per a kolem každého z nich pevně omotejte odizolovaný konec měděného drátu. (Místo zlatých per můžete použít i uhlíky ze suchých článků.) Spojení pokryjte pečetním voskem tak, aby žádná měď nezůstala nezakryta. Ke každé svorce baterie připojte jeden drát. Mělkou skleněnou misku naplňte asi do poloviny vodou. Dále naplňte vodou dvě lékovky (zkumavky), jejich hrdlo zakryjte kusem lepenky a překlopte je do misky s vodou. Každou lékovku postavte na dvě tenké dřevěné lišty tak, aby hrdlo bylo zvednuto nad dno misky. Nyní opatrně zasuněte zlaté hroty do obou lékovek.

Nyní spojte vypínačem elektrický obvod a pozorujte, co se děje v obou lékovkách. Jsou-li lékovky stejné velikosti (průměru), můžeme měřením srovnávat, jaký je poměr objemů uvolněných plynů.

Když jsou lékovky naplněny plynem, přikryjte je skleněnými deskami. Lékovku, která se naplnila rychleji, nechte na skleněné desce stát dnem vzhůru. Lékovku, která se naplnila pomaleji, postavte vzpřímeně do stojanu, ale stále ji ponechte přikrytou skleněnou deskou. Do lékovky, kterou jste postavili hrdlem nahoru, dejte doutnající třísku. Co se děje? Tento plyn je kyslík.

Přeneste zapálenou třísku opatrně k ústí lékovky, kterou jste nechali překlopenou, přitom lékovku mírně nakloňte. Co se děje? Tento plyn je vodík. Umíte vysvětlit na základě sledování pokusu chemický vzorec vody H_2O ?

2. Jak připravit kyslík

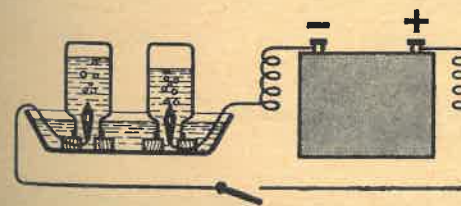
Pokyny pro přípravu kyslíku jsou v kapitole VII, str. 82.

3. Některé pokusy s kyslíkem

Pokyny pro pokusy s kyslíkem jsou v kapitole VII, str. 81 a 82.

4. Jak připravit vodík

Vodík je možno připravit ze zředěné kyseliny, např. chlorovodíkové (solné) nebo sírové, která chemicky reaguje s kovem, jako je např. zinek. (Pozor! Kyseliny lijeme vždy do vody, nikdy naopak!) Zinek je možno



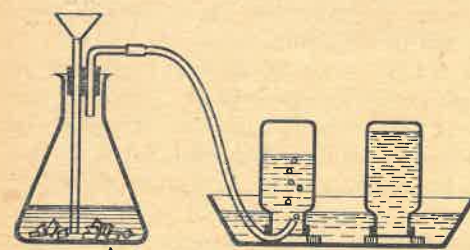
Do vody dejte asi dvě polévkové lžice kyseliny sírové a počkejte chvíli, aby se s vodou důkladně smísila. (Pozor, aby vám kyselina sírová nevystříkla na pokožku, zejména do očí, a na oděv. Kyselina sírová je prudká žíravina. Pro práci s kyselinou si pamatujte: kyselinu lijeme vždy do vody, nikdy naopak! Při opačném postupu se voda s kyselinou prudce rozstříkuje, jsou ohroženy oči, pokožka, oděv!)

RELATIVNÍ VLHKOST (V PROCENTECH)

Teplota suché baňky (°C)	Rozdíl teplot mokré a suché baňky (°C)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
50	94	89	84	79	74	70	65	61	57	53	46	40	33	28	22
45	94	88	83	78	73	68	63	59	55	51	42	35	28	22	16
40	93	88	82	77	71	65	61	56	52	47	38	31	23	16	10
35	93	87	80	75	68	62	57	52	47	42	33	24	16	8	
30	92	86	78	72	65	59	53	47	41	36	26	16	8		
25	91	84	76	69	61	54	47	41	35	29	17	6			
20	90	81	73	64	56	47	40	32	26	18	5				
15	89	79	68	59	49	39	20	21	12	4					
10	87	75	62	51	38	27	17	5							

získat z vnějšího obalu starého suchého článku. Důkladně zinek očistěte a nastříhejte na kousky asi $2,5 \times 2,5$ cm.

Při výrobě vodíku dejte zinek do baňky nebo láhve opatřené gumovou zátkou s dvěma otvory. Do jednoho otvoru dejte nálevku, která dosahuje téměř na dno. Do druhého otvoru dejte trubici ohnutou do pravého úhlu a připojte k ní 30 až 40 cm dlouhou gumovou hadici. Naplňte mísu asi do poloviny vodou a překlopte do ní láhve s vodou. Konec výtokové trubice zasuňte do jedné láhve, v níž budete jímat vodík. Nálevkou nalijte na zinek zředěnou kyselinu. Dbejte



zinek + kyselina

na to, aby v blízkosti aparatury nebyl otevřený plamen; vodík smíchaný se vzduchem je velmi výbušný. Když jsou láhve naplněny vodíkem, zasuňte přes jejich hrdla skleněné desky a postavte je hrdlem dolů na stůl.

B. JAK ČISTIT VODU

1. Jak zhotovit filtr

Květináč, který má dno ucpané zátkou z vaty a v němž je vrstva písku vysoká několik centimetrů, vytvoří filtr postačující pro mnoho účelů, jak bylo uvedeno v kapitole II, pokus C 10.

Udělejte trochu kalné vody tím, že v misce vody rozmícháte zeminu. Nalijte tuto vodu do filtru a přefiltrovanou jímejte do čisté sklenice. Zkuste filtr zlepšit tím, že ho vytvoříte střídavě z vrstev písku a z vrstev práškového dřevného uhlí. Takový filtr se velmi dobře hodí pro čištění pitné vody ještě před převařením.

5. Hoří vodík?

Pracujte opatrně! Zapalte třísku a přeneste ji k jedné z láhví s vodíkem, kterou jste zvedli se stolu. Vsuňte třísku do láhve. Nyní ji pomalu vytahujte. Co se děje? Hoří vodík? Podporuje hoření tak jako kyslík?

6. Co vzniká, když vodík hoří?

Zinek a kyselinu v baňce uveďte do reakce a ke gumové hadici vedoucí z baňky připojte krátkou skleněnou trubičku. Přiblížte k ní doutnající třísku. Vodík bude hořet klidným bleděmodrým plamenem. Studenou misku nebo kovovou desku uveďte do styku s plamenem. Když vodík hoří, slučuje se prudce se vzdušným kyslíkem; co je výsledkem této reakce?

7. Nafukování mýdlových bublin vodíkem

Namíchejte koncentrovaný mýdlový roztok, který bude tvořit pěkné mýdlové bubliny. K hadici vedoucí od baňky připojte malý trychtýř nebo hliněnou dýmku. Až budou zinek a kyselina v baňce reagovat, nafukujte bubliny vodíkem. Vytvořenou bublinu odstraňte od trychtýře slabým škuhnutím — bude stoupat ke stropu. Můžete se trochu pobavit tím, že vodíkem naplněné bubliny zapálíte hořící loučí (špejli).

2. Výroba pokusného filtru

Skleněnou nebo vinidurovou trubku opatřte zátkou s otvorem, v němž je krátká skleněná trubička. Na dno dejte trochu vaty a pak vrstvu malých čistých oblázků. Vyperte důkladně trochu hrubého písku a udělejte z něho vrstvu nad oblázky. Pak vyperte trochu jemného písku a vytvořte z něho ve filtru slabší vrstvu. Rozdrťte trochu dřevného uhlí, smíchejte je s vodou na kaši a kaši pak nalijte rovnoměrně na povrch písku. Potom velmi kalnou vodu nalijte shora do



filtru. Filtrát jímejte do čisté sklenice postavené pod filtrem.

3. Sterilizování vody převařením

Přítomnost drobných živých rostlin a živočichů činí vodu nevhodnou k pití. Tyto formy života lze vidět pouze mikroskopem. Jednoduchým způsobem můžete studovat, jak na tyto živé organismy var působí. Je známo, že bílek z vajíčka je chemicky velmi podobný látkám, které jsou obsaženy v bakteriích.

Naplňte zkumavku nebo baňku asi do poloviny vodou a zahřívějte ji do varu. Lékařským kapátkem přeneste do vařící vody několik kapek bílku. Pozorujte, že se bílek úplně změnil, stal se podobným bílku ve vařených nebo smažených vejcích. Říkáme, že koaguloval. Přibližně totéž se děje s živou tkání škodlivých bakterií, když se vaří voda, v níž jsou obsaženy.

4. Jak vyrobit jednoduchou aparaturu na destilaci vody

Jednoduchou aparaturu na destilaci vody můžete vyrobit z baňky a ze skleněné nebo gumové trubice. Do baňky dejte zátku s otvorem, kterým prochází krátká skleněná trubička. Pak buď ohněte 60 cm dlouhou skleněnou trubku tak, jak je znázorněno na



obrázku, nebo vezměte gumovou hadici a připojte ji k trubici v baňce. Destilovanou vodu jímejte do baňky nebo sklenice. Varnou baňku naplňte asi do poloviny vodou, která obsahuje trochu inkoustu nebo jiné barevné látky. Vodu vařte nad vhodným plamenem.

5. Jak zhotovit destilační přístroj

Viz kapitolu II, pokus C 7, str. 36.

6. Jak zhotovit Liebigův chladič

Viz kapitolu II, pokus C 9, str. 36.

C. TVRDÁ A MĚKKÁ VODA

Tvrdá voda obsahuje nerostné látky, které se rozpustily z hornin, když voda prosakovala zemí nebo tekla po jejím povrchu. Měkká voda, jako je dešťová nebo destilovaná voda, obsahuje málo rozpuštěných nerostů nebo žádné.

1. Rozdíl mezi tvrdou a měkkou vodou

V malém množství teplé vody rozpustíte holicí mýdlo nebo mýdlový prášek; získáte tak mýdlový roztok. Do dvou lahví dejte stejná množství tvrdé, např. pitné vody a měkké, např. dešťové vody. K měkké vodě přidávejte kapátkem mýdlový roztok, vždy

několik kapek najednou. Po každé dávce lahvi důkladně zatřeptejte. Spočítejte kapky mýdlového roztoku, které jsou zapotřebí k tomu, aby se navrchu vytvořila asi 1 cm silná vrstva mydlin.

Pak přidejte stejné množství mýdlového roztoku do tvrdé vody a po přibližně stejnou dobu s lahví třeptejte. Všimněte si všech roz-

dílů. Přidávejte mýdlový roztok tak dlouho, dokud nedostanete dobré mydlínky. V jakém poměru jsou množství použitého mýdla?

2. Jak připravit tvrdou vodu

Existují dva druhy tvrdé vody, jeden zvaný přechodně tvrdá, druhý trvale tvrdá. Přechodně tvrdou vodu je možno připravit podle pokynů pro přípravu vápenné vody — viz kapitola XVIII, pokus 11, str. 210. Vápennou vodu nechte probublávat kysličník uhličitý, dokud poprvé vytvořený zákal nezmizí, a budete mít přechodně tvrdou vodu. Trvale tvrdou vodu můžete připravit tak, že ve vodě rozmícháte trochu síranu vápenatého nebo sádry a necháte po několik hodin ustát. Když směs přefiltrujete, získáte čistý filtrát trvale tvrdé vody. Tento typ tvrdé vody můžete také připravit tak, že ve vodě rozpustíte síran hořečnatý (hořkou sůl).

3. Změkčování vody varem

Přechodná tvrdost vody může být odstraněna varem. Důkladně protřepejte trochu přechodně tvrdé vody s několika kapkami mýdlového roztoku a všimněte si, zda se vytvoří mydlíny. Pak převařte podobné množství přechodně tvrdé vody. Zkuste v tomto vzorku vody vytvořit mydlíny přidáním téhož množství mýdlového roztoku.

4. Změkčování vody chemikáliemi

Naplňte zkumavku do poloviny tvrdou vodou, přidejte několik kapek mýdlového roztoku a pokuste se vytvořit mydlíny. Pak převařte stejné množství tvrdé vody, přidejte totéž množství mýdlového roztoku a opět se pokuste vytvořit mydlíny.

Ke vzorku trvale tvrdé vody přidejte trochu sody na praní (uhlíčitanu sodného). Z mýdlového roztoku zkuste vytvořit mydlíny. Změkla voda? Přidejte trochu boraxu (tetraboritanu sodného) ke vzorku trvale tvrdé vody a přesvědčte se, zda změkla.

5. Jak pomáhá mýdlo ve vodě při praní

Dva kusy látky namažte kuchyňským tukem nebo vazelínou. Jeden vzorek vyperte

v teplé vodě bez mýdla, druhý v teplé vodě s hojnými mydlinami. Nechejte vzorky uschnout a pozorujte, který z nich je po vyprání čistší.

6. Jak působí voda na tuk

Vysokou sklenici naplňte do poloviny teplou vodou. Přidejte trochu olivového nebo jiného oleje do výšky asi 1 cm a důkladně tuto směs protřepejte. Pozorujte, jak se tuk rozdělil do drobných kapiček nebo kuliček. Nechte směs ustát a pozorujte, že všechny kuličky se nakonec spojí a usadí na povrchu. Postavte sklenici stranou, abyste výsledek mohli srovnat s následujícím pokusem.

7. Jak působí mýdlo na tuk

Připravte další sklenici s teplou vodou a olejem stejným způsobem jako v předešlém pokusu. Tentokrát přidejte asi půl šálku tekutého mýdla nebo koncentrovaného mýdlového roztoku, který připravíte rozpouštěním odřezků mýdla ve vodě. Silně tuto směs protřepejte, nechte ustát a porovnejte se vzorkem z předešlého pokusu. Zjistíte, že mýdlo rozrušilo kuličky tuku a ty jsou nyní rozptýleny tak, že směs vypadá jako mléko.

8. Tvrdá a měkká voda při praní

Připravte si dva vzorky špinavé látky. Perte jeden v měkké vodě s mýdlem tak dlouho, dokud není čistý. Druhou látku perte po tutéž dobu v tvrdé vodě se stejným množstvím mýdla. Nechte vzorky uschnout a pozorujte rozdíl.

9. Jak vyrobit mýdlo

Mýdlo se připravuje z tuku. Zbytky tuku rozehřejte v misce, přeceďte přes několik vrstev látky a zvažte. Pak odvažte louh (hydroxid sodný), aby tvořil jednu třetinu množství tuku, a rozpusťte jej ve vodě. Tuk zahřívajte v železném kotlíku nebo v misce a když je rozehřátý, přilévajte pomalu louh a stále míchejte. Plamen udržujte malý, aby obsah nepřekypěl. Tuk s louhem vařte

30 minut za častého míchání. Po skončeném vaření přidejte kuchyňskou sůl — asi dvakrát tolik, kolik bylo louhu, a dobře zamíchejte. Když směs vychladla, objeví se

na povrchu vrstva mýdla. Seberte pouze mýdlo, rozehřejte je a odlijte do krabiček od zápalek nebo do nádobek, abyste dostali malé kousky mýdla. Je to dobré mýdlo?

D. VODA V KLIDU A V POHYBU

1. Pojem tlaku

Postavte se mokřýma nohama nebo navlhčenými podrážkami na kus papíru a obkreslete obrys otisku nohou. Pomocí čtverečkovaného papíru změřte plochu a vypočítejte tíhu, která připadá na čtverečný centimetr plochy chodidla z celkové tíhy vašeho těla. Když budete stát na jedné noze, vaše tíhová síla bude rozložena jen na polovině plochy. Tlak, kterým přitom působíte na podložku, vzroste dvakrát; přesvědčte se o tom výpočtem.

2. Rozdíl mezi tíhovou silou a tlakem

Zhotovte dva dřevěné kvádry, jeden s mnohem menší základnou než druhý, a spojte je dohromady podle obrázku. Přitiskněte postupně obě základny do vrstvy hlíny nebo plastelíny tak, že na protější stěnu položíte vždy totéž závaží, např. cihlu, několik knih apod.

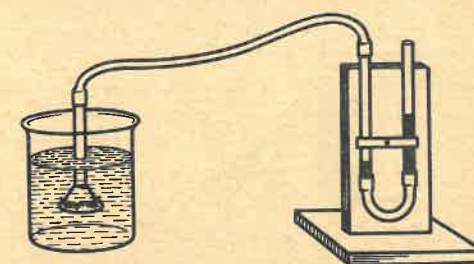


Rozdíl v tlaku je patrný z různé hloubky vtisku. Měnila se během pokusu tíhová síla, kterou zatížený kvádr působil na hlínu (plastelínu)? Měnil se při pokusu tlak? Byl tlak menší nebo větší, spočíval-li kvádr na hlíně menší nebo větší plochou?

3. Tlak kapaliny

Dvě skleněné trubky dlouhé 15 cm nebo dvě průhledné slámky z plastické hmoty spojte krátkou gumovou hadicí a připevněte je ke stojanu, jak je znázorněno na obrázku.

Do trubek nalijte trochu obarvené vody do výšky asi 6 až 8 cm. To bude tlakoměr neboli manometr. Přes malý trychtýř naplňte slabou gumu a těsně ji přivažte nití



nebo provázkem. Trychtýř připojte k manometru gumovou hadicí dlouhou 30 cm, ponořte do kbelíku s vodou a sledujte manometr.

4. Tlak vody se mění s hloubkou

Použijte trychtýř a manometr vyrobené v předešlém pokusu. Naplňte vysokou sklenici nebo kbelík vodou a manometrem změřte tlak u hladiny a tlak u dna. Jak se mění tlak s hloubkou?

5. Tlak závisí na hustotě kapaliny

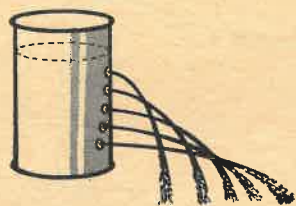
Připravte si dvě dosti vysoké a široké sklenice; abyste v nich mohli změřit tlak zhotoveným manometrem, trychtýř manometru se musí snadno vejít do sklenice. Jednu sklenici naplňte vodou a druhou do téže výšky nějakou kapalinou s menší hustotou, např. lihem na pálení. Změřte tlak u dna ve sklenici s vodou i ve sklenici s lihem. V jakém poměru jsou tyto tlaky ve stejných hloubkách?

6. Tlak vody ve stejné hloubce je stejný jak ve velké, tak v malé nádobě

Použijte trychtýř a manometr z předešlých pokusů. Vysokou sklenici o malém průměru a sklenici o větším průměru naplňte do stejné výšky vodou. Změřte tlak u dna v obou sklenicích. V jakém vztahu jsou tyto tlaky?

7. Jiný způsob důkazu, že tlak vzrůstá s hloubkou

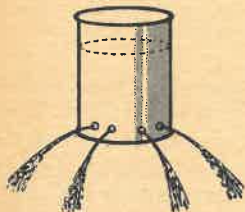
Do stěny vysoké plechovky udělejte nad sebou po 3 cm několik stejně velikých otvorů. Otvory přelepte lepicí páskou (izolepou) a naplňte plechovku až po okraj vodou. Nyní odstraňujte lepicí pásy z otvorů od nejvyššího směrem ke dnu plechovky. Pozo-



rujte směr i vzdálenost vystřikujících proudů vody z jednotlivých otvorů. Z kterého otvoru vystříkla voda do největší vzdálenosti, z kterého nejbližší k plechovce? Co je toho příčinou? Jak se mění tlak s hloubkou pod hladinou kapaliny?

8. Tlak vody je stejný ve všech směrech

Do stěny vysoké plechovky udělejte ve stejné výši nad dnem řadu stejně velikých otvorů a přelepte je lepicí páskou. Naplňte plechovku vodou a odstraňte pásku, plechovku přitom držte nad výlevkou. Pozorujte vzdálenosti, do kterých dostříkly proudy z otvorů kolem plechovky tentokrát, a srovnávejte je.

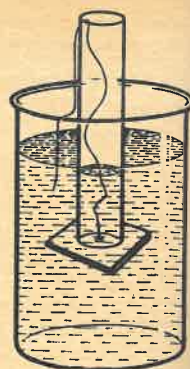


9. Tlak, který v kapalině působí směrem vzhůru, se nazývá vztlak

K pokusu budete potřebovat skleněný (z průhledné plastické hmoty) válec z obou stran otevřený, asi 15 cm dlouhý.

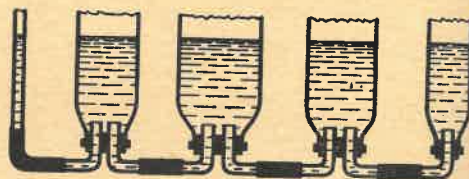
Vyříznete z kartónu čtverec o straně asi 5 cm, natřete jej parafínem nebo šelakem a k jeho středu připevníte lepicí páskou kus nitě nebo provázku. Protáhněte nit trubici

a přidržíte kartón nití k dolnímu okraji trubice. (Pokus se podaří i bez nitě.) Ponořte trubici — uzavřeným koncem dolů — do sklenice s vodou. Přestaňte přidržovat nití dno trubice a nalévejte do trubice obarvenou vodu. Všimněte si výšky vody v trubici vzhledem k hladině vody ve sklenici v okamžiku, kdy kartónové dno odpadne.



10. Spojené nádoby

Uříznete dna z několika skleněných lahví různého tvaru, přibližně stejné výšky. Do lahví dejte zátky se skleněnými trubkami, jak je znázorněno na obrázku. Naznačeným způsobem propojte lahve dohromady a nalijte

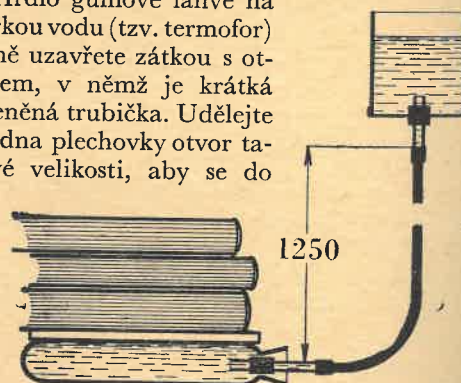


do nich obarvenou vodu, aby byly téměř plné. Jsou hladiny v jednotlivých lahvích v téže vodorovné rovině? Přesvědčte se tak, že k hladinám přiložíte delší tyč.

Tento pokus opět ukazuje, že v dané kapalině je tlak nezávislý na velikosti nebo na tvaru nádoby a závisí pouze na hloubce.

11. Zvedání těžkých závaží tlakem vody

Hrdlo gumové láhve na horkou vodu (tzv. termofoř) těsně uzavřete zátkou s otvorem, v němž je krátká skleněná trubička. Udělejte do dna plechovky otvor takové velikosti, aby se do



něho vešla zátká s otvorem. Gumovou láhev a plechovku spojte gumovou hadicí dlouhou alespoň 1,25 m; hadici na trubicích zajistěte několika závity drátu. Naplňte láhev, hadici a plechovku vodou. Dejte láhev na podlahu, položte přes ni desku a na ni dejte knihy nebo jiné těžké předměty. Nyní zvedejte plechovku nad podlahu a pozorujte zátěž. Zkuste, jak těžké závaží nadzvednete tím, že zvednete plechovku do nejvyšší možné výšky nad podlahu.

12. Voda se nestlačí

Do láhve z plastické hmoty dejte zátku s jedním otvorem a do něho zasuněte skleněnou trubičku z kapátka, úzkým koncem nahoru. Naplňte láhev až po okraj vodou. Zasuňte těsně zátku, až voda trochu stoupne do kapátka. Nyní láhev co nejsilněji stiskněte. Voda vystoupí v trubici, protože ji nemůžete stlačit. Můžete přimět vodu, aby přetékala přes okraj trubičky?

Naplňte lahvičku od léků vodou a zatlačte do ní zátku. Uhoďte na zátku prudce klavírkem; lahvička praskne. Pozor na střepiny! Při pokusu použijte brýle!

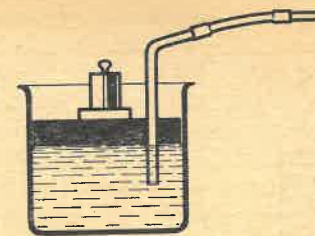
13. Model hydraulické zdviže

Některé nákladní a osobní zdviže jsou zvedány tlakem vody. Model takové zdviže si můžete zhotovit pomocí ruční automobilové hustilky. K hustilce připojte gumovou hadici a spoj převažte drátem, aby odolal velkému tlaku vody. Pak k vodovodnímu kohoutku připojte hadici pomocí zátky s otvorem. Spoj opět převažte drátem. Určete jednoho žáka, aby si sedl na rukojeť hustilky. Pomalu pouštějte vodu a pozorujte, zda ho tlak vody nadzvedne. Zátka ve vodovodním kohoutku budete možná muset držet. Proč asi?

14. Jednoduchý hydraulický lis

Princip hydraulického lisu objasňuje následující model.

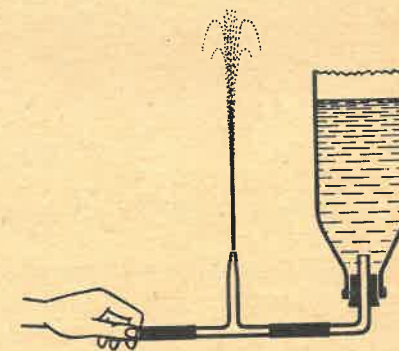
Válcovou sklenici naplňte do poloviny vodou. Na povrch vody nalijte roztavený parafín, který vytvoří píst, do něhož při chladnutí zasunete skleněnou trubičku. Když



parafín ztuhne, vznikne vodotěsný píst. Do trubky mírně foukejte a zátká bude stoupat. Tímto způsobem je možno zvedat závaží umístěná na pístu.

15. Model vodního trkače

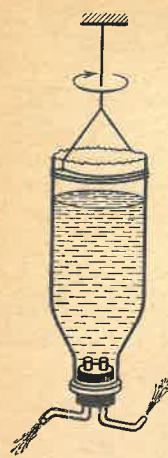
Trkače využívají energie proudící vody a dopravuje se jimi voda z nižší úrovně na vyšší.



Můžete si udělat model vodního trkače. U láhve od sodovky odříznete dno a uzavřete ji gumovou zátkou s otvorem, v němž je krátká skleněná trubička. Připojte ji ke skleněné nebo kovové trubici tvaru T, ke které je uprostřed připojena tryska a která má na jednom konci gumovou hadičku, jak je znázorněno na obrázku. Naplňte láhev vodou a hadici na konci stiskněte. Potom nechte vodu tímto koncem vytékat a proudění náhle zastavte rychlým stisknutím hadice. Všimněte si, do jaké výšky voda z trysky vystříkla. Nechte vodu proudit a střídavě ji zastavujte. Pozorujte model vodního trkače a vysvětlete jeho činnost.

16. Model vodní přetlakové turbíny

Poblíž dolního konce láhve od sodovky, z níž bylo odříznuto dno, omotejte provázek

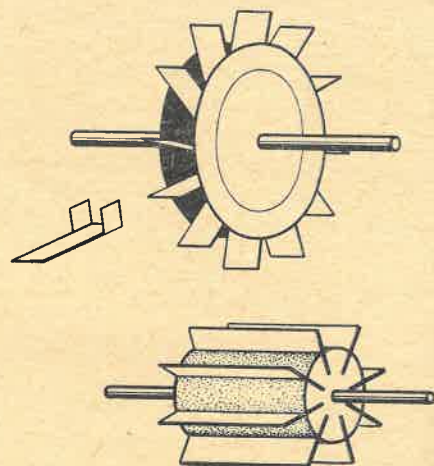


a zavěste ji, jak je znázorněno na obrázku. Do hrdla láhve zasuňte zátku se dvěma otvory, jimiž procházejí skleněné trubky, zahnuté podle nákresu a zakončené tryskami. Naplňte láhev vodou a pozorujte, jak se turbína otáčí, když voda vytéká z trysek.

17. Model vodního kola

Jako osu můžete použít špejli nebo pletací drát. Vodní kolo zhotovte (podle obrázku) z cívky od pásky do psacího stroje nebo z kolečka od náplasti. Vhodným zdrojem vodní energie je proud vody z vodovodu nebo z nádrže, vedený kusem okapové roury.

Jako náboj kola je možno použít též cívku od nití nebo korkovou zátku. Udělejte do ní



zářezy a zasuňte do nich kousky dřeva nebo plechu, které budou tvořit lopatky.

E. POTÁPĚNÍ A PLOVÁNÍ

1. Co rozhoduje o potápění a plování?

Kus olovené, cínové nebo hliníkové fólie zformujte do tvaru lodičky a nechte plovat na vodě v míse; potom zmačkejte fólii z lodičky do kuličky a zkuste, zda bude plovat na vodě. Co pozorujete? Jaké pro to máte vysvětlení?

2. Vztlak vody

Lékovku uzavřete těsným uzávěrem z plastické hmoty nebo korkovou zátkou a ponořte ji do kbelíku s vodou až na dno. Co natane, pustíte-li lékovku? Pokus opakujte, vždy však přidejte do lékovky trochu vody. Co pozorujete? Vypluje na hladinu lékovka úplně naplněná vodou?

3. Pozorování vztlaku vody

Na konec ramen rovnoramenných vah (rovnoramenné páky) zavěste pomocí smyček láhve od sodovky a umístěte je tak, abyste váhy uvedli do rovnovážné polohy. Pod jednu z lahví postavte kbelík s vodou tak,

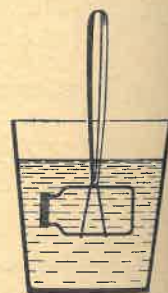
aby láhev byla trochu ponořena. Pozorujte, co se stane. Jak to vysvětlíte?

4. Jiný způsob pozorování vztlaku vody

Na dno kbelíku s vodou ponořte velkou korkovou zátku. Všimněte si, jakou sílu musíte vynaložit, abyste zátku udrželi na dně. Láhev o velkém objemu uzavřete zátkou a ponořte na dno kbelíku s vodou. Nahustěte duši kopacího míče a ponořte ji též. V kterém případě musíte vynaložit větší sílu? Proč?

5. Ještě jiný způsob jak pozorovat vztlak vody

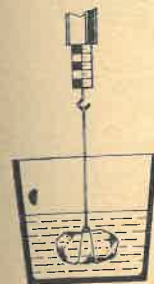
Větší lékovku naplňte vodou. Než ji uzavřete uzávěrem z plastické hmoty nebo zátkou, vložte do ní konec tenké gumy. Zjistěte nejdříve, o kolik se guma prodlouží, držíte-li na ní lékovku ve vzduchu. Nyní lékovku ponořte do nádoby s vodou a



držte ji na gumě tak, aby se nedotýkala dna. V kterém případě se guma prodloužila méně? Proč?

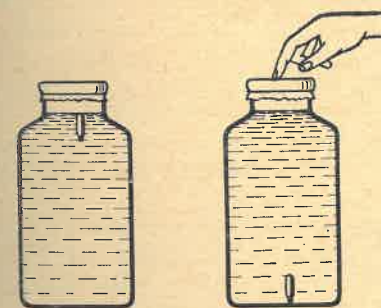
6. Kámen má ve vodě menší tíhu než na vzduchu

Uvažte kámen na dostatečně pevný provaz a zvažte jej siloměrem na vzduchu. Potom kámen ponořte do nádoby s vodou a zvažte jej siloměrem znovu. (Při vážení ve vodě se kámen nesmí dotýkat dna, ani vychývat z vody.) Jak vysvětlíte, že jste při druhém vážení nezjistili touž tíhu kamene jako při prvním?



7. Karteziánský potápěč

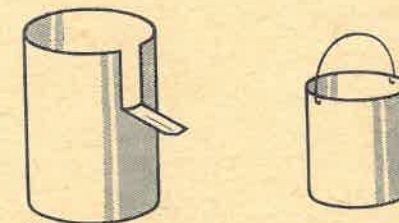
Kolem otevřeného konce gumičky z kapátka omotejte několik závitů tenkého drátu. Naplňte vysokou sklenici s hodně širokým hrdlem (např. od okurek) až po okraj vodou. Do gumičky kapátka naberte tolik vody, aby se již téměř potápěla; gumička se musí ve vodě vznášet u hladiny — musí být pod vodou. Láhev uzavřete gumovým uzávěrem (gumovou „blánou“). Kolem hrdla gumu ještě utěsněte několika závity provázku. Když na gumový uzávěr přitlačíte, zjistíte, že potápěč klesá ke dnu. Když tlak na gumový



uzávěr ustane, potápěč vystoupí k hladině. Činnost karteziánského potápěče budete moci vysvětlit, uděláte-li si plovák z malé zkumavky nebo lahvičky od léků. Při potápění a při plování budete moci pozorovat hladinu vody v plováku.

8. Jak vyrobít plechovku s přepadem a sběrnou nádobu

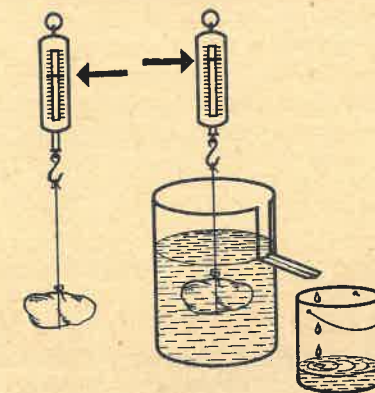
Tyto pomůcky jsou užitečné ke studiu Archimédova zákona, kterým se řídí plování a potápění. Po straně plechovky o průměru 7 až 8 cm a vysoké 10 až 12 cm udělejte od okraje dva zářezy vzdálené 2 cm a sahající



do hloubky 4 cm. Takto vytvořený jazyk vyhněte a udělejte z něho žlábek tvaru V. Sběrnou nádobu můžete udělat z menší plechovky. Blízko okraje proražte proti sobě dva otvory a z drátu k ní udělejte držadlo.

9. Potápějící se tělesa

Plechovku s přepadem naplňte vodou až ke žlábků. Na kámen nebo jiné tuhé těleso, které se vejde do plechovky s přepadem a které ve vodě klesá ke dnu, uvažte provázek tak, abyste je mohli zvažet pomocí pružinových vah — siloměru. Postavte sběrnou nádobu pod žlábek, ponořte kámen do vody a zjistěte jeho tíhu. Je stejná jako na vzduchu? Určete tíhu přeteklé vody tak, že od celkové tíhy sběrné nádoby s vodou odečtete tíhu.



Srovnajte tíhu vody vytlačené tělesem s velikostí nadlehčení tělesa ponořeného ve vodě. (Nadlehčení vypočteme, odečteme-li od tíhy tělesa na vzduchu jeho tíhu ve vodě.) Odpovězte na otázku: Jakou silou jsou nadlehčována tělesa ponořená ve vodě? Vyzkoušejte tento pokus s jinými tělesy, která ve vodě klesají ke dnu.

10. Plovoucí tělesa

Naplňte plechovku s přepadem vodou tak, aby hladina byla v úrovni žlábků. Z různých druhů dřev vyberte takové, které na vodě plave a je přitom ve vodě ponořeno z poloviny nebo více. Na pružinových vahách (pomocí siloměru) zjistěte tíhu dřeva na vzduchu a tíhu prázdné sběrné nádoby. Sběrnou nádobu postavte pod žlábek plechovky. Dřevo nejlépe tvaru kvádrů, které visí na pružinových vahách (na siloměru), nyní pomalu pokládejte na hladinu vody v plechovce s přepadem a sledujte přitom, jak se mění tíha dřevěného kvádrů. Jak velká je jeho tíha, kterou odečtete na pružinových vahách, když již dřevo na vodě plave? Určete tíhu vytlačené vody tak, že od celkové tíhy sběrné nádoby s vodou odečtete tíhu nádoby. Srovnajte tíhu dřeva zváženého na vzduchu s tíhou vody vytlačené ponořenou částí plovoucího dřeva. Jak veliké jsou tyto tíhy? Opakujte pokus s jinými plovoucími tělesy.

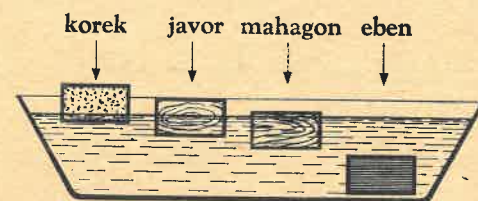
11. Pokus s plovoucí svíčkou

Do svíčky podél knotu vyvrtejte zespodu otvor a do něho zašroubujte vrut, který musí být právě tak těžký, aby svíčka plavala s vrcholem jen trochu nad hladinou vody. Nechte plavat svíčku s vrutem ve vysoké sklenici s vodou, zapalte ji a sledujte, zda se svíčka bude pozvolna z vody vynořovat, do vody hlouběji potápět, nebo zůstane ponořena stále do téže hloubky. Vysvětlete, proč tomu tak je.

12. Pokus s plováním různých druhů dřeva

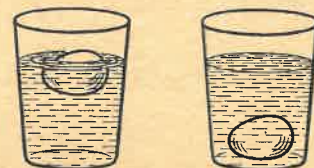
Korek a kusy dřeva, např. javorového, mahagonového a ebenového, dejte do mísy

s vodou a pozorujte, jak se různé druhy dřeva chovají. Umíte to vysvětlit?



13. Pokus s plovoucím vejcem

Vložte vejce do sklenice s říční (sladkou) nebo dešťovou, popř. destilovanou vodou a pozorujte je. Pak přidávejte do vody sůl a dívejte se, zda vejce bude plavat. Umíte



vejce ve slané vodě vejce v čisté vodě

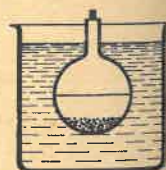
to vysvětlit? Lze z tohoto pokusu usoudit, proč se lodi při přechodu z říční (sladké) vody do vody mořské (slané) poněkud z vody vynoří?

14. Ověření Archimédova zákona

Připravte si plechovku s těsným šroubovým uzávěrem. Do uzávěru udělejte otvor a připájejte do něho ventilek z duše do jízdního kola. Závity uzávěru namažte vazelinou a do plechovky dejte tolik zátěže, aby se (i s uzávěrem!) ve vodě vznášela u hladiny.

Při rozhovoru o tom, proč tělesa plovou, někteří žáci zpravidla odpovědí „protože mají uvnitř vzduch“. Připustíme-li tento argument, měly by předměty plavat tím lépe, čím více vzduchu obsahují. Když nyní nahustíme do plechovky trochu vzduchu, stlačený vzduch v plechovce způsobí, že se přístroj potopí.

Vyzkoušejte tentýž pokus s fotbalovým míčem nebo s plechovou lahví na vodu.



15. Hustoměr ze slámky

Vezměte slámku na pití nebo trubičku z plastické hmoty. Není-li slámka „vodotěsná“, ponořte ji do roztaveného vosku ze svíčky a nechte uschnout. Jeden konec slámky zalepte voskem a nasypete do ní tolik zátěže (např. jemného písku), aby ve vodě plavala ve svislé poloze ponořena asi do poloviny své délky. Pak do ní kápněte roztavený vosk, který zátěž zafixuje. Jako značku, kterou je možno posunovat nahoru a dolů, použijte gumový proužek nebo černou bavlnku uvázanou kolem slámky.



Umístěte značku na slámce na vodní hladinu. Pak vyjměte slámku z vody a změřte její délku od dolního konce ke značce vodní hladiny. Nechť je to x cm. Předpokládejte, že voda má hustotu jedna a že slámka má všude stejný průřez. Potom můžete na slámce udělat značky pro měření hustot různých kapalin, např. v rozmezí od 0,6 do 1,2. Použijte přitom vzorec:

$$\frac{\text{délka slámky od dolního konce ke značce}}{x} = \frac{1}{\text{hustota kapaliny}}$$

16. Hustota kapaliny, která se nemísí s vodou

Do otevřené skleněné trubice částečně ponořené ve vodě nalévejte olej tak dlouho, dokud nevytlačí vodu až k jejímu spodnímu konci. Poměr délky ponořené trubice k celkové délce olejového sloupce udává hustotu oleje.

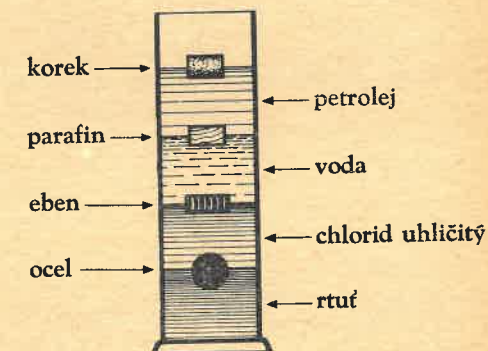
U kapalin těžších než voda tento postup obraťte, tj. do trubice nalévejte vodu.



17. Plování v různých kapalinách

Obstarejte si vysokou úzkou sklenici (odměrný válec nebo velkou zkumavku) a tyto kapaliny: rtuť, chlorid uhličitý (tetrachlór),

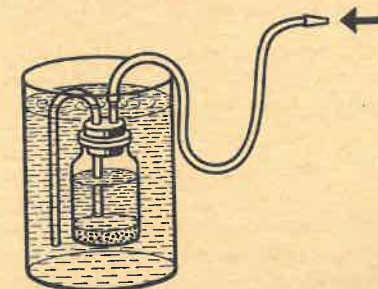
vodu a petrolej. Budete také potřebovat ocelovou kuličku z kuličkového ložiska nebo šroub či matici, kousek ebenového nebo jiného dřeva, které se ve vodě potápí, a kousek parafínu a korku. Nejprve do sklenice nalijte trochu rtuti a pak postupně tetrachlór, vodu



a petrolej. Předměty položte na hladinu petroleje a pozorujte, co nastane. Uvidíte, že ocel se potápí ve třech horních kapalinách, ale plove ve rtuti. Ebenové dřevo se potápí ve dvou horních kapalinách, ale plove v tetrachlóru. Parafín se potápí v petroleji, ale plove ve vodě, a korek plove i v petroleji.

18. Jak se ponorka ponořuje a vynořuje

Na dno malé láhve se širokým hrdlem dejte kousky oceli nebo kamínky a nalijte na ně trochu roztaveného parafínu, který je upevní, takže láhev bude plavat ve svislé poloze. Do láhve vložte zátku se dvěma otvory. Do jednoho otvoru dejte skleněnou trubičku tvaru U, která zasahuje až na dno láhve. Do druhého otvoru zasuňte krátkou skleněnou trubičku s gumovou hadicí. Láhev postavte do velké nádoby s vodou.



Gumovou hadicí vysávejte vzduch a do láhve bude přetlakem vnikat voda. Tíha láhve se bude zvětšovat a láhev se bude stále

více nořit, až začne klesat ke dnu. Jestliže naopak budeme do láhve hadicí vhnět vzduch, bude voda z láhve přetlakem vytlačována, tíha láhve se bude zmenšovat a láhev bude vztlakovou silou vynořována stále více, až se konečně vynoří a bude plavat na hladině.

Aby se ponorka ve vodě vznášela, to je aby ani neklesala do větší hloubky a ani nestoupala k hladině, je třeba, aby tíha ponorky se právě rovnala vztlakové síle,

kteřou je ponorka ve vodě nadlehčována. Při plavbě ponorky pod vodou se ke změně hloubky používá výškové kormidlo, ke změně směru plavby stranové kormidlo. Používat stlačeného vzduchu k vyprazdňování nádrží, pokud je ponorka ponořena, není praktické.

Uvedené zařízení rovněž znázorňuje, jak se pomocí pontonů nebo nádrží zvedají potopené lodi. Připevněte k láhvi závaží, ponořte ji do vody a zvedněte závaží tím, že budete do láhve foukat vzduch.

F. POVRCHY KAPALIN

Povrch vody a ostatních kapalin se chová tak, jako by byl potažen napjatou tenkou pružnou blánou, která se snaží smršťovat. V povrchu kapaliny tedy působí síla, která se nazývá povrchové napětí. S povrchy kapalin lze provádět mnoho zajímavých pokusů.

1. Jehla plovoucí na vodě

Ocelovou jehlu důkladně osušte. Položte ji na vidličku a povrch vody v misce vidličkou jemně protrhněte. Budete-li pracovat opatrně, bude jehla po odstranění vidličky plavat. Pokus se podaří lépe, jestliže jehlu po osušení protáhnete mezi prsty. Prohlédněte si povrch vody zblízka. Vidíte, jak je povrch vody prohnutý pod tíhou jehly?



2. Plovoucí žiletka

Pokus opakujte se žiletkou a pozorujte, zda se povrchová vrstva pod žiletkou snížila.

3. Zvedání vodního povrchu

Ohněte špičku špendlíku nebo udělejte z tenkého drátu háček. Konec háčku opilujte do velmi ostré špičky. Postavte se tak, abyste měli oči ve výši hladiny vody ve sklenici. Ponořte háček pod povrch vody a jeho špičku jemně zdvíhejte k povrchu. Budete-li opatrní, špička nepropíchne povrchovou vrstvu, ale bude ji nepatrně zvedat.

4. Voda se udrží v sítu

Na drátěná oka dětského síta na písek nalijte trochu oleje a přebytek vytřepejte, aby otvory zůstaly volné. Do síta nalévejte opatrně vodu tak, aby stékala po stranách síta. Když je síto naplněno asi do poloviny, podržte je nad výlevkou nebo kbelíkem a pozorujte jeho dno. Uvidíte, že voda proniká otvory, ale povrchové napětí jí brání, aby protekla. Dotkněte se dna síta prstem a voda proteče.

5. Pokus s víkem od plechovky

Do víka od plechovky udělejte mnoho malých otvorů, např. ocelovým hřebíkem k patentním závěsům na obrazy. Nechte víko plavat na vodě v pánvi. Proteče voda otvory? Naplňte víko vodou. Vyteče voda z víka?

6. Přeplnění sklenice vodou

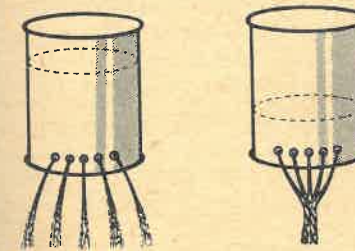
Postavte sklenici na mělkou misku nebo na talíř a její okraj otřete suchou látkou. Do sklenice nalévejte vodu tak dlouho, dokud není až po okraj plná. Uvidíte, že můžete naplnit sklenici několik milimetrů přes okraj. Nyní pouštějte do vody visle (po hraně) mince nebo drobné kovové podložky. Pozorujte, kolik mincí nebo podložek můžete tímto způsobem do sklenice vhodit, než voda přeteče.

7. Vytvoření špičky na štětci

Prohlédněte si štětiny malířského štětce. Ponořte štětec do vody a uvidíte, že povrchové napětí stáhlo štětiny dohromady. K tomuto pokusu se velmi dobře hodí malířský štětec i štětka na holení.

8. Trik s povrchovým napětím

Do použité plechovky udělejte (např. hřebíkem) u dna pět otvorů, asi pět milimetrů od sebe navzájem vzdálených. Pak ji naplňte vodou a všimněte si, že voda z ní vytéká pěti proudy kolmo ke stěně. Stiskněte vodní



proudy dohromady palcem a ukazováčkem, a vytvořte tak z pěti proudů jeden. Když přejedete rukou přes otvory v plechovce, voda bude opět vytékat v pěti oddělených proudech. Jak jev vysvětlíte?

9. Voda neproteče látkou

Látku, např. kousek starého prostěradla nebo kapesníku, dobře namočte. Naplňte sklenici vodou. Napněte látku přes ústí sklenice a upevněte ji nití nebo provázkem. Překlopte sklenici nad kbelíkem s vodou a pozorujte, jak povrchové napětí brání vodě, aby protekla látkou.

10. Vliv mýdla na povrchové napětí

Velký talíř pečlivě vymyjte, naplňte studenou vodou a nechte chvíli stát na stole, dokud se voda neuklidní. Povrch vody posypte lehce práškovým mastkem. Namočte kus mýdla do vody a dotkněte se jím povrchu vody blízko okraje talíře. Mýdlo snížilo v jednom místě povrchové napětí a vyšší povrchové napětí na opačné straně smršťuje povrch a stahuje mastek s sebou.

11. Vliv benzínu na povrchové napětí

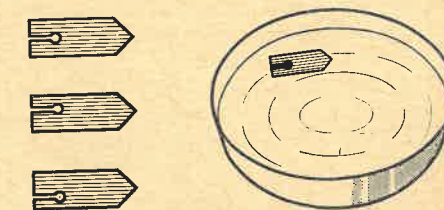
Opakujte předešlý pokus. Přesvědčte se, zdali je talíř dokonale čistý. Než jej naplníte, vypláchněte jej několikrát studenou vodou. Místo mýdla dejte na vodu blízko okraje talíře kapku benzínu. Jak působí benzín na povrchové napětí vody?

12. Pokus se smyčkou nití

Polévkový talíř důkladně vymyjte a pak jej naplňte vodou. Udělejte smyčku z nití, trochu ji rozevřete a nechte ji plovat na vodě. Dotkněte se kouskem mýdla povrchu uvnitř smyčky a pozorujte výsledek.

13. Řízení lodičky povrchovým napětím

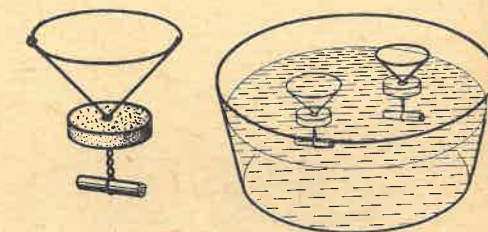
Z tuhého papíru vystříhnete dvě nebo tři lodičky asi 2,5 cm dlouhé. Na zádi vystříhnete zářez dostatečně veliký, aby udržel malý kousek kafru v dotyku s vodou, ale přitom mu nedovolil vypadnout. Nechte lodičky plavat ve velké nádobě s vodou.



Zajímavé změny dosáhnete tím, že zářezy na zádi umístíte na pravou nebo na levou stranu.

14. Plovák pro předvádění povrchového napětí

Ohněte kus měděného drátu do kruhu o průměru asi 8 cm. Na opačné strany kruhu připevněte další dva kusy drátu a zkrutte je



dohromady asi 8 cm pod kruhem. Zkroucenou část udělejte asi 5 cm dlouhou, připevněte na ni plochý korek, jak je znázorněno na obrázku, a svitek hliníkové fólie, aby držela plovák ve vodě svisle.

Nyní dejte plovák do mísy s vodou a zatačte jej pod hladinu. Když bude vyplouvat, neprorazí povrchovou vrstvou. Pozorujte, jak povrchovou vrstvu napíná.

15. Vytváření kuliček pomocí povrchového napětí

Naplňte sklenici asi do dvou třetin denaturovaným lihem. Kapátkem nakapejte do lihu trochu oleje a sklenici opatrně doplňte vodou. Získáte-li správnou směs, budou asi uprostřed láhve plavat olejové kuličky. Do tvaru přesných koulí je stahuje povrchové napětí.

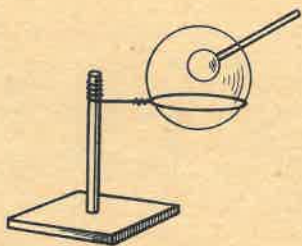
16. Vyfukování mýdlových bublin

Mýdlové tenké vrstvy a bubliny slouží velmi dobře k pozorování povrchového napětí. Vhodný mýdlový roztok získáte tak, že do čtyř šálků horké vody dáte tři polévkové lžičky mýdlového prášku nebo mýdlových vloček a roztok necháte tři dny ustát. Zkuste vyfukovat bubliny pomocí foukátka na bubliny, slámky, hliněné dýmky a trumpetky o průměru asi 4 cm.

Jiné dobré foukátko na bubliny je možno zhotovit rozštípnutím konce slámky na čtyři části asi do vzdálenosti 1 cm od konce. V této vzdálenosti části stébla nalomte a ohněte směrem od stébla.

17. Držák na mýdlové bubliny

Kulatou tyčku asi 15 cm dlouhou zasaďte do dřevěné cívky nebo do kusu dřeva, který

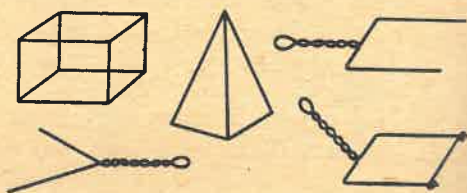


se hodí za podstavec. Kolem tyčky omotejte dřevěný nebo ocelový drát, udělejte smyčku o průměru asi 10 cm a ponořte ji do mýdlového roztoku.

Vyfoukněte velkou mýdlovou bublinu a přemístěte ji do smyčky. Nyní namočte slámku do mýdlového roztoku a opatrně ji prostrčte do velké bubliny. Pokuste se vyfouknout menší bubliny uvnitř velké. Bude to vyžadovat trochu trpělivosti.

18. Některé pokusy s tenkými mýdlovými vrstvami

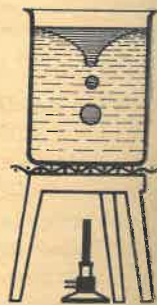
Udělejte z drátu tvary podle obrázku. Ponořte je do hustého mýdlového roztoku a pozorujte tenké vrstvy.



Ponořte do mýdlového roztoku drátěný rámeček s jezdcem. Odtáhněte nepatrně jezce a všimněte si, jak se tenká vrstva napíná. Uvolněte jezce a smrštění tenké vrstvy jej potáhne zpět.

19. Tvoření kapek

Do velké kádinky se studenou vodou nalévejte pomalu anilín, až se na dně nahromadí vrstva o tloušťce asi 1,5 cm. Postavte kádinku na sítku na trojnožce a zahřívejte ji malým plamenem z Bunsenova kahanu. Anilín se rozpíná více než voda a po chvíli bude plavat na povrchu. Odstraňte kahan a počkejte si na výsledek. Když anilín vychladne, bude opět klesat ke dnu, ale přitom dostane tvar, který mají všechny kapky kapalin, když padají dolů. Účinek povrchového napětí je vidět při pomalém pohybu, protože hustota anilínu a vody je přibližně stejná.



KAPITOLA X

Jednoduché stroje

A. PÁKA, KOLO NA HŘÍDELI, Kladka

1. Jednoduchá rovnoramenná páka

Vyrobte dřevěný podstavec o rozměrech 15 × 15 cm, tloušťky 2 cm. Do jeho středu upevněte dřevěný hranol o podstavě 4 × 4 cm a vysoký 3 cm. Ze strany k němu připevněte dva sloupky dlouhé 15 cm, široké 3,5 cm a tlusté 1 cm. Mohou se připevnit k malému hranolu pomocí vrutů. Na horním konci každého sloupku vyřízněte tenkou pilkou úzký zářez pro žiletku do takové hloubky, aby žiletka z konce sloupku vyčnívala 2 až 3 mm.

Jako páku použijte asi 1 m dlouhou tyč, která má všude stejný průřez a je asi 4 cm široká a 5 mm tlustá. Najděte zkusmo těžiště páky, např. tak, že páku podepřete ostrím nože. Poněkud nad těžištěm zarazte napříč pákou dostatečně dlouhý hřebík jako osu. Osu pak položte na žiletky, které vyčnívají ze sloupků, takže páka může volně kývat.

Rovnovážnou polohu páky ve vodorovném směru upravte tak, že upilujete ten konec páky, který klesá, tedy je těžší.

Na tyči vyznačte dílky po centimetrech od osy (hřebíku) na obou ramenech páky a číslujte je od 1 v obou směrech ke koncům tyče. Na tyč zavěšujte závaží na smyčce z nití.

a) Zavěste závaží 10g ve vzdálenosti 20 cm od osy otáčení a pak je vyvažte jiným 10g závažím na opačné straně. Všimněte si vzdálenosti tohoto závaží od osy otáčení, když je páka v rovnováze. Opakujte pokus a dávejte závaží blíže k ose otáčení a potom dále od osy.

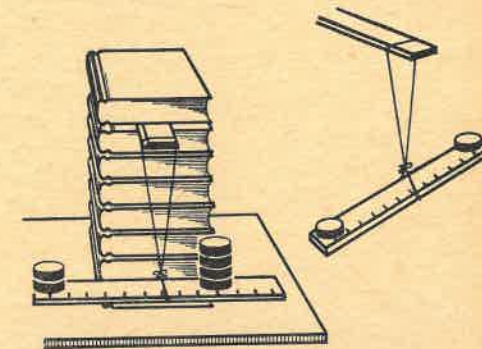
b) Opakujte pokus a) se 100g závažím.

c) Dejte dvě závaží na jedno rameno a vyvažte je jedním závažím na druhém ramenu. Umíte v tomto případě najít podmínku rovnováhy? Návod: vynásobte tíhu každého

závaží na jedné straně jeho vzdáleností od osy a oba součiny sečtěte. Porovnejte tento výsledek se součinem tíhy a vzdáleností závaží na opačné straně.

2. Jednoduché váhy

Zavěste pravítko pomocí smyčky provázku v malé výšce nad stolní deskou, jak je znázorněno na obrázku. Když je pravítko v rovnováze, pokládejte na ně stejné mince v různých vzdálenostech na obou stranách od osy otáčení, ale tak, aby pravítko zůstá-



valo stále v rovnováze ve vodorovném směru. Používejte jednoduché kombinace počtu mincí a vzdáleností od osy otáčení a odvoďte v jednoduché formě momentovou větu. Např. dvě mince položené na konci pravítka budou vyváženy čtyřmi mincemi položenými uprostřed mezi osou otáčení a opačným koncem.

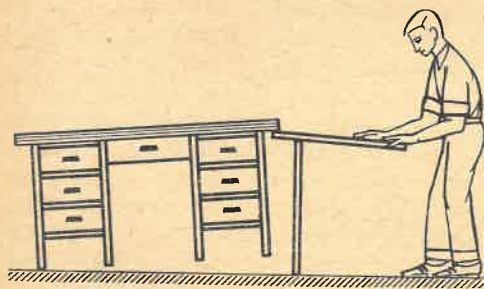
3. Jednoduché vahadlové (běhounové) váhy

Rameno osobní váhy, na které se váží žáci, je páka, jejíž osa otáčení je velmi blízko u jednoho konce. Princip tohoto typu

vah je možno ukázat pravítkem z pokusu 2: Hromádku osmi až deseti mincí položte na pravítko blízko osy otáčení a po druhém ramenu posunujte jedinou minci (jezdce) do takové vzdálenosti od osy, až nastane rovnováha.

4. Dvojzvrtná páka

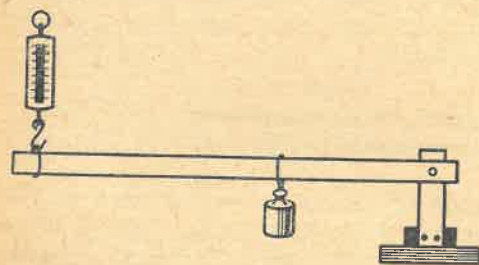
Uřízněte tyč tak, aby byla stejně vysoká jako těžký stůl ve třídě. Na ni položte jinou přibližně stejně dlouhou tyč. Konec této tyče vsuňte pod okraj stolu a pomocí tyče jako páky stůl nadzvedněte.



Všimněte si, že při zvedání těžkých předmětů pákou urazí delší konec delší dráhu než kratší konec. Žádná energie se ve skutečnosti nezískává, ale síla působící na kratším konci je mnohem větší než síla vynaložená na pohyb delšího konce.

5. Jednozvrtná páka

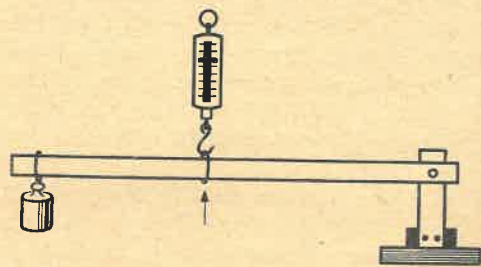
Použijte opět dřevěnou tyč 1 m dlouhou, 4 cm širokou a 5 mm tlustou, která má po celé délce stejný průřez. Pro osu otáčení vyvrtejte u jednoho konce tyče otvor. V obou sloupcích podstavce ve výši asi 12 cm vyvrtejte rovněž otvory. Páku vložte mezi sloupky a všemi třemi otvory prostrčte delší



hřebík, osu otáčení jednozvrtné páky. K volnému konci tyče připojte pružinové váhy (siloměr) a mezi osu a pružinové váhy zavěšujte na páku libovolná závaží. Uvedte potom páku do rovnovážné polohy a na stupnici vah odečtete velikost síly.

6. Jednozvrtná páka, na niž působí síla mezi osou otáčení a břemenem

Závaží zavěste na konec páky z pokusu 5 a siloměr umístěte do různých vzdáleností mezi osu otáčení a závaží. Zvedáním pružinových vah (siloměru) uveďte vždy páku do rovnovážné polohy a na stupnici určete velikost síly. Přesvědčte se, že i tu platí podmínka rovnováhy: součin délky ramena



(od osy otáčení až po působíště tíhy závaží) a velikosti tíhy závaží je stejně veliký jako součin délky ramena (od osy otáčení až po působíště síly, tj. bodu, ve kterém je zavěšen siloměr) a velikosti síly. Páka přitom musí být v rovnovážné poloze.

7. Páka jako houpačka

Prkno dlouhé asi 3 m uveďte do rovnováhy na vhodném předmětu a nechte žáky dělat pokusy s houpačkou; měňte počty dětí na obou stranách od osy otáčení.

8. Jednoduché kolo na hřídéli

Sejměte kryt z ořezávače tužek a na konec osy pevně přivažte provázek. Na jeho konec přivažte několikakilogramové závaží a otáčejte klikou. Všimněte si, že síla potřebná k otáčení kliky je mnohem menší než tíhová síla působící na závaží. Můžete se o tom přesvědčit takto: Ke klice ořezávače připojte pružinové váhy (siloměr) a táhněte za ně

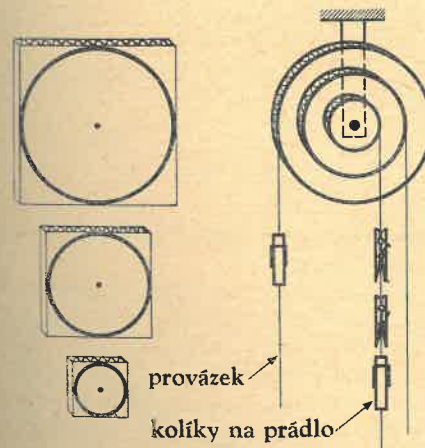
kolmo ke klice takovou silou, abyste udrželi zvednuté závaží na provázku v klidu. Odečtete na vahách velikost síly a potom zvažte



na vahách závaží, které bylo pověšeno na ose ořezávače. Zdůrazněte, že při tomto pokusu se ořezávače tužek použilo jako kola na hřídéli.

9. Jiné kolo na hřídéli

Vystříhnete pečlivě z lepenky kruhy o průměru 15 cm, 10 cm a 5 cm. Dále vystříhnete z téže lepenky vždy dva kruhy o průměru 15,2 cm, 10,2 cm a 5,2 cm. Ve středu každého kruhu udělejte tenkým hřebíčkem otvor. Připravené kruhy slepte tak, že na

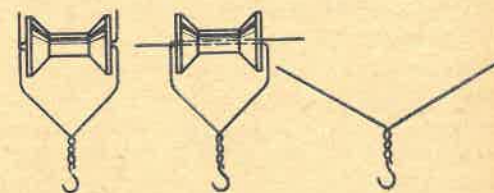


tenkým hřebíčkem nasunujete kruhy v tomto pořadí: kruh o průměru 15,2 cm, 15,0 cm, 15,2 cm — 10,2 cm, 10,0 cm, 10,2 cm — 5,2 cm, 5,0 cm, 5,2 cm. Hřebíček zajistí, že všechny kotouče jsou k sobě přiloženy sou-

středně. Kotouče slisujte vhodnou zátěží, např. deskou, ve které vyvrtáte otvor pro hřebíček, na desku položte několik knih, cihlu apod. a nechte zatvrdnout. Slepené kladky upevněte podle obrázku. Kolem každé kladky omotejte nit nebo provázek a jeden konec připevněte ke žlábků špendlíkem. Na opačném konci niti udělejte smyčku, aby se na ni dala zavěšovat závaží. Použijte lehká závaží, např. kolíky na prádlo, a zjistíte, že můžete vytvořit rovnováhu podobně jako na páce. Na obrázku je vidět, že rovnováha byla vytvořena jedním závažím zavěšeným 7,5 cm od osy otáčení a třemi stejnými závažími zavěšenými ve vzdálenosti 2,5 cm (tj. třikrát menší) na opačné straně osy. Pro rovnováhu opět platí momentová věta ($1 \cdot 7,5 = 3 \cdot 2,5$).

10. Jak vyrobít jednoduchou kladku

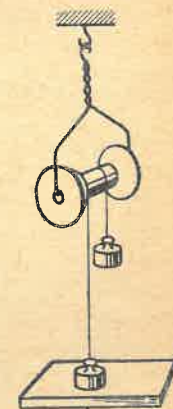
Dobře vyhovující kladku můžete vyrobit z drátěného ramínka na šaty a cívky od nití. Odřízněte oba dráty ramínka ve vzdálenosti asi 20 cm od háku. Ohněte konce do pravého



úhlu a zasuňte je oba do cívky. Dráty seřídte tak, aby se cívka snadno otáčela, a pak jejich konce ohněte dolů, aby se dráty nemohly rozestupovat.

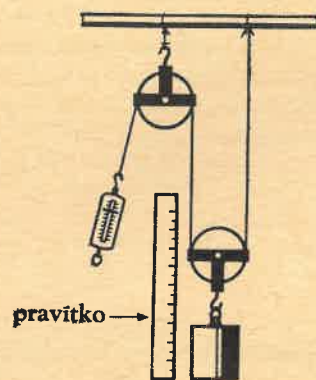
11. Jednoduchá pevná kladka

Jednoduchou pevnou kladku zavěste tak, jak je znázorněno na obrázku. Pomocí závaží vyzkoušejte, jaké síly je zapotřebí ke zdvihnutí závaží 25, 50, 100 a 200 g. Změřte dráhu, po které působí síla, když závaží urazí dráhu 20 cm.



12. Jednoduchý kladkostroj

Na vodorovný držák zavěste pomocí provázku dvě kladky a zavěste na volnou kladku těleso, jak je znázorněno na obrázku. Nemáte-li na demonstračním stole nastavitelný držák, postačí tyč položená přes opěradla

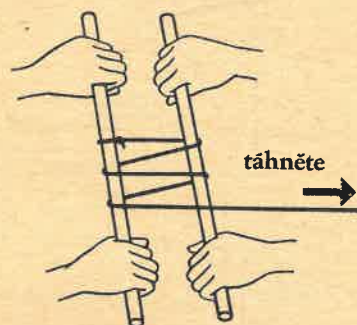


dvou židlí. Ke konci provázku připevněte pružinové váhy a porovnejte tíhovou sílu předmětu (břemeno) se silou potřebnou k jeho zvednutí pomocí soustavy kladek. Porovnejte rovněž dráhy, po kterých obě síly působí.

13. Kladkostroj složený z více kladek

Dva žáci, z nichž každý uchopí jednu kulatou tyč, např. násadu smetáku, postaví se několik decimetrů od sebe. K jedné tyči přivažte šňůru na prádlo a omotejte ji

několikrát kolem obou tyčí tak, aby vznikla kombinace kladek. Třetí žák, slabší, zatáhne za provaz. Snadno přitáhne obě tyče k sobě i přes odpor žáků, kteří tyče drží.



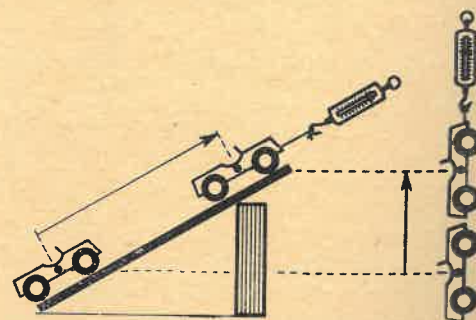
Pořiďte seznam zařízení, v nichž se využívá soustava kladek. Příkladem jsou vlečná auta a bagry.

Kladkostroj se šesti kladkami: Způsobem popsaným v článku 9 na str. 111 zhotovte z lepenky tři dvojice kladek o průměru vnitřního kotouče 2,4 a 6 cm (vnější kotouče jsou opět o 2 mm větší). Z ocelového pásku na bedny nebo brikety zhotovte dvě vidlice, do nichž provrtáte otvory pro osy kladek. Osy kladek upravte z hřebíčku, který uštípnete a rozklepete, aby z otvorů nevypadl. Zjistěte siloměrem, jak velikou silou udržíte v rovnováze břemeno, např. několik knih. Zjistěte tíhu těchto knih a porovnejte se silou, kterou jste naměřili na kladkostroji. Proveďte měření: Zvedněte knihy pomocí kladkostroje do výše 10 cm. Zjistěte, jak dlouhý kus závěsu jste museli silou potáhnout.

B. NAKLONĚNÁ ROVINA, ŠROUB A KLÍN

1. Jednoduchá nakloněná rovina

Připevněte pružinové váhy k dětskému autíčku nebo ke kolečkové brusli a táhněte je vzhůru po šikmém prknu (nakloněné rovině). Všimněte si, jak velké síly je zapotřebí k tažení auta, a srovnajte ji se silou nutnou k jeho zdvihání ve svislém směru. Všimněte si také, že při pohybu po nakloněné rovině působí síla po delší dráze než při zvednutí auta svisle do téže výšky nad stolem. Když zanedbáme tření, je vykonaná práce v obou

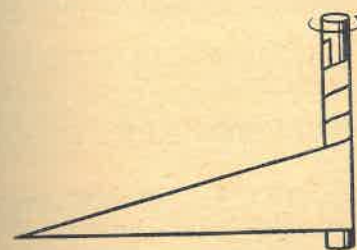


případech stejná. Na nakloněné rovině musíme působit menší silou po delší dráze, kdežto při prostém zvedání tělesa musíme působit větší silou po kratší dráze. Lze prokázat: kolikrát je délka nakloněné roviny delší než výška, do které těleso zvedáme, tolikrát menší sílu vynaložíme, než je tíha zvedaného tělesa. Práce, kterou v obou případech vykonáme, je stejná.

Zdůrazněte, že to platí rovněž pro ostatní jednoduché stroje.

2. Šroub je nakloněná rovina

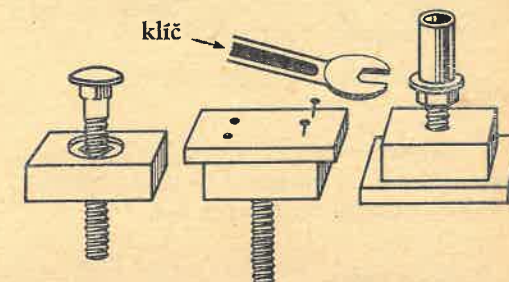
Na bílý papír narýsujte pravouhlý trojúhelník o odvěsnách 30 a 15 cm a vystříhnete jej. Na kulatou tyč dlouhou asi 20 cm navíjete papírový trojúhelník, jak je znázorněno



na obrázku. Při navíjení udržujte základnu trojúhelníku ve vodorovném směru a kolmo k tyči. Matice se tedy po závitě suně jako po nakloněné rovině.

3. Jednoduchý zdvihák (čertík)

Do dřevěného hranolu vyvrtejte otvor, aby do něho zapadl vrut. Vyberte si vrut, který má závit téměř po celé délce. Zapustte hlavu vrutu do dřeva tak, aby byla v jedné rovině s povrchem, a přibijte přes ni kousek prkénka. Na vyčnívající závit dejte matici,



pak podložku a krátký kus kovové trubky. Vnitřní průměr trubky musí být trochu větší než závit.

Když budete matici otáčet klíčem, bude toto zařízení působit jako účinný zdvihák.

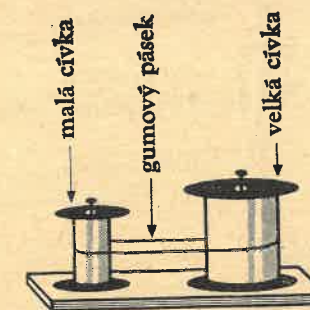
4. Klín

Z kusu dřeva zhotovte klín a zarazte jej pod nohu stolu nebo pod jiný těžký předmět. Klín může být tvořen buď jednou nakloněnou rovinou, pak má v průřezu tvar pravouhlého trojúhelníku, nebo dvěma nakloněnými rovinami a pak má v průřezu tvar rovnoramenného trojúhelníku.

C. JAK SE POMOCÍ STROJŮ ZVYŠUJE RYCHLOST

1. Malá a velká cívka

Z odřezku prkna, dvou různě velikých cívek (např. od nití), dvou hřebíků, které poslouží jako osy, a z pruhu gumy zhotovte řemenici, jak je znázorněno na obrázku. Přes obě cívky převlékněte pruh gumy. Na předních stěnách cívek udělejte tužkou značku. Větší cívkou udělejte jednu otáčku a sledujte, zda menší cívka vykoná také jednu otáčku, více než jednu otáčku nebo méně než jednu otáčku. K vnější stěně větší cívky můžete dvěma malými hřebíčky připevnit kousek laťky, který poslouží jako klika. Otáčejte rovnoměrně velkou cívkou určitou rychlostí a sledujte,



zda se malá cívka otáčí stejnou, větší nebo menší rychlostí, neboli zda vykoná stejný počet, větší počet nebo menší počet otáček

za sekundu než velká cívka. Jak tomu bude, připevníte-li kliku k malé cívce a budete-li naopak sledovat počet otáček velké cívky?

2. Použití jízdního kola

Obratě jízdní kolo tak, aby spočívalo na sedle a řídkách. Otočte pedálovým kolem přesně jednu otáčku a všimněte si, kolik otáček vykonalo zadní kolo.

3. Šlehač

Vyzkoušejte šlehač, ruční vrtačku nebo jiná zařízení, u nichž se zvýšení rychlosti dosahuje pomocí ozubených kol.

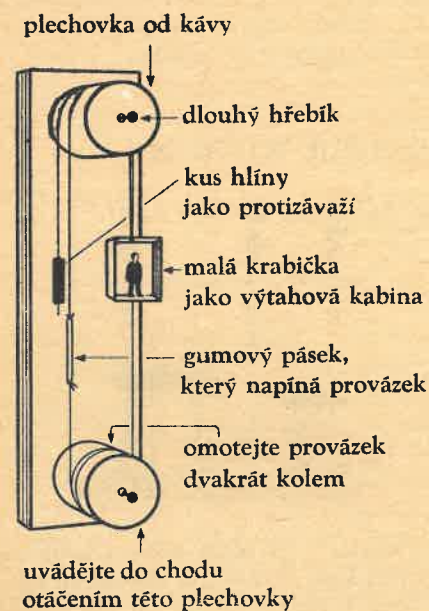
4. Použití páky

Ukažte, že delší konec páky se pohybuje po delší dráze a rychleji než kratší konec

D. JAK SE POMOCÍ STROJŮ MĚNÍ SMĚR SÍLY

1. Model výtahu

Z jednoduchých materiálů můžete snadno zhotovit model výtahu. Jako otáčivé bubny a kladky se hodí plechovky, např. od kávy.



v případě, že osa otáčení není uprostřed (že jde o páku nerovnoramennou). Vyjmenujte další případy, kdy se páky a ostatních jednoduchých strojů používá ke zvýšení rychlosti.

5. Použití kladky

Použijte sestavu kladek znázorněnou v pokusu A 12. Konec závěsu táhněte rovnoměrně určitou rychlostí a sledujte, zda se těleso na volné kladce zvedá touž, menší či větší rychlostí.

6. Použití kola na hřídeli

Použijte ořezávač tužek z pokusu A 8. Provázek navíňte na osu, táhněte za něj rovnoměrně určitou rychlostí a sledujte, jakou rychlostí se otáčí klika ořezávače.

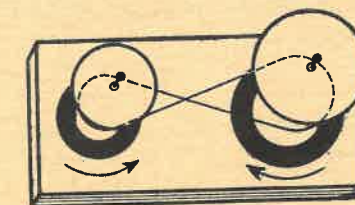
se, zda se stále mohou volně otáčet. Otáčejte jedním uzávěrem a všimněte si, v kterém smyslu se otáčí druhý uzávěr. Po-



dobně sestavte soukolí ze tří ozubených koleček a všimněte si smyslu otáčení každého z nich.

3. Použití zkřížených řemenů

Zkřížte gummy na kladkách z cívek z pokusu C 1 a otáčejte jednou z kladek. Všimně-

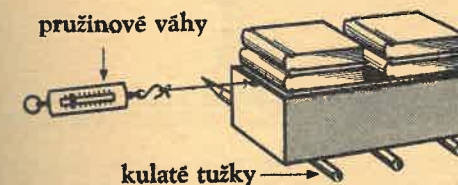


te si, že kladky se nyní otáčejí v opačném smyslu.

E. VYUŽÍVÁNÍ A PŘEKONÁVÁNÍ TŘENÍ

1. Snížení tření pomocí tužek

Pod těžkou krabicí dejte kulaté tužky. Ke krabici připevněte provázek a zjistěte sílu nutnou k pohybu krabice s válečky a bez válečků. K zjištění velikosti sil použijte pružinové



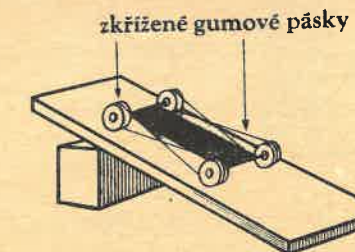
váhy (siloměr), krabici táhněte siloměrem po vodorovné podložce rovnoměrným pohybem. Shrňte získané poznatky a vysvětlete je.

2. Použití kol

Opakujte předešlý pokus, ale místo válečků použijte např. kolečkové brusle nebo vozíček s koly. Uveďte přednosti, které mají kola před válečky při pohybu předmětů.

3. Smykové tření

Zablokujte kolečka vozíčku (kolečkové brusle) pomocí zkřížených gumových pásek. Postavte vozíček (brusli) na skloněné prkno a povšimněte si, jak tření gummy brání vozíčku (brusli) v pohybu.



4. Místa, kde dochází k tření

Určete místa v různých mechanických zařízeních, kde se součástky o sebe třou. Kolečkové brusle, kladky a kolečka u hraček často potřebují naolejovat. Pokuste se najít dvě podobná ložiska např. u kolečkové brusle. Jedno z nich namažte a srovnějte, jak se snadno otáčí na rozdíl od ložiska nenamazaného.

5. Snížení tření pomocí oleje

Položte vedle sebe dvě skleněné desky a na jednu nakapejte trochu oleje. Přejíždějte prstem sem tam nejprve po suché desce a pak po naolejované. Určete rozdíl.

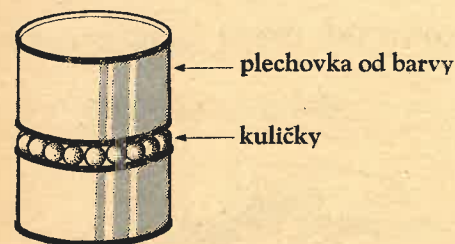
6. Tření drsných povrchů

Položte na sebe dva kusy smirkového papíru. Všimněte si tření, které vzniká, když se jeden kus posouvá po druhém. Nyní

dejte mezi kusy smirkového papíru trochu mazacího tuku. Tření se o mnoho sníží, protože tuk zaplní nepravidelnosti na povrchu smirkového papíru. Mazadlo používané na pohyblivé součásti stroje má podobný účinek.

7. Snížení tření pomocí kuličkových ložisek

Vezměte dvě plechovky, které mají kolem víka hluboký žlábek, např. plechovky od barev. Do jednoho žlábků naskládejte kuličky a přes ně přiklopte druhou plechovku, čímž



vznikne kuličkové ložisko. Na horní část položte knihu a všimněte si, jak nepatrné síly je třeba, aby se ložisko uvedlo do pohybu. Namažte kuličky olejem a ložisko se bude otáčet ještě mnohem snáze.

8. Kuličková ložiska

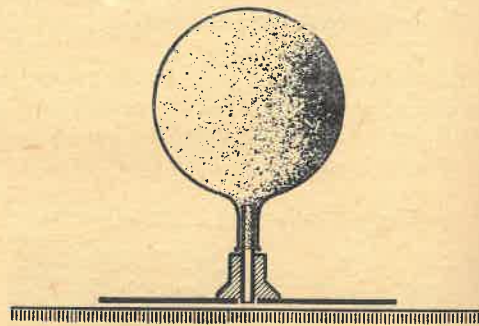
Prozkoumejte skutečná kuličková a válečková ložiska. Napište seznam zařízení, která tato ložiska obsahují.

9. Znovu kuličková ložiska

Položte na podlahu několik kuliček ve víku od plechovky. Postavte na kuličky nohu a všimněte si, jak snadno se můžete otáčet. Pokus proveďte opatrně, mohli byste snadno spadnout a ublížit si. Zařízení má nepatrné tření.

10. Snížení tření pomocí vzduchového proudu

Vyřízněte z lepenky kruh o průměru asi 10 cm a rozžhaveným špendlíkem propalte v jeho středu otvor. Přerízněte malou cívku od nití na polovinu a jednu část přilepte přední stěnou do středu kruhu. Najděte kuličku, která přesně zapadá do otvoru v cívce. Zasuňte trubičku do ústí malého balónku



a upevněte ji pomocí nitě nebo gumičky. Nafoukněte balónek, zmáčkněte ústí a zasuňte trubičku do otvoru od nití. Postavte kruh na stůl a uvolněte vzduch. Vzduch unikající otvorem v kruhu nadzvedne lepenku tak, že fuknete-li do celého přístroje, bude klouzat po stole téměř bez tření. Tento pokus ilustruje princip vznášedla.

Síla a setrvačnost

A. ROVNOVÁHA

1. Pomůcka ke zkoumání rovnovážných sil

Viz kap. X, pokus A 1.

2. Rovnováha na vahadlové houpačce

Z prkna asi 3 m dlouhého a pevné dřevěné bedny vytvořte houpačku, pokud možno ve třídě. Možná, že takovou houpačku pro děti už máte na dvorku vaší školy (viz také kap. X, pokus A 7).

Vyberte dvě děti stejné tíhy a posadte je na oba konce prkna tak, aby prkno bylo v rovnováze ve vodorovném směru. Změřte vzdálenosti od osy otáčení ke každému dítěti. Dále nechte si dva žáci sednou těsně vedle sebe na jednu stranu prkna poblíž osy otáčení a jeden žák na druhou stranu prkna do takové vzdálenosti, až opět nastane rovnováha. Změřte-li pokaždé vzdálenost žáka od středu a znásobíte-li tuto vzdálenost tíhou žáka, prokážete platnost momentové věty, platící pro rovnováhu. Poznámka: Jsou-li na téže straně dva žáci, změřte vzdálenost každého z nich od středu, znásobte tíhou každého žáka a tyto součiny sečtěte.

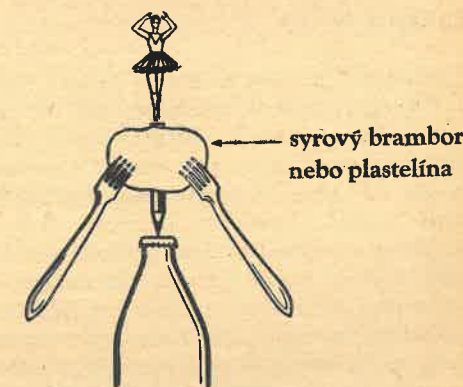
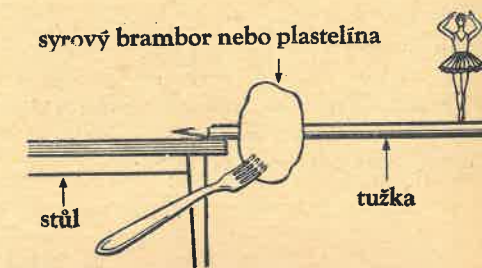
3. Trik s rovnováhou

Vezměte hladkou metrovou tyčku a lehce ji položte na své dva ukazováčky. Nejprve položte prsty poblíž konců tyčky a pak jimi pohybujte směrem ke středu. Ve kterém místě metrové hůlky se vaše prsty setkají? Položte prst pravé ruky poblíž pravého konce tyčky a levý dejte přibližně do poloviny vzdálenosti od středu k levému konci tyčky. Kde se setkávají vaše prsty tentokrát? Udělejte to obráceně tak, že dáte prst levé

ruky ke konci tyčky, zatímco pravý bude asi uprostřed první půlky tyčky. Kde se vaše prsty setkají nyní? Vyzkoušejte jiné vzdálenosti. Můžete vysvětlit tento zajímavý trik?

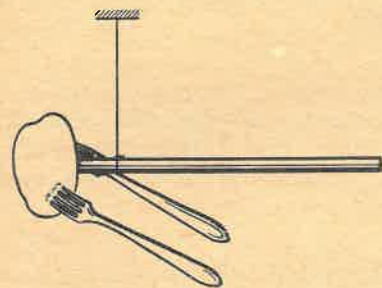
4. Některé jednoduché pokusy s rovnováhou

a) Ostrým nožem ukrojte plátek syrového bramboru nebo plastelíny (modelovací hlíny) asi 2,5 cm tlustý. Tímto plátkem prostrčte tužku ořezaným hrotem tak, aby na druhé straně vyčnívala asi o 2,5 cm. Zabodněte do plátku vidličku (podle obrázku). Položte nyní hrot tužky na hranu stolu a posunová-



ním jednotlivých částí nastavte rovnováhu; na dlouhou část tužky můžete ještě postavit lehký předmět.

b) Z plátku syrového bramboru (plastelíny), dvou vidliček a tužky složte sestavu podle obrázku a umístěte ji na zátku sodovkové nebo jiné láhve; sestava zaujme rovnovážnou polohu stálo.



c) Sestavte plátek syrového bramboru nebo plastelíny, tužku a dvě vidličky podle obrázku. Sestavu zavěste na nit nebo na provázek podle obrázku a uveďte sestavu do rovnovážné polohy tím, že pozměníte polohu vidliček, popřípadě vzdálenost závěsu od konce tužky.

d) Sestavte minci a dvě vidličky podle obrázku. Jejich vzájemnou polohu upravte tak, aby na okraji láhve nebo skleničky zaujmully rovnovážnou polohu stálo.

e) Vymyslete ještě další pokusy, při nichž použijete běžné předměty, např. zavírací nůž, zátka apod.

5. Dokážete napřímít provaz?

Opatřete si provaz nebo slabší lano, dlouhé asi jeden a půl metru. Omotejte druhý provaz kolem těžké knihy nebo jiného vhodného předmětu. Přivažte provaz s knihou doprostřed lana tak, aby visela asi 15 cm pod ním. Uchopte konce lana a snažte se roztahováním paží lano napřímít. Necht' za jeden konec lana tahá některý žák, za druhý tahejte vy. Dokážete lano napřímít?

6. Hledání těžiště předmětů

Trojboký pilník položte na stůl a použijte jej jako podpěru. K téměř účelu se může vzít libovolný předmět s ostrou hranou a plochou základnou. Uvádějte do rovnováhy různé tyče, hole a předměty, např. košťata, pátky, kartáče atd., a označujte místo opory v rovnovážném stavu. Je těžiště každého zkoumaného předmětu přesně v jeho geometrickém středu? U kterých předmětů souhlasí těžiště s jejich geometrickým středem? Kde se zpravidla nalézá těžiště u ostatních předmětů?

B. GRAVITACE

1. Padající tělesa

Naleznete-li ve svém okolí budovu asi 20 m vysokou, můžete studovat, jak gravitace zrychluje pád těles. Vezměte dostatečně dlouhý kus provázku, aby dosáhl z výšky 20 m až na zem. Na provázku vyznačte barevně (např. kouskem barevné látky) délku 20 m a 15 m. Provázek spusťte podél budovy a jeho konec připevněte na zemi tak, aby byl ve svislém směru. Označenou výšku 20 m a 15 m je třeba pozorovat z oken, další stanoviště je ve výšce 0 m, tj. na zemi. Pozorovatelé by měli mít stopky,

postačí však, budou-li počítat „jedenadvacet — dvaadvacet — třiadvacet“. Na dané znamení spouštějte z výšky 20 m různé předměty a podle barevné značky na provázku určete, v jaké výšce je předmět při pádu po uplynutí 1 a 2 sekund po spuštění.

2. Mince padají stejně rychle

Položte pravítka na stůl šikmo k jeho hraně tak, aby jeden konec pravítka trochu přesahoval hranu stolu, zatímco druhý konec pravítka bude vzdálen od hrany stolu asi 3 cm. Nyní dejte jednu minci na přesahující

konec pravítka, druhou na stůl mezi druhý konec pravítka a kraj stolu. Jiným pravítkem pak silně udeřte vodorovným směrem do přesahující části prvního pravítka. Jedna mince padá přímo na podlahu, druhá opisuje delší dráhu. Pokus několikrát opakujte a sledujte, dopadnou-li obě mince na podlahu v téměř okamžiku nebo dopadne-li jedna z nich dříve, druhá později. K jakým závěrům docházíte?

3. Jednoduché kyvadlo

Menší kovovou kouli nebo jiný předmět přivažte na provázek asi 2 m dlouhý. Provázek přivažte na skobu ve veřejích dveří nebo na stropě a rozhoupejte dosti velkou výchylkou. Abyste zjistili počet kyvů za minutu, počítejte kyvy během 10 sekund a pak znásobte 6. Dále rozhoupejte kyvadlo s menší výchylkou a opět určete počet kyvů za minutu. Opakujte každý postup několikrát a vypočítejte střední hodnoty kyvu. Ovlivňuje velikost výchylky dobu kmitu kyvadla?

Udržujte délku kyvadla stejnou, ale použijte zátěže z různých materiálů. Zopakujte výše popsané postupy.

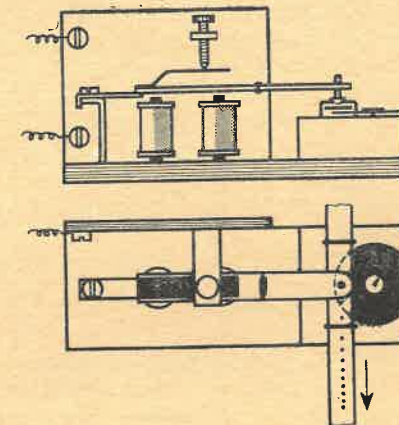
Ovlivňuje materiál závaží dobu kmitu kyvadla? Zopakujte každý z předchozích pokusů, ale použijte kyvadlo s poloviční délkou závěsu. Ovlivňuje délka kyvadla dobu jeho kmitu? Jak ji ovlivňuje?

4. Časový zápis padajícího tělesa

Pohyb volně padajícího tělesa můžeme pozorovat tak, že těleso připevníme k papírové pásce, na níž v pravidelných časových intervalech děláme značky. Ke značkování můžeme použít elektrický zvonek, mezi jehož kladívkem a podložkou opatřenou uhlovým papírem protahujeme papírovou pásku. Abychom si elektrický zvonek přizpůsobili našemu účelu, odstraníme kladívko a zbylé raménko prodloužíme asi o 5 cm připájením kovového pásku. Na konci tohoto pásku vyvrtáme otvor, do něhož zašroubujeme šroubek s kulatou hlavou otočený dolů tak, aby mohl pracovat jako značkovací kladívko.

Tento mechanismus připevněte na dřevěnou desku s přibližnými rozměry $5 \times 2,5 \times 11$ cm, která bude sloužit jako základna. Pod prodloužené kladívko připevněte dře-

věný špalík s rozměry $5 \times 5 \times 2,5$ cm, na němž je kotouč s uhlovým papírem a skoby pro vedení telegrafní pásky. Kotouč s uhlovým papírem by měl mít průměr asi 3 cm a měl by být ve svém středu přichycen napínáčkem volně, aby se mohl otáčet při průchodu papírové pásky. Vodicí skoby snadno vyrobíme ze sponek na papír, které zamáčkneme



do dřeva. Prodloužené raménko zvonku musíme poněkud ohnout tak, aby nenaráželo na papír příliš silně a neodskakovalo od něho. Značkování časových intervalů by bylo nesprávné. Ponechme nyní procházet papírovou pásku mezi skobami nad kotoučem s uhlovým papírem a spustme zvonek. Jakmile uvolníme pásku, těleso začne padat a potáhne pásku za sebou. Na pásce tak získáme značky označující stejné časové intervaly a současně můžeme měřit odpovídající vzdálenosti, které těleso urazilo.

Tohoto časového značkovacího zařízení může být použito i k jiným pokusům: např. zrychlení cyklisty můžeme změřit tak, že připevníme pásku k sedlu jeho kola. Pro absolutní měření si můžeme upravit zvonek na střídavý proud, u něhož je časový interval dán frekvencí napětí v síti.

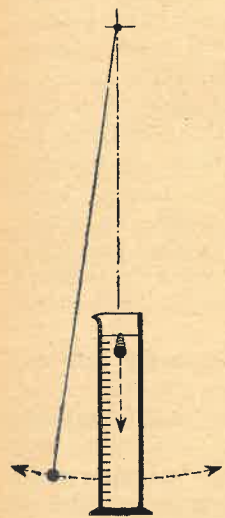
5. Kutálející se koule

Pohyb větší koule z kuličkového ložiska nebo kulečnickové koule kutálející se dolů po hladkých kolejničkách nakloněné roviny můžeme časově sledovat pomocí kyvadla. Kolejničky zhotovíme spojením dvou asi 120 cm dlouhých skleněných trubek (nebo

jiných hladkých tyčí) pomocí gumových pásků. Trubky položíme na dřevěné prkénko, které je na jedné straně podloženo krabičkou od zápalek. Dále sestrojíme jednoduché kyvadlo kývající asi se čtvrtsekundovým intervalem. (Vhodná je např. kovová matice zavěšená na niti.) Ponechte kouli kutálet po kolejničkách a pozorujte její polohy při jednotlivých kyvech kyvadla. Na dřevěnou podložku zaznamenávejte polohy koule při stejných časových intervalech. Označte střední hodnoty z několika pokusů a změřte vzdálenosti od počátku. Vynesením těchto vzdáleností v závislosti na čase do grafu se ukáže, že takto získaná křivka je parabola, tj. že o ní platí $s = 1/2 at^2$, kde s je délka dráhy uražená koulí za dobu t , a je zrychlení.

6. Rovnoměrný pohyb

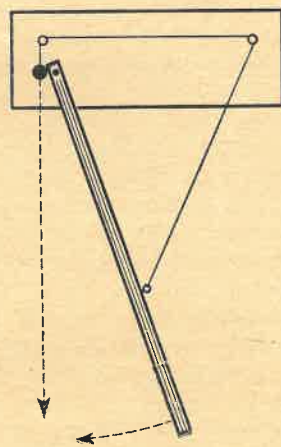
Padá-li nějaké těleso tekutinou, gravitační síla se brzy vyrovná se všemi silami tření a těleso se pak dále pohybuje konstantní rychlostí. V tomto případě je dráha tělesem uražená úměrná času. Můžete se o tom přesvědčit následujícím pokusem.



Udělejte si malý hruškovitý plováček z vosku a vyvažte jej na konci olověným brokem tak, aby se vznášel ve vodě v odměrném válci nebo větší kalibrované zkumavce. Vezměte kus nitě dlouhý přesně 98 cm a připevněte na jeden její konec malé závaží. Tím si vytvoříte kyvadlo s dobou kyvu rovnou přesně jedné sekundě. Zavěste je tak, aby kývalo těsně za odměrným válcem. Voskový plováček položte opatrně na vodní hladinu (kde zůstane plavat v důsledku povrchového napětí vody). Pak do plováčku jemně tukněte prstem, aby začal klesat, a současně nechte kývat kyvadlo. Odečítejte dílky, proti kterým se nachází plováček, když kyvadlo prochází svislicí. Jednou nebo dvakrát pokus opakujte a pozorováním zjistěte, o kolik dílků klesne plováček za sekundu.

7. Zrychlení padající koule

Změna rychlosti pohybujícího se tělesa za sekundu se nazývá zrychlením. Je-li toto zrychlení konstantní, jako je tomu v případě koule, padající vlivem zemské gravitace, můžeme je snadno změřit. V tomto případě se zrychlení obvykle označuje značkou g . V následujícím pokusu je pád kovové koule zaznamenán asi 120 cm dlouhou latkou, volně kývajícím kolem hřebíku procházejícím otvorem na jednom konci latky.



Nejprve pomocí hodinek určíme dobu kyvu kyvadla; určíme ji např. ze 100 kyvů. Kouli opatřenou malým háčkem pak načerníme a zavěsíme na nit, která je vedena přes dva hladké hřebíky a vychyluje latku ze svislé polohy — viz obrázek. Přepálením niti je současně uvolněna koule i lačka a po určité době koule narazí na latku. Z polohy nárazu můžete zjistit délku dráhy svislého pádu koule za jednu čtvrtinu doby kmitu latky. Použitím vztahu

$$\text{délka dráhy pádu} = 1/2 gt^2,$$

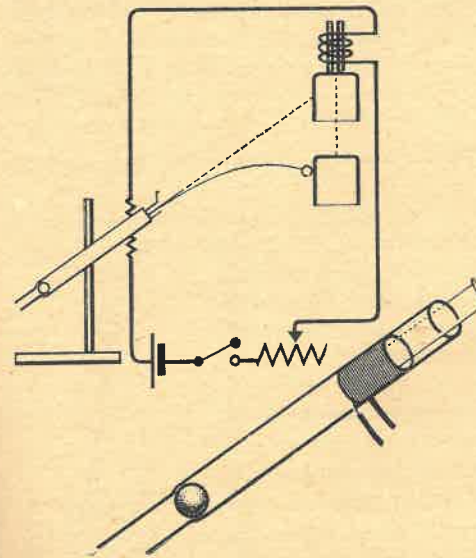
kde t je doba pádu, můžete určit g .

8. Dráha střely¹⁾

Abychom ukázali, že neplatí žádný vztah mezi svislou a vodorovnou rychlostí střely, použijeme níže popsaného zařízení. Jako střela poslouží kovová kulička, cílem je malá

¹⁾ Reprodukováno z „Demonstration Experiments in Physics“ s povolením Mc Graw — Hill Book Co.

plechovka držena elektromagnetem. Obvod elektromagnetu zahrnuje dva odizolované dráty, upevněné uvnitř lepenkové trubky rovnoběžně tak, aby vyčnívaly asi 2,5 cm. Pro tuto část zařízení se hodí pouzdro od teplooměru. Do trubky umístíte velkou kuličku



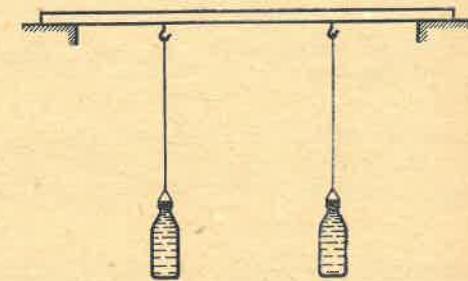
z kuličkového ložiska; kulička nepropadne, protože trubka má zúžený konec. Elektrický obvod je uzavřen měděným drátkem, spočívajícím na vyčnívajících drátech. Upevněte trubku do stojánku tak, aby mířila na cíl. Foukněte do trubky; jakmile kulička opustí hlaveň, odstraní měděný drátek a uvolní plechovku. Kulička a cíl se setkají v prostoru někde uprostřed dráhy. Pokus můžete opakovat s různými úhly a vzdálenostmi.

9. Zábava s kyvadlem

Nad stůl zavěste na provázek tuhou kouli o průměru asi 8 cm. Závěs by měl být alespoň 1,5 m dlouhý a měl by dosahovat na horní část tužky zasunuté do cívky od niti položené na stole. Vychylte kyvadlo a vypusťte je takovým způsobem, aby při prvním kyvu tužku minulo a srazilo ji až při pohybu zpět. Zjistíte, že je třeba dosti velké praxe, abyste to dokonale ovládali.

10. Spřažená kyvadla

Vezměte dvě stejné sodovkové láhve, naplňte je vodou a dobře uzavřete korkovou zátkou. Na opěradla dvou židlí položte tyč, na níž zavěsíte láhve jako kyvadla. Důležité je, aby obě kyvadla měla přesně stejnou délku.



Jednu láhev (kyvadlo) přidržujte v klidové poloze a druhou rozkývejte. Přestanete-li první kyvadlo v klidové poloze přidržovat, zanedlouho se rozkývá také.

C. Odstředivá síla

1. Pocit odstředivé síly

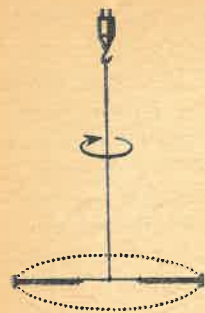
K provázku asi 1 m dlouhému připevněte závaží a točte jím v natažené paži dokola. V ruce cítíte odstředivý tah provázku. Je to odstředivá síla. Místo provázku použijte gumový pásek. Opatrně točte závažím připevněným na gumovém pásku a pozorujte napínání gummy. Je způsobeno odstředivou silou.

2. Jednoduchý rotační stroj

Opatřete si ruční vrtačku podobného typu, jaký je znázorněn na obrázku. Upevněte

malé šroubovací očko nebo jiný malý háček do držáku vrtačky. Přivažte asi 30 cm dlouhý tenký provázek ke špičce většího hřebíku. Na druhém konci provázku udělejte smyčku, kterou navléknete na háček v držáku vrtačky. Pozorujte, jak odstředivá síla ovlivňuje polohu zavěšeného hřebíku.





3. Pokus se dvěma hřebíky

Použijte vrtačku z předešlého pokusu. Spojte dva hřebíky asi 15 cm dlouhým provázkem špičkami k sobě. Střed provázku připevněte ke konci provázku, upevněného v držáku vrtačky. Otáčejte rovnoměrně klikou vrtačky a pozorujte vliv odstředivé síly na polohu obou hřebíků.

4. Působení odstředivé síly na kroužek

Kovový kroužek o průměru asi 6 cm připevněte na provázek spojený s vrtačkou. Pozorujte, co se děje při otáčení.

5. Působení odstředivé síly na víčko od plechovky

U okraje víčka od plechovky prorazte otvor. Zde přivažte víčko k provázku spojenému s vrtačkou a sledujte vliv otáčení.

6. Působení odstředivé síly na řetízek

Opatřete si kousek kuličkového řetízku, jaký se často používá k vypínačům elektrického proudu nebo ke klíčům. Spojením obou konců z něho utvořte kruh. Spojte s provázkem od vrtačky a pozorujte působení odstředivé síly.

7. Působení odstředivé síly na kapalinu



Kolem hrdla malé kulaté nádoby na rybky nebo skleněné baňky pevně omotejte drát a k němu připevněte drátěný závěs. Přesně do středu závěsu přivažte provaz od vrtačky. Do nádoby vlijte asi 3 cm vody zbarvené inkoustem. Otáčejte ruční vrtačkou, aby se současně točila nádoba s vodou. Pozorujte působení odstředivé síly na vodu.

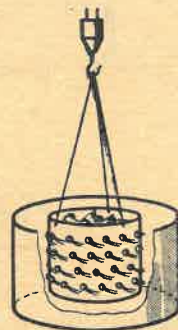
8. Jiný pokus s vodou

Zavěste plechovku od konzervy asi 8 cm vysokou o průměru asi 12 cm, jak je znázorněno na obrázku. Do plechovky nalijte asi 3 cm vody a pomocí vrtačky jí otáčejte. Pozorujte, co se děje s vodou.



9. Jak pracuje ždímačka na prádlo

Použijte podobnou plechovku jako v předchozím pokusu. Hřebíkem udělejte do bočních stěn hodně otvorů. V horní části plechovky na obvodu udělejte ve stejných vzdálenostech tři otvory a provlékněte jimi tři provázky zavěšené na očku, uchyceném na vrtačce. Z lepenky si udělejte válec nebo si opatřete kbelík o něco vyšší a značně širší, než je plechovka. Do plechovky vložte kus mokré látky. Ponořte plechovku do válce nebo kbelíku a pomocí vrtačky jí rychle otáčejte. Voda vytéká z látky a z plechovky působením odstředivé síly.



10. Voda se nerozlije

Menší kbelík naplňte vodou a pak jej rychle roztočte v natažené paži. Působením odstředivé síly se voda nerozlije.

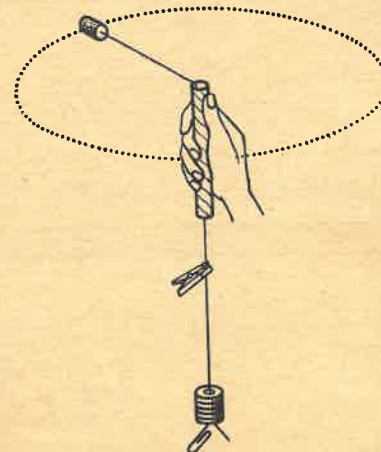
11. Zábavný pokus s odstředivou silou

Vyhledejte drátěný věšák na šaty a jeho hák si zavěste na ukazováček tak, aby základna věšáku spočívala na stole. Vyvažte pečlivě malou minci na spodním rovném drátu právě pod hákem. Je k tomu třeba trochu zručnosti. Je-li třeba, můžete místo pod mincí trochu upravit kladivem nebo pilníkem.

Věšákem s mincí začněte opatrně kývat. Jakmile získáte trochu praxe, můžete věšák kolem prstu roztočit a mince vlivem odstředivé síly nespadne.

12. Dostředivá síla

Isaak Newton se jako první díval na tyto jevy jiným způsobem. Vyslovil myšlenku, že pohyb bodu (tělesa) po přímce je nejpřirozenější a odchylky od tohoto typu pohybu jsou způsobeny nějakou silou vychylující těleso z přímé dráhy. Má-li působící síla stálou velikost a směřuje-li stále do pevného bodu, těleso se pohybuje po kruhu a síla směřující do středu se nazývá dostředivá síla.



Kruhový pohyb můžeme studovat pomocí zařízení znázorněného na obrázku. Sílu, která způsobuje kruhový pohyb s různými poloměry a frekvencemi, můžeme změřit. Uřízněte si asi 15 cm dlouhou skleněnou

trubku s vnějším průměrem přibližně 1 cm. Nad Bunsenovým hořákem zahřejte jeden konec trubky, aby se vytvořilo hladké kulaté ústí. Aby se trubka dala lépe uchopit, potáhněte ji dvěma vrstvami lepicí pásky (izolepy). K jednomu konci asi 1,5 m dlouhé silonové rybářské šňůry přivažte gumovou zátku opatřenou dvěma otvory. Druhý konec šňůry protáhněte trubkou a zavěste na ni asi půl tuctu kovových podložek o průměru přibližně 1 cm. Podložky můžete zachytit např. sponkou na papíry.

Vytáhněte šňůru tak, aby vzdálenost zátky od trubky byla 1 m. Uchopte skleněnou trubku a otáčejte ji v malých kroužcích nad hlavou tak, aby se gumová zátka pohybovala po horizontálním kruhu; tíha podložek je tou dostředivou silou, která je potřebná ke kruhovému pohybu zátky. Abyste mohli kontrolovat rovnoměrnost pohybu, připevněte jako značku na vertikálním úseku šňůry krokosvorku. Zaznamenávejte frekvenci otáček potřebných k udržení pohybu zátky po kruhové dráze o poloměru 1 m při různém počtu podložek zavěšených na vertikální šňůře.

Udržujeme-li frekvenci f konstantní, můžeme se také přesvědčit o platnosti vztahu

$$F = m \cdot 4\pi^2 f^2 R$$

To však již přináší některé experimentální těžkosti. Dobrou srovnávací pomůckou zde může být vhodné jednoduché kyvadlo.

D. SETRVAČNOST

1. Láhev a kulička

Do širokohrdlé sklenice nasypete trochu písku. Přes hrdlo sklenice položte pruh lepenky (asi 5 cm²). Na ni položte kuličku a pak do hrany lepenky ťukněte. Povede-li se pokus — k tomu je třeba trochu praxe — dá se lepenka do pohybu a odletí, zatímco kulička vlivem setrvačnosti v klidu spadne do sklenice.

2. Zatloukání hřebíků vlivem setrvačnosti

Nechte přesahovat tenčí prkno přes hranu stolu a část nad stolem dobře zatěžte např.

tak, že se na ni některý žák postaví nebo posadí. Pokuste se zatlouci hřebík do části prkna, která není podepřena stolem. Při dalším pokusu nechte pod prknem žák drží těžké kladivo nebo kámen. Všimněte si, že nyní v důsledku setrvačnosti kladiva nebo kamene se hřebíky zatloukají mnohem snadněji.

3. Rozkrojte jablko na dvě části pomocí setrvačnosti

Dlouhý ostrý nůž, jako je např. na krájení masa, zasekněte do jablka tak, aby jeho špička dostatečně přesahovala a aby se dal spolu s jablkem zvednout. Uchopte nyní nůž

s jablkem opatrně do jedné ruky a holí prudce udeřte do přečnívajícího konce nože. Nůž projde jablkem v důsledku setrvačnosti jablka.

4. Setrvačnost v klidu s kapesníkem a sklenicí

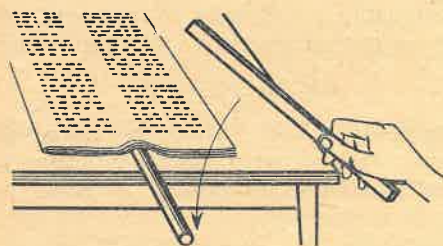
Rozprostřete kapesník na stůl s hladkým povrchem. Na jeden z jeho rohů postavte sklenici naplněnou vodou. Uchopte opačný roh kapesníku a prudce jím trhněte. Sklenice zůstane v klidu stát a voda se z ní nevyleje.

5. Setrvačnost v klidu hromady knih

Naskládejte na sebe hromadu knih. Uchopte některou zespodu a prudce ji vytrhněte. Můžete ji vyjmout, aniž se poruší celá hromada nahoře?

6. Zlomte hůlku pomocí setrvačnosti

Opatřete si malou hůlku, dlouhou 18 až 20 cm; postačí i obyčejná tužka. Složte noviny a položte je ke kraji stolu. Zasuňte



hůlku pod noviny, aby asi polovina hůlky přečnívala přes hranu stolu. Udeřte hůlku prudce jinou hůlkou. V důsledku setrvačnosti se hůlka na stole rozlomí na dvě části.

7. Setrvačnost v pohybu a rýč

Naberte plný rýč suché hlíny a odhodte hlínu od sebe. Všimněte si, že když se rýč zastaví, hlína letí v důsledku setrvačnosti v pohybu dál.

8. Setrvačnost v pohybu při jízdě na kole

Rozjeďte kolo a prudce je zabrzděte. Pozorujte, že vaše tělo má snahu pokračovat v pohybu a přepadnout přes řídítka. Je to působení setrvačnosti v pohybu vašeho těla.

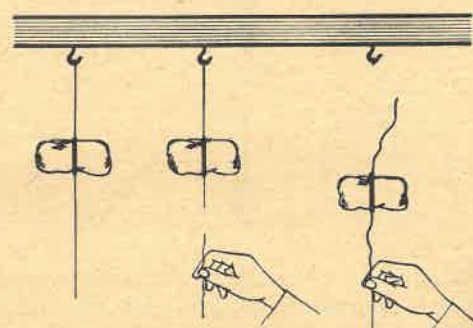
9. Setrvačnost v pohybu automobilu

Stejný vliv jako v pokusu 8 můžete pozorovat, když jedete autem, které prudce zastaví. Abyste nesklouzli ze sedadla, musíte se připoutat nebo přidržet. Tělo se pohybuje s autem a setrvává v tomto pohybu, když se auto zastavuje.

Sedíte-li v autě, které se z klidu pojednou začne prudce rozjíždět, naopak pocítíte, že vlivem setrvačnosti v klidu jste vrženi zpět. Tělo bylo v klidu a snažilo se v něm zůstat, když se auto začalo rozjíždět.

10. Setrvačnost v klidu kamene

K tomuto pokusu budete potřebovat kámen vážící asi 1 kg. Kolem kamene ovažte silnější provaz a k němu na opačných stranách



nách přivažte asi půl metru dlouhé kusy slabšího provázku, který je však dosti pevný, aby kámen udržel. Nyní pečlivě přivažte kámen nad stůl, na kterém je podložka, aby padající kámen nepoškodil povrch stolu. Uchopte pevně dolní konec provázku a ostře jím trhněte. Podaří-li se vám tento pokus, dolní provázek se přetrhne a kámen zůstane zavěšen. Způsobila to setrvačnost v klidu kamene. Nyní uchopte zbývající část dolního provázku a rovnoměrně táhněte. Tentokrát se přetrhne horní část provázku a kámen spadne na stůl, neboť pomalým působením síly (nikoli trhnutím) se dá kámen do pohybu.

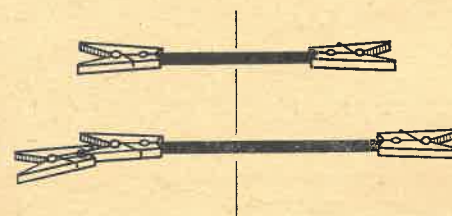
11. Jak zjistíme, které vejce je uvařeno natvrdo

Jedno syrové vejce a jedno vejce uvařené natvrdo roztočte na plevkovém talíři. Všimněte si, že vejce uvařené natvrdo se točí déle. Setrvačnost tekutého obsahu u čerstvého vejce způsobí, že se toto dříve zastaví.

E. SÍLA A POHYB

1. Lehčí předmět se pohybuje rychleji

Označte křídou na stole půlmetrovou vzdálenost a rozdělte ji po jednom centimetru. Dva kolíčky na prádlo upevněte na oba konce dlouhého gumového pásku. Uchopte oba kolíčky a položte gumu podle označené vzdálenosti na stole. Roztáhněte gumový pás asi o 15 cm a pusťte kolíčky. Všimněte si, že se setkávají uprostřed.



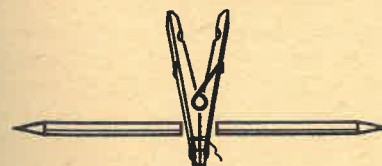
Pak dejte na jeden konec pásku dva kolíčky a na druhém konci ponechte jeden, pásek roztáhněte asi o 24 cm a pusťte. Kde se setkají nyní?

Zopakujte tento pokus se dvěma kolíčky na obou koncích pásku. Kde se kolíčky setkají?

Opět zopakujte se dvěma kolíčky na jednom konci a se třemi na druhém konci. Kde se setkají tentokrát?

2. Síla a pohyb

Svažte dlouhé konce otevřeného kolíčku na prádlo jedním závitem silnější nití. Dejte kolíček doprostřed delšího stolu a na každou jeho stranu proti svázaným koncům



položte tužky (obě přibližně stejně velké a stejně těžké). Opatrně přepalte nit a pozorujte tužky. Jsou jim uděleny rychlosti v opačných směrech.

Zopakujte pokus se dvěma stejně velkými a těžkými tužkami, ale těžšími než v prvním případě. Co pozorujete? Porovnejte s výsledkem prvního pokusu.

Opakujte pokus s větší a těžší tužkou na jedné straně a s menší a lehčí tužkou na straně druhé. Co pozorujete?

Zopakujte různé kombinace předchozích pokusů s kovovými kuličkami a s obyčejnými kuličkami na hraní.

Můžete vyvodit nějaký závěr z těchto pokusů?

U pokusů 1 a 2 můžeme předpokládat, že tělesa na obou stranách byla vždy uvedena do pohybu stejně velkou silou. Rychlost, kterou tělesa působením těchto okamžitých sil získala, je tím menší, čím větší je hmotnost tělesa.

3. Akce a reakce tlakových sil

Opíráte-li se o stěnu, stěna tlačí stejnou silou zpět na vás. Dvoje pérové kuchyňské váhy s rovnými čtvercovými miskami položte miskami k sobě a stupnicemi nahoru. Necht na jednu váhu tlačí některý žák, na druhou tlačte vy. Pozorujte, že tlačíte-li současně, oboje váhy ukazují stejnou hodnotu.

4. Akce a reakce tahových sil

Opatřete si dvoje pružinové váhy (tzv. mincíře, siloměry). Na koncích krátkého silného provázku udělejte smyčku, kterou připevníte na každý konec jedny pružinové váhy. Dva žáci necht táhnou siloměry od sebe ve vodorovném směru. Odečtěte hodnoty na obou vahách a porovnejte je.

5. Akce a reakce u kolečkových bruslí

Položte jednu kolečkovou brusli na hladkou podlahu. Postavte se na ni jednou nohou a druhou vykročte dopředu. Všimněte si, že brusle se pohybuje zpět, t.j. v opačném směru.

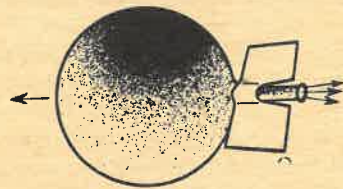
6. Akce a reakce ve člunu

Vykročte z volné pramičky na břeh a pozorujte, že se loďka začne pohybovat opačným směrem.

7. Reaktivní pohon je založen na akci a reakci

Lepicí páskou připevněte ke krčku balónku malé lepenkové stabilizační křídélko. Nafoukněte pak balón a uzavřete krček prsty. Jakmile uvolníte prsty a dovolíte stlačenému vzduchu, aby unikal, bude balón silou unikajícího vzduchu poháněn kupředu. To je

princip, kterého se používá v raketách a tryskových motorech.



KAPITOLA XII

Zvuk

Základní principy a elementární pokusy z této kapitoly o zvuku jsou zajímavé a úzce spjaté s každodenní zkušeností.

A. JAK ZVUK VZNIKÁ A JAK SE PŘENÁŠÍ

1. Různé zvuky

Cvičte se v pojmenování různých zvuků (při praktickém poslechu), jako je třesk (mísa padá a rozbíjí se), úder (padající předmět), zvonění (klepání kladivem do kovové tabule), řinkot (padající plechovky), praskot (vlhké dřevo v ohni), tikot (hodiny), skřípání (chůze po štěrkku), šplouchnutí (kámen padá do vody), prásknutí (špuntovka), dunění (buben), bouchnutí (dveře), pleskání (kapky deště na chodáčku), dupot (nohy), šelest (listí), syčení (had), dunění (vzdalující se bouřka; bouřka rachotí, hřmí a duní), bzucení (včela), cinkot (tukání lžice na sklenici), ržání (kůň), bečení (ovce), kdákání nebo kvokání (slepice), bučení (dobytek), cvrlikání (pták), svištění (letadlo), hvizd, sten atd.

Děti jistě rády napodobí tyto zvuky. Pomozte jim vyhledat ve slovníku přesné definice těchto zvuků.

2. Chvějící se tělesa vydávají zvuk

Otvorem v jednom konci pravítka provlékněte silnější provázek a zavěste jej do smyčky. Smyčku držte mezi prsty a pravítko roztočte do kruhu ve svislé rovině. Točte stále rychleji. Jaký zvuk je vyluzován? Opakujte tento pokus s různě velkými pravítky a s různě dlouhými provázky. Pro usnadnění použijte místo prstů druhé pravítko nebo dřevěnou tyčku.

3. Řekněte „Ah!“. Pronášejte to zvolna a položte lehce prsty na krk v místě, kde cítíte tepání krkavice. Co způsobuje chvění? Sledujte chvění také při mluvení, zpívání a pískání.

4. Na stůl položte pravítko tak, aby asi tři čtvrtiny jeho délky přečnívaly přes okraj stolu. Přidržte pevně tu část pravítka, která leží na stole, a volný konec prohněte a pusťte. Pravítko kmitá nahoru a dolů. Zapamatujte si, jaký zvuk uslyšíte. Nyní položte pravítko tak, aby přečnívala asi jeho polovina. Zopakujte pokus. Všimněte si, jaký zvuk slyšíte nyní. Liší se od předchozího? Opakujte pokus s různě dlouhou přesahující částí pravítka.

Z těchto pokusů vyplývá, že zvuk vzniká kmitáním pružných těles. Kmitající těleso předává kmity vzduchu, vzduchem se kmity přenášejí na bubínek našeho ucha a my pak slyšíme zvuk.

5. Kmitající těleso

Malý těžký předmět, např. kus olova, oceli nebo lahvičku od inkoustu, přivažte k jednomu konci asi 1 m dlouhého provázku. Udělejte si kyvadlo tak, že druhý konec provázku zavěsíte na trámeček u dveří. Nechte předmět volně kmitat jako kyvadlo. Kolik kmitů udělá za minutu? Zkrate provázek a opět zjistěte počet kmitů za minutu. Zjistíte, že čím kratší provázek, tím rychleji předmět kmitá.

Pozorujte rovněž kývání dětských houpaček.

Studujte kmitočty u kyvadlových hodin a metronomu nebo jiného přístroje na udávání taktu v hudbě. Představte si, že těleso kmitá stále rychleji a rychleji; je-li jeho kmitočet větší než 16 kmitů za sekundu, rozkmitá se i okolní vzduch a uslyšíte velmi nízký tón. Při větších kmitočtech vydávají kmitající tělesa vyšší tóny, a tak lze postupovat až do kmitočtu asi 20 000 kmitů za sekundu, který odpovídá nejvyšším slyšitelným tónům.

Viz také kapitulu XI, pokusy B 3–5, str. 119.

6. Pohybujte modelem autíčka opatřeným sirénou. Čím rychleji jím pohybujete, tím vyšší tón vyluzuje.

7. Foukejte přes ústí hrdla prázdné láhve. Totéž opakujte u různě velikých lahví.

8. Kousek gumové hadičky o délce asi 5 cm a o průměru 0,5 až 1 cm nahradí mnohem lépe foukání v předešlém pokusu. Konec trubičky zmáčkněte mezi prsty naplocho a foukejte takto upravovanou trubičkou vzduch přes okraj různě velikých lahví. Plochý otvor hadičky vždy upravte (stlačením nebo uvolněním) tak, aby tón byl nejhlasitější. Nejnižší tón uslyšíte z dosti velké láhve, nejvyšší slyšitelný tón získáte foukáním na otevřený konec malého klíče.

9. Rezonance

Některý žák si přidrží ústí láhve poblíž ucha, aniž by zakrýval otvor. Nyní prudce foukněte proti ústí jiné stejně veliké láhve, až vydáte ostrý, jasný tón. Kdykoli se vám to podaří, vzniknou současně v druhé láhvi rezonanční kmity. Ty vyvolají stejně vysoký, ale slabší tón, který žák bude zřetelně slyšet.

10. Opatřete si ladičku a plechovku od petroleje, housle nebo dřevěnou krabici, kterou použijete jako rezonátor. Rozezvučte ladičku úderem o kus dřeva a přitiskněte její nožku na rezonátor. Z rezonátoru uslyšíte velmi hlasitý bzučivý zvuk. Pokus opakujte s vidličkou od příboru. Chvějící ladičku nebo vidličku můžete také přiložit na tabuli skla v okně.

11. Vzduch přenáší zvuk

Zahvízdá-li některý žák, ostatní v místnosti uslyší zvuk zcela zřetelně. Pak tohoto žáka pošlete do druhé místnosti, kde zahvízdá znovu; tentokrát zahvízdnutí neuslyšíte tak zřetelně.

12. Zvuk neprochází vakuem

Udělejte si vakuovou vývěvu s recipientem (kap. VII, odst. I, pokus 3, str. 79).

Svažte dva malé zvonky a vložte je pod recipient. Začněte pokus tím, že zatřepete recipientem, v němž je vzduch; uslyšíte zvonění zvonků. Máte-li elektrický zvonek, připojte k němu plochou baterii a nechte ho pod recipientem zvonit. Pak recipient dobře uzavřete a vyčerpajte z něho vzduch vývěvou. Hlasitost zvonění bude stále menší. Co z toho můžeme usoudit?

Zopakujte tento pokus, ale tlak vzduchu zmenšete tak, že v uzavřeném recipientu spálíte kousky papíru.

13. Vezměte dlouhou zahradní hadici otevřenou na obou koncích. Použijte ji jako telefonní linku pro dorozumívání s druhou osobou. Nositelem zvuku je vzduch uvnitř hadice. Tohoto principu se stále ještě používá na lodích k přenášení rozkazů z jednoho místa na druhé.

14. Zvuk se šíří tuhými látkami

Vezměte dvě plechovky od konzerv a pečlivě odstraňte víčka. Uprostřed dna každé plechovky propíchněte malý otvor. Dírkami protáhněte několik metrů tenkého provázku. Na každý konec provázku přivažte zápalku tak, aby nemohla projít otvorem. Nyní můžete použít plechovku jako telefon: napněte provázek a dorozumívejte se s žáky. Zvuk prochází provázkem uvnitř plechovek. Dno plechovky se chová jako membrána (pružná deska).

Tento pokus můžete také provádět se dvěma prázdnými krabičkami od zápalek, jejichž jedna strana je pokryta napjatými tenkými kousky pergamenového nebo pauzovacího papíru, do něhož propíchneme otvory.

15. Zvon pomocí lžičky

Určíte asi 1 m bavlněného provázku. Uchopte oba konce a ve vzniklé smyčce rovnovážně zavěste čajovou lžičku. Přitlačte oba konce provázku k uším a mírně se ohněte, aby provázek a lžička volně visely dolů. Když někdo lehce tukne do zavěšené lžičky

hřebíkem nebo jinou lžičkou, uslyšíte zvonění, jaké vydávají kostelní zvonky. Zvuk opět prochází provázkem přímo do uší.



16. Vyfukávání kódu pomocí vodovodní trubky

Pošlete kódovanou zprávu, na které jste se dříve domluvili s některým žákem, po vodovodním nebo teplovodním potrubí, vedoucím do jiné místnosti ve stejném nebo i jiném patře. Tlučete-li kovovým předmětem do potrubí v jedné místnosti, zvuk se šíří trubkou k žákovi do jiné místnosti. Pak vám pošle zprávu zase on. Při těchto pokusech se zvuk šíří ocelí, z níž jsou vodovodní nebo teplovodní trubky zhotoveny.

17. Poslouchajte zuby

Rozezvučte vidličku nebo ladičku. Vyčkejte, až se ztiší natolik, že ji již prostým uchem neslyšíte znít. Pak uchopte nožku ladičky mezi zuby a zvuk opět uslyšíte. Zopakujte pokus, ale nyní přiložte ladičku na kost za uchem.

18. Kapaliny přenáší zvuk

Ponořte hlavu do vody tak, aby uši byly pod hladinou. (Může to být na koupališti, v řece nebo i ve vaně.) Uhodí-li někdo do gongu nebo zvonu pod vodou v určité vzdálenosti od vás, uslyšíte zvuk zcela jasně. Je známo, že zvuk se ve vodě šíří přibližně čtyřikrát rychleji než ve vzduchu.

19. Balón naplněný plynem působí jako zvuková čočka

Nafoukněte gumový balón na jeho normální objem a prsty přidržeťte otvor. Balón je nyní částečně naplněn plynným kyslíčkem uhličitým. Podržte si balón mezi uchem a hodinkami. Uslyšíte tikání jasněji než bez balónu. Je to způsobeno tím, že se zvukové vlny šíří těžkým kyslíčkem uhličitým pomaleji než vzduchem, takže balón působí na zvukové vlny jako spojná čočka. Zopakujte pokus s balónem naplněným vodíkem.

20. Jak se šíří vlny

Způsob, jakým vlny přenášejí energii, můžete studovat pozorováním šíření vln na vodní hladině. Šíření vln můžeme často vidět na jezerech, rybnících, v přístavech. Obrazce, které se přitom vytvářejí, pomáhají vysvětlit mnoho jevů z oblasti šíření světla, rádiových vln i zvuku.

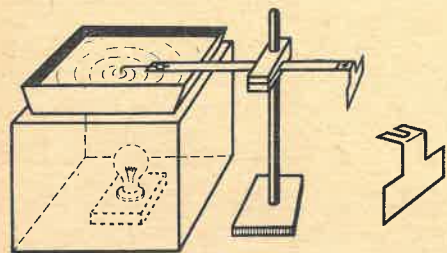
Podrobněji se tento jev dá zkoumat v laboratoři tak, že se vytvoří vlnky na hladině mělké misky s vodou. Jeden ze způsobů, jak zviditelnit obrazce na hladině, je ten, že se pod mělkou misku se skleněným dnem umístí zdroj světla. Vlnky na vodní hladině misky se chovají jako válcové čočky a na stropě nebo na stínítku můžeme pozorovat jejich stíny.

21. Nádrž s vlnkami

Vyřízněte do dna misky na vývojku pravoúhlý otvor velikosti fotografické desky tak, aby po okraji zůstal rámeček asi 2,5 cm široký. Do misky vložte tabulku čirého skla a přilepte ji k rámečku vodostálým lepidlem. Lepidlo nechte dobře zaschnout. Uprostřed jedné stěny lepenkové krabice s rozměry přibližně 30 × 30 × 45 cm vyřízněte kruhový otvor o průměru asi 15 cm a uprostřed některé z bočních stěn udělejte malá dvířka. Vnitřek krabice začerněte. Jako zdroj světla použijte automobilovou žárovku, umístěnou v objímce na dřevěné krychli o hraně asi 7,5 cm.

Položte misku na kruhový otvor v krabici a nalijte do ní vodu asi do výše 1 cm. Zatemněte místnost a rozsviňte žárovku v krabici. Padají-li na vodní hladinu kapky z kápatka nebo z pipety, můžete na stropě pozorovat kruhové obrazce. Jsou-li obrazce

narušeny působením vln, odražených od bočních stěn misky, umístíte kolem stěn rámeček, aby vytvářel „břeh s mírným sklonem“. Budou-li se vytvářet vlny rovnoběžné s bočními stěnami, způsobené kmitáním celé misky, postavte misku na pěnovou gumu nebo na plst.



Nepřerušované sledy vln můžete vyrábět „vibrátorem“, jehož jeden konec je ponořen do vody. Uchytte uprostřed list od pilky na kov asi 30 cm dlouhý, na jehož jednom konci je malým šroubkem a maticí nebo elektrickou svorkou přichycen tlustší měděný drátek. Ohněte drátek do směru kolmého na plochu listu a uštipněte jej asi ve vzdálenosti 2,5 cm od ohybu. List upevněte do stabilního chemického stojanu tak, aby konec měděného drátku sahal do vody v misce. Ťukněte do volného konce listu a pozorujte spojitě vytváření vln.

Na vytváření rovinných vln vyřízněte z plechu profil ve tvaru T a připevněte jej k volnému konci listu pilky stejným způsobem jako dříve. Na druhý konec pilky přilepte poblíž měděného drátku kus plastelíny tak, aby oba konce listu byly stejně zatíženy; v tomto případě budou kmity trvat dosti dlouhou dobu.

22. Odras vln

Nastříhejte si plechové pásky o něco širší, než je hloubka vody v misce, a dlouhé asi 8 cm. Zahněte konce jednoho z pásků do pravého úhlu a pásek postavte ke kraji misky. Polohu vibrátoru nařídte tak, aby se kruhové vlny odrážely od této překážky. Při pokusu vyvolejte jak jednotlivé pulsy, tak spojitě vlnění. Všimněte si, že odražené vlny se rozbíhají od zdánlivého zdroje umístěného za „zrcadlem“ ve stejné vzdálenosti, v které je před „zrcadlem“ vibrující drát. Nahraďte nyní bodový zdroj plechovým páskem, který vytváří plošné vlny. Pozorujte tvar odražených vln, je-li překážka skloněna pod různými úhly ke směru šíření vln. U rovinných vln získáte jasnější obrazce, otočíte-li lampičku na stranu a umístíte-li ji tak, aby vláknem žárovky bylo rovnoběžné s kmitajícím páskem. Zopakujte tyto pokusy se zakřivenými plechovými proužky, které představují vypuklé nebo duté zrcadlo. Poněvadž vlnění má v mělké vodě menší rychlost než ve vodě hluboké, je možné studovat šíření vln při průchodu zdánlivě odlišným prostředím. Abyste např. mohli studovat působení „zvukové čočky“ z pokusu 19, použijte kruhový kotouč ze skla nebo z plexiskla k vytvoření „mělčiny“ v misce. Kotouč položte doprostřed misky a pipetou nastavte vodní hladinu tak, aby byl zakryt vodou. Nechte nyní procházet nad kotoučem spojitě vlnění a všimněte si, že vlny procházející středem kruhu se zpožďují a připomínají průchod světla čočkou. Při studiu lomu na jednoduchém povrchu a k objasnění vlivu hranolů a čoček vám pomohou desky různých tvarů.

B. ZVUK A HUDBA

1. Vibrující krabice

Do dna prázdné plechovky od konzervy udělejte otvor. Otvorem provlékněte pevný provázek nebo silonový vlasec, na jehož konci je v plechovce přivázaná tužka. Provázek potřete kalafunou. Jednou rukou uchopte plechovku a dvěma prsty druhé pevně stiskněte provázek. Provázek nyní táhněte mezi prsty, plechovka bude vydávat zvuk. Opakujte pokus tak, že pokaždé budete tahat různou rychlostí. Všimněte si různých

výšek tónů. Uměli byste vyloudit z plechovky nějakou melodii? Opakujte pokus s různými velkými plechovkami a krabičkami od bonbónů. Budou dřevěné krabičky vydávat podobné zvuky?

2. Hudební nástroj z gumových pásků

Natáhněte několik gumových pásků přes dortovou formu, pouzdro od doutníků, fotografickou misku na vývojku nebo přes umývadlo. Napněte je různou silou, aby dávaly

odlišný základní tón. Nyní na ně můžete hrát. Principem tohoto nástroje jsou kmitající struny a rezonanční skříňka. Zopakujte pokus s gumovými pruhy různé šíře i tloušťky na téže krabičce.

3. Jednostrunný hudební nástroj

Opatřete si ocelový drát asi 1 m dlouhý, hřebík, tři kolíčky na prádlo, zvukovou rezonanční desku vyrobenou z překližky nebo z jiného materiálu (o rozměrech asi 60 × 15 × 3 cm) a zátěž, která bude napínat drát uchycený hřebíkem na rezonanční desce. Dvěma kolíčky podložte drát na krajích, přitlačení třetího kolíčku můžete měnit délku struny. Dokážete něco zahrát na tomto nástroji? Zhotovte si podobný nástroj s více strunami.

4. Hrací skříňka ze špendlíků

Napíchejte několik špendlíků do řady na rezonanční desku z předchozího pokusu nebo na krabičku na doutníky. Zahrajte něco na tuto hrací skříňku tak, že budete drkat na špendlíky malým nožkem. Nižší tóny vydávají delší špendlíky, vyšší tóny kratší.

Pozorujte podobný jev u hřebenu na vlasy s různě dlouhými zuby.

5. Orchestr ze sacích slámek

Opatřete si 10 sacích slámek pro pět členů „orchestru“. Zmáčkněte vždy jeden konec slámky a ustříhnete rohy zploštělé části. Tato část nyní působí jako jazýček u dechových nástrojů. Foukněte do slámky a seřídte „jazýček“, až dostanete jasný tón.

Podobné nástroje zhotovte i z ostatních slámek. Postupným zkracováním slámek můžete naladit různé tóny, až dostanete úplnou stupnici. Každý z pěti hráčů drží v každé ruce jednu slámku, a hraje tedy dva různé tóny. Pro začátek se pokuste zahrát nějakou jednoduchou národní píseň.

Princip spočívá v tom, že kmitající vzduchový sloupec uvnitř slámky je rozkmitáván jazýčkem.

6. Trombón ze skleněné trubky a sklenice

Opatřete si skleněnou nebo železnou trubku o průměru asi 1 cm a dlouhou asi 20 cm a sklenici téměř plnou vody. Jednou rukou držte sklenici, druhou uchopte trubku a ponořte do vody. Fouknutím přes horní okraj ponořené trubky získáte tón. Nyní pohybujte lahví nahoru a dolů. Uslyšíte různě vysoké tóny podle toho, jak měníte výšku kmitajícího vzduchového sloupce v trubce.

7. Hudební láhve

Připravte si sadu lahví naplněných tak, aby vydávaly jednotlivé tóny stupnice, a vyberte z nich osm. První ponechte prázdnou, do ostatních nalejte vodu do takové výše, aby při úderu pravítkem (nebo hůlkou) vydávaly jednotlivé tóny tónové stupnice. Stejný pokus proveďte s dlouhými skleničkami na vodu. Vzduchové sloupce uvnitř lahví nebo skleniček přejímají kmity zvnějšíka.

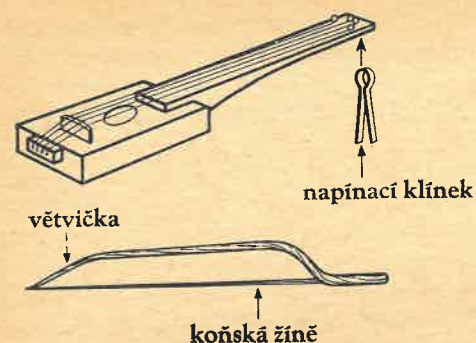
Máte-li porcelánové vázy nebo zvonky různých velikostí, vyberte z nich ty, které jsou naladěny na některé tóny stupnice. Uspořádejte je do řady. Do druhé ruky vezměte vidličku nebo hůlku a opatrně na ně vytukejte nějakou melodii.

8. Gong

Rovnou ocelovou trubku o průměru asi 3 cm a dlouhou asi 3,5 m rozřežte na čtyři části dlouhé 100 cm, 90 cm, 80 cm a 70 cm. Na jednom konci každé trubky provrtejte dva otvory a za ně trubky volně zavěste. Udeřte do každé trubky gumovým kladivem. Vymyslete pro vaši třídu nějaké svolávací zvukové znamení.

9. Housle z krabičky

Obstarejte si dřevěnou krabičku, struny na housle nebo na kytaru (z obchodu potřebami pro hudebníky), kousky dřeva, kousek kalafuny a záchytné klínky. Pokuste se z těchto částí zhotovit „housle“ podle připojeného obrázku.



Smyčec můžete zhotovit z koňské žíně a asi 70 cm dlouhé větvičky.

10. Pastýřova píšťala

Na zhotovení píšťaly je vhodná větev černého bezu (o průměru asi 2 cm a délce přibližně 30 cm). Odstraňte z ní dřev, např. drátem; tak získáte dutou trubici. Nyní vyříznete náústek a řadu otvorů podle

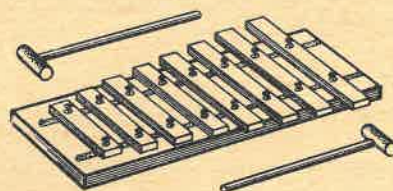


obrázku. Tato píšťala je podobná plechové píšťale, ale vydává měkčí zvuk. Kmitající vzduchový sloupec je dán vzdáleností mezi výstupním otvorem v náústku a prvním otevřeným otvorem píšťaly.

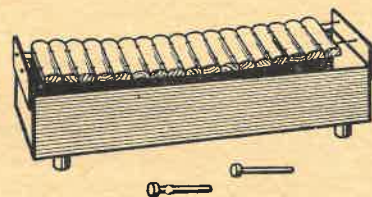
11. Xylofon a marimba

Připravte si hranolky tvrdého dřeva, bambusu nebo železa a prkénka. Abyste dostali tóny stupnice, budete potřebovat 8, 12 nebo 16 hranolků uříznutých do patričné délky. U kousků tvrdého dřeva 2,5 cm širo-

kého a 1 cm tlustého dostanete jednotlivé tóny diatonické stupnice pomocí délek 20,0; 22,8; 24,2; 25,8; 27,2; 28,3; 29,5 a 30,5 cm.



Xylofon si vyrobíte z plochého prkénka, na něž položíte proužky plsti. Poblíž konce každého dřevěného hranolku vyvrtejte asi 2mm otvor, kterým bude procházet hřebíček tak, aby volně přidržel hranolek k plsti na základním prkénku. Udeřte-li do některého hranolku gumovým kladívkem, rozezní se určitým tónem. Gumové kladívko si vyrobíte z tužky a gumy.



Chcete-li zhotovit marimbu, musíte použít rezonanční skříňku a hranolky dřeva zakulatit podle obrázku. U konce každého hranolku vyvrtejte dva otvory, kterými provléknete pevnější provázek, a vše zavěste nad rezonanční skříňku (viz obrázek).

Nyní si zhotovte dvě gumové paličky s dosti dlouhými držádky. Lehkými poklepy na hranolky vyloudíte hudební tóny.

Můžete si také zkonstruovat jiné jednoduché hudební nástroje, jako jsou bubínky, gongy, flétny a mnoho strunných nástrojů. Pokuste se nějaké vynalézt sami.

C. ZÁZNAM A REPRODUKCE ZVUKU

1. Činnost ucha

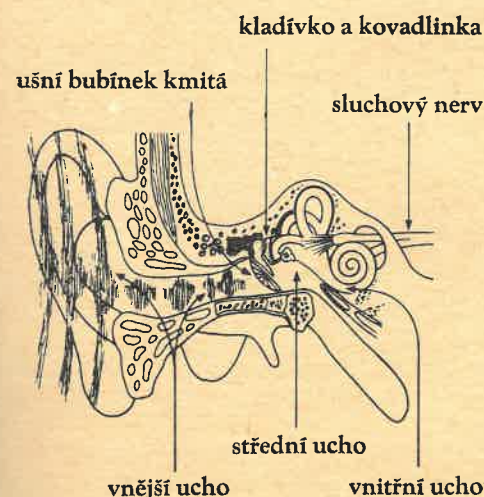
Kmity vzduchu vcházejí do ucha zvukovodem, na jehož konci je membrána ušního bubínku. Kmity rozevřou ušní bubínek, který uvede do pohybu systém tří malých

kůstek s ním pevně spojených; těmi se kmity dostanou až do ušní dutiny, nazývané vnitřní ucho.

Vnitřní ucho má tvar hlemýždi skořápky. Zde se nalézá orgán, který přijímá zvukové kmity a je spojen sluchovým nervem s moz-

kem. Druhá část vnitřního ucha, která zahrnuje tři malé polokruhové kanálky, slouží k udržování rovnováhy.

Normálním způsobem se zvukové kmity přenášejí k hlemýždi pomocí ušního bubínku a malých kůstek (tím vznikne nervový vzruch, který se přenáší do mozku); mohou však být také přenášeny lebečními kostmi, i pak slyšíme zvuk stejně dobře.



Zachycují-li zvuk obě uši, můžeme rozlišit směr, odkud zvuk přichází; přichází-li ze směru přímo před námi, kmity dopadají na obě uši ve stejnou dobu a se stejnou intenzitou; je-li však zdroj zvuku umístěn stranou, jedno ucho je vzdálenější a dostává poněkud slabší kmity a s malým zpožděním.

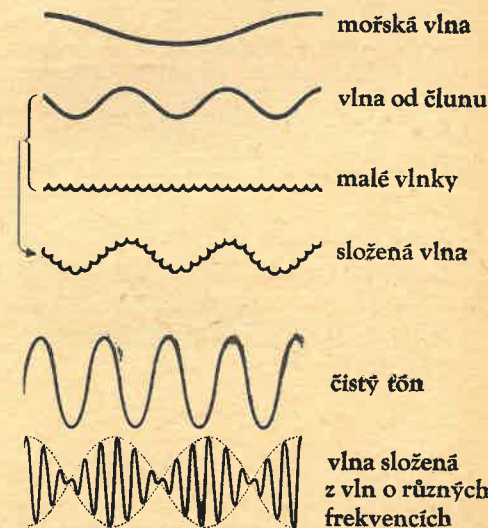
2. Jak vzniká hlas

Na vzniku hlasu se podílejí ústa, zuby, jazyk, hrdlo a plíce. Zvuk vzniká kmitáním dvou tenkých plátek zvaných hlasivky, které jsou napnuty ve zvukové komůrce zvané hrtan. Hrtan je horní část průdušnice a je umístěn u kořene jazyka. Když polykáme, hrtan se automaticky uzavře čípkem, aby se jídlo nedostalo do hrtanu. Napnou-li se hlasivky silou příslušných svalů v hrdle, vytvoří se mezi nimi úzká šterbina. Jakmile vzduch prochází touto úzkou šterbinou,

hlasivky se rozkmitají. Tím se také rozkmitá vzduch v hrtanu, plicích, ústech a nosních dutinách.

3. Obrazce zvukových vln

Počet celých kmitů za sekundu se nazývá frekvence (kmitočet) daného kmitání. Způsob, jakým se různé zvukové frekvence kombinují, je analogický skládání vln na vodní hladině. Vlny na moři jsou nejdelší, tj. mají nejmenší frekvenci. Jede-li na těchto vlnách malý motorový člun, vytvoří vlastní vlny s kratší vlnovou délkou. Fouká-li navíc



vánek, vytvoří se na vlnách od motorového člunu další malé vlnky. Ty mají zpravidla ještě kratší vlnovou délku než předchozí druhy vln. Tyto tři typy vlnění se skládají, jak je znázorněno na obrázku. Podobným způsobem se skládají zvukové vlny různých frekvencí, pocházející od různých hudebních nástrojů.

4. Obraz vlny znějící ladičky

Několika kapkami rozehrátého pečetního vosku připevněte k jednomu ramenu ladičky kousek tenkého drátku. Ladičku pevně uchytte za nožku ve vodorovné poloze těsně nad horní deskou stolu. Začerněte malý kousek skla nad plamenem svíčky (nebo

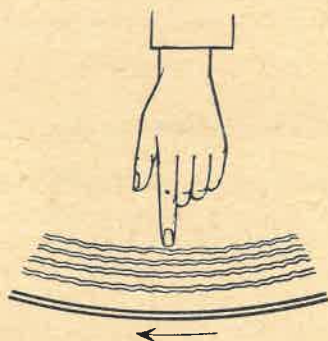
petrolejové lampy a položte je na stůl pod ladičku tak, aby se ohnutý drátek dotýkal začerněného povrchu. Prstem rozezvučte ladičku a současně táhněte sklíčko takovou rychlostí, aby se zakreslila vlna.



Opakujte tento pokus při různých rychlostech vytahování sklíčka a s různými typy ladiček. Čím vzdálenější je vrchol vlny od podélné osy křivky, tím hlasitější je zvuk ladičky.

5. Gramofon reprodukuje zvuk

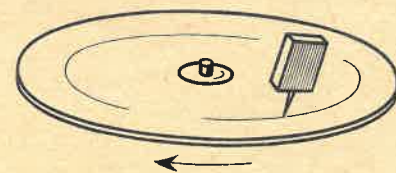
Obstarejte si gramofonovou desku (78 ot/za min) a lupou uvidíte na gramofonové



desce velké množství vlnitých čar. Je-li to možné, porovnejte vlnité čáry gramofonových desek o různých rychlostech otáček. Nechte desku otáčet normální rychlostí, vložte špičku nehtu do drážky a pozorně poslouchejte. Slyšíte hudbu přicházející z nehtu? Cítíte, jak nehet vibruje? Nehet musí vibrovat a vydávat zaznamenané zvuky, sleduje-li drážku.

6. Jednoduchý reproduktor

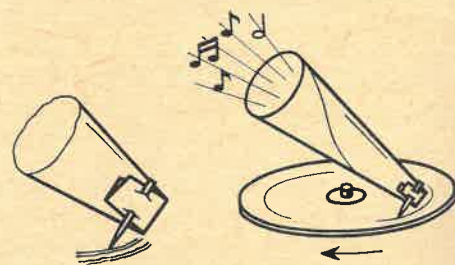
Prostrčte gramofonovou jehlu rohem kartónové krabičky nebo prázdné krabičky



od zápalek. Zopakujte nyní předchozí pokus, v němž jehla nahradí nehet. Je zvuk zesílen?

7. Jiný jednoduchý reproduktor

Pomocí papírového kornoutu si můžete podomácku vyrobit účinnější reproduktor. Nahraďte krabičku od zápalek kornoutem ze čtvrtky tlustého papíru o rozměrech asi 40 x 40 cm. Stočte papír do kužele a úzký konec přehněte. Do něho pevně zapíchněte



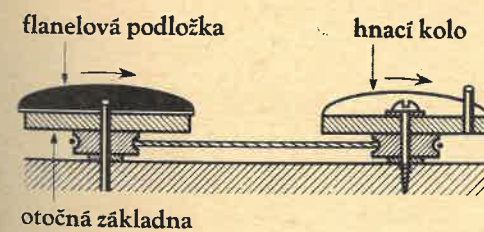
gramofonovou jehlu, jak je znázorněno na obrázku. Držte kornout tak, aby jehla spočívala lehce v drážce otáčející se gramofonové desky. Nyní by již měla být hudba z vašeho jednoduchého reproduktoru slyšitelná v celé místnosti.

8. Gramofon pro každého

Budete potřebovat dva kruhové dřevěné disky tloušťky asi 2,5 cm o průměru asi 30 cm, prkénko na základnu s rozměry přibližně 80 x 40 x 2,5 cm, kus flanelu o průměru asi 30 cm jako podložku, plátek slídy asi 10 x 10 cm, tubu lepidla (např. kanagom), gramofonové jehly, špendlíky, kovovou přírubu jako nosný rám reproduktoru a úchyt na jehly.



V hrubých rysech bude náš gramofon vypadat, jak je znázorněno na obrázku. Nasadte dva kruhové dřevěné disky na základní prkénko a spojte je pevným bavlněným provázkem vhodné délky. Na kotouč, který bude sloužit jako otočná základna pro gramofonové desky, přilepte flanel nebo plst.

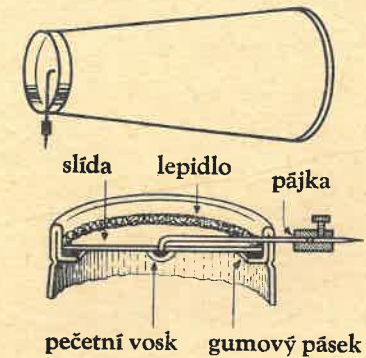


Důležitou část přístroje, reproduktor, si můžete udělat jedním ze dvou následujících postupů. Jednodušší je z pohárku na limonádu. Sledujte vyobrazení.

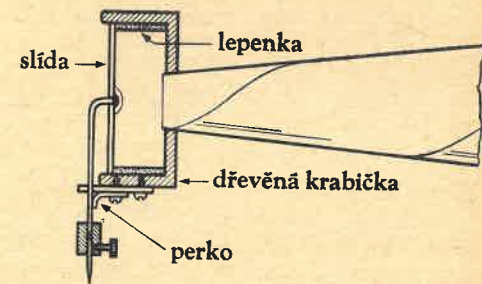
- Kolem příruby, na níž pohárek stojí, přilepte gumový kroužek.
- Ze slídy vystříhnete kruhový kotouč, aby dobře zapadal do kruhového otvoru pohárku.
- Uprostřed kotouče vyvrtejte malý

otvor a protáhněte jím delší špendlík, ohnutý těsně za hlavičkou. Špendlík dále protáhněte otvorem v přírubě.

d) Membránu přilepte k pohárku kanagomem nebo jiným rychle schnoucím lepidlem.



e) Úchyt na jehlu si vyrobíte z malého mosazného válečku asi 6 mm dlouhého, který provrtáte podélně. Uřízněte přečnívající špičku špendlíku a konec připájejte do otvoru mosazného válečku. Ze strany mosazného válečku vyvrtejte otvor o průměru o něco menším, než je průměr šroubku. Šroubek pak do bočního otvoru válečku silou zasroubujte.



f) Místo úchyty popsaného v části e) můžete použít mosazné očko se šroubkem, jakým jsou připevněny přívodní dráty v objímce na žárovky nebo se svorkami.

g) Chcete-li si zhotovit hlásnou troubu, odstraňte dno voskovaného poháru na limonádu.

Druhý způsob, jak si můžete vyrobit reproduktor, je znázorněn na obrázku. Tento přístroj se již více podobá běžnému gramofonu.

9. Zaznamenávání zvuku gramofonem

Záznam zvuku je obrácený proces než reprodukce zvuku. Poznali jsme, že hlas nebo jakýkoli jiný zvuk se dá použít k rozkmitání těles a k vytváření vlněných čar na pohybující se začerněné skleněné desce.

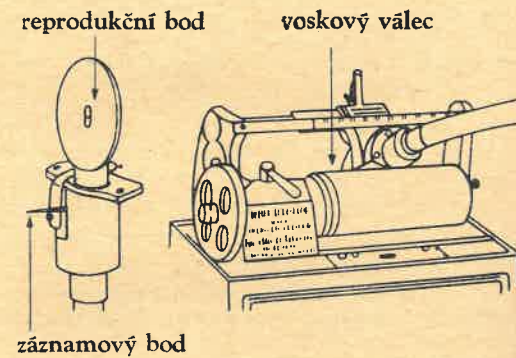


Přidrže si před ústy list kartónového papíru a vydejte proti tomuto listu nějaký zvuk. Konečky prstů pocítíte kmitání listu.

Odstraňte dno papírového pohárku a místo dna přivažte na pohárek membránu z tenkého papíru nebo gumy. Bručte do pohárku a opět dotekem zjišťujte kmitání membrány.

Oddělte od gramofonu reproduktor zhotovený v předchozím pokusu. Mluvte do hlásné trouby a dotekem zjišťujte, jak jehla kmitá.

Připevňte opět reproduktor ke gramofonu a místo gramofonové desky nyní položte na otáčející se kotouč začerněný skleněný disk. Mluvte do reproduktoru a současně otáčejte kotoučem. Kmitající hrot jehly bude zapisovat vlnité čáry — zápis vašeho hlasu. Místo začerněného skleněného disku můžete použít kruhový list povoskovaného papíru.



Tomáš A. Edison vynalezl první mluvicí přístroj, který sloužil jak k záznamu, tak k reprodukci zvuku. Nejprve zvuky nahrával na voskový válec a pak je reprodukoval.

Navštivte technické muzeum, prohlédněte si staré typy diktafonů. Jednotlivé části jsou na nich vidět mnohem zřetelněji než na moderních typech.

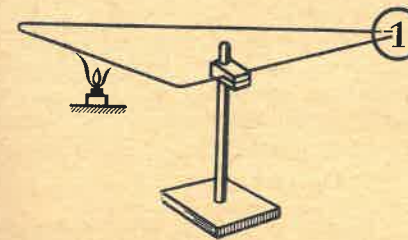
KAPITOLA XIII

Teplo

A. TEPLITNÍ ROZTAŽNOST LÁTEK

1. Trojúhelník k demonstraci teplotní roztažnosti

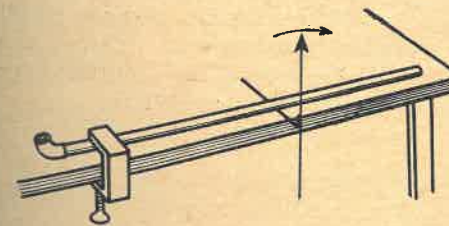
Zahňte kus silného kovového drátu do trojúhelníku. Připevňte jej ve vodorovné poloze a mezi volné konce, které tvoří jeden



vrchol trojúhelníku, zachyťte minci. Zahřejete-li protilehlou stranu trojúhelníku, mince vypadne. Dovedete to vysvětlit?

2. Roztahování tuhých těles při zahřívání

Asi 2 m dlouhý kus tlustší měděné nebo ocelové trubky položte na stůl a jeden její konec přichyťte svorkou. Pod druhý konec vložte zahnutý pletací drát nebo drát k jízdánímu kolu. K této jehlici přilepte pečetním voskem asi 1 m dlouhou tenkou tríska nebo špejli, která bude ukazovat

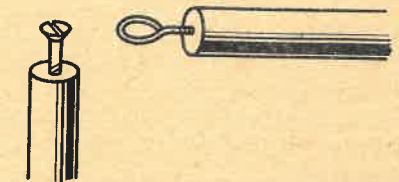


libovolný pohyb trubky. V tomto uspořádání můžete pozorovat prodloužení trubky, budete-li chvíli foukat do jejího při-

pevněného konce. Budete-li prohánět trubkou páru, ukazatel se otočí jednou i vícekrátě dokola. To bude záviset na tom, jaký je průměr pletacího drátu. Zopakujte pokus s různou vzdáleností pletací jehlice od volného konce trubky. Porovnejte výsledky.

3. Pokus s kroužkem

Opatřete si velký vrut a šroubovací očko s takovým průměrem, aby hlava vrutu právě těsně prošla očkem. Obojí zašroubujte do konců dvou dřevěných hůlek tak, aby z nich alespoň 2,5 cm vyčnívalo. Zahřívejte na chví-

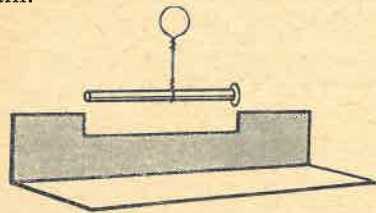


li hlavu vrutu v plameni a pak se ji pokuste prostrčit očkem. Udržujte vrut horký a současně ohřejte očko; pak se opět pokuste provléknout očko. Plamenem udržujte hlavu vrutu horkou a očko ochladte ve vodě. Pokuste se je opět prostrčit. Dále ochladte i hlavu vrutu a pokus opakujte.

4. Tyč a kalibr

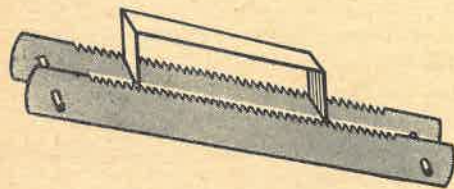
K zhotovení tohoto přístroje použijte skobu jako tyč a kus plechu jako kalibr. V plechu vystříhnete nůžkami mezeru a plech zahnete podle obrázku. Kolem hřebíku otočte kousek drátku, který bude sloužit jako držátko. Délku hřebíku upravte pilníkem tak, aby se přesně vešel do zářezu plechu,

do kalibru. Zahřejete-li hřebík nad plamenem kahanu, snadno se přesvědčíte, že se teplem roztáhl.



5. Teplotní „plížil“

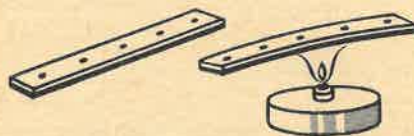
Tento model ukáže, jak se vlivem tepla posunují např. plechové střechy apod. Na každý konec pletací jehlice nasadte korkovou zátku a každou zátkou prostrčte dva špendlíky tak, aby pomůcka měla čtyři nohy. Skloňte tyto nohy takovým způsobem, aby při rozta-



hování jehlice přední pár klouzal dopředu a při jejím smršťování se zapíchl do podložky a táhl za sebou zadní pár. Stejným způsobem se bude chovat most z mosazného plechu, položený na dvojici pilových listů — bude šplhat nahoru.

6. Pásek z dvojkovu (bimetal)

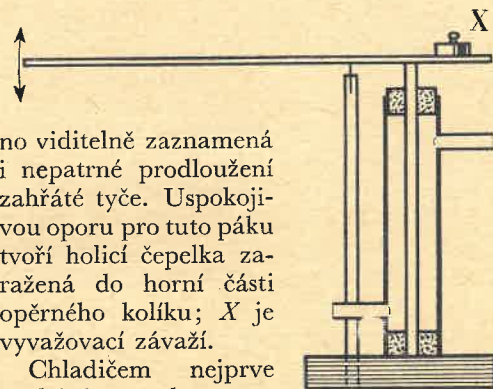
Budete-li zahřívat snýtovaný pásek z ocelového a z mosazného plechu, bude se v důsledku různé teplotní roztažnosti ohýbat.



Jiným způsobem můžete pásky spojit tak, že je vystříhnete s výběžky ve stejných vzdálenostech. Výběžky pak přehnete takovým způsobem, aby se pásky vzájemně uzamkly.

7. Přístroj na měření rychlosti roztahování

Liebigův chladič popsaný na str. 36 se dá v tomto pokusu použít jako ochranný plášť pro páru. Roztahování tyče se přenáší na nerovnoramennou páku, jejíž delší rama-



no viditelně zaznamená i nepatrné prodloužení zahřáté tyče. Uspokojivou oporu pro tuto páku tvoří holicí čepelka zaražená do horní části opěrného kolíku; X je vyvažovací závaží.

Chladičem nejprve proháníme studenou vodu a pak páru. Prodloužení tyče vypočteme z rozměrů páky a z velikosti odchylky jejího volného konce.

8. Roztažnost kapalin

Uzavřete dvě nebo tři lahvičky od léků zátkami opatřenými skleněnými trubičkami. Naplňte je různými kapalinami a ponořte do hrnce s horkou vodou. Rozdíly výšek



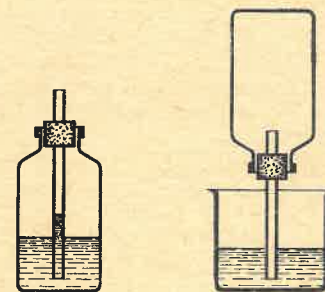
hladin v trubičkách budou ukazovat rozdíly v teplotních roztažnostech. Znáte-li průměry trubiček a objemy lahví, můžete vypočítat součinitele teplotní roztažnosti.

9. Roztažnost plynů

Pomocí lahviček od léků můžete také ukázat roztažnost vzduchu nebo jiných plynů. Prostrčte skleněnou trubičku zátkou až ke dnu láhve, částečně naplněné vodou, a zátkou

uzavřete vzduch v láhvi. Položte-li nyní na láhev ruku, hladina v trubičce bude stoupat.

Podle pravé části obrázku sestrojte jednoduchý vzduchový teploměr (viz též dále pokus B 2). Zahříváním se vzduch v láhvi



roztahuje, jeho tlak roste, a proto vytlačuje vodu z trubičky a vybublává. Tím se zmenšuje množství vzduchu uvnitř láhve. Ochlazováním se naopak vzduch v láhvi smršťuje, jeho tlak klesá a přetlakem okolního vzduchu je voda tlačena do láhve.

10. Roztažnost plynů — mýdlová bublina

Mýdlová bublina kolem hrdla lahvičky od léků se bude zvětšovat, položíte-li na lahvičku teplé ruce.

11. Roztažnost plynů jiným způsobem

Natáhněte gumový balónek na hrdlo baňky nebo láhve, která snese zahřívání. Zahřívejte baňku opatrně svíčkou nebo plamenem lihového hořáku. Viz také kapitulu VIII, pokus B 2, str. 89.

12. Rozpínavost pomocí balónů

Nafoukněte částečně nafukovací balónek nebo míč, např. na košíkovou. Podržte míč na chvíli nad horkou vodou, nebo jej dejte na slunce, a pozorujte, co se děje.

13. Balón na horký vzduch

Z velkého papírového sáčku, např. na klobouky, udělejte balón.

Otvor sáčku upravte tenkým ocelovým drátem stočeným do kruhu a uprostřed jej vyztužte příčkou. Tento kruh přilepte k sáčku lepicí páskou. Doprostřed příčky přivažte hubku nebo kus bavlny namočené v lihu. Zapalte líh a držte balón za drátěný kruh. Při tomto pokusu je nebezpečí vznícení sáčku, proto pokus dělejte venku.

Papírový balón není při letu dostatečně stabilní. Lepší balón si uděláte takto:

Položte na sebe šest listů baličního papíru. Vystříhnete je do tvaru, jak je znázorněno na obrázku, a slepte je na okrajích tak, aby tvořily balón. K zakrytí horního otvoru budete potřebovat kruhový kotouč. K ústí balónu připevněte kroužek jako v prvním případě. Takovýto balón vystoupí do velké výšky a můžete jej pouštět na provázku jako draka. K ohřívání vzduchu je nejvhodnější tuhý líh, jaký se používá v některých vařičích. Můžete jej položit na malé víčko od plechovky, připevněné ke kruhu u ústí balónu.



B. TEPLOTA

1. Je pocit teploty spolehlivý?

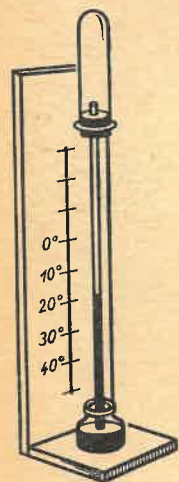
Naplňte vodou tři mísy. Do jedné dejte tak horkou vodu, jakou ještě snesete, ponořte-li do ní ruku, do druhé dejte vodu ledově studenou a do třetí vlažnou. Vložte do vlažné vody obě ruce a ponechte je tam asi půl minuty. Pociťují obě ruce stejnou teplotu?

Zdá se vám voda horká nebo studená?

Pak ponořte na minutu levou ruku do horké vody a pravou ruku do vody studené. Ruce si rychle osušte a ponořte je opět do vlažné vody. Co pociťuje pravá ruka? Co pociťuje levá? Pociťují stejnou teplotu jako v prvním případě? Co můžete říci o svých pocitech teploty?

2. Jak si vyrobíte vzduchový teploměr

Nasaďte do baňky (nebo tenkostěnné lahvičky nebo zkumavky) gumovou zátku s jedním otvorem, kterým je prostrčena asi 60 cm dlouhá skleněná trubička. Zátka musí být v baňce vzduchotěsně upevněna. Přechody mezi zátkou a sklem můžete zakapat voskem ze svíčky. Na teploměr si zhotovte stojánek ze dřeva podle připojeného obrázku. Za trubku přilepte proužek papíru na stupnici a dolní konec trubky ponořte do malé nádoby se studenou vodou zabarvenou inkoustem. Baňku teploměru poněkud zahřejte, abyste vytlačili takovou část vzduchu, aby hladina vody po ochlazení baňky na pokojovou teplotu dosahovala do poloviny délky skleněné trubičky.



Stupnici zhotovíte tak, že tento teploměr spolu s lihovým nebo rtuťovým cejchovaným teploměrem necháte stát po několik hodin v místnosti. Označte na vzduchovém teploměru výšku hladiny čarou a k ní připište správnou teplotu místnosti podle údaje druhého teploměru. Pak oba teploměry nechte na teplejším místě po dobu asi jedné hodiny. Označte opět výšku hladiny a údaje o teplotě. Přeneste pak teploměr do chladnějšího místa a opět označte výšku hladiny a teplotu. Rozdělte vzdálenosti mezi těmito značkami na stejné dílky a označte příslušné teploty.

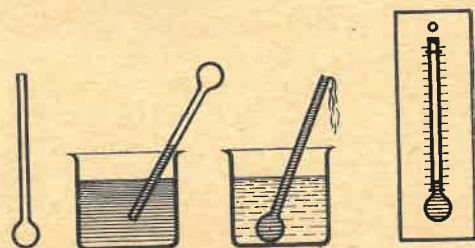
3. Na čem se zakládá teploměr

Naplňte baňku nebo láhev, která snese zahřívání, vodou zbarvenou inkoustem. Do hrdla baňky zasuňte gumovou zátku se skleněnou trubičkou asi 30 cm dlouhou tak, aby voda sahala do výše 5 nebo 6 cm. Dejte baňku na trojnožku nad lihový kahan a pozorujte hladinu vody při zahřívání. Voda se roztahuje více než sklo a hladina proto v trubičce stoupá. Možná, že si některý pozorný žák všimne, že v okamžiku, kdy

jste vodu začali ohřívat, hladina nejprve klesla, a teprve pak začala stoupat. Je to způsobeno tím, že se skleněná baňka začne roztahovat dříve, než voda uvnitř dosáhne teploty skleněných stěn.

4. Jak si uděláme lihový teploměr

Jednoduchý lihový teploměr dostatečně přesný k měření změn teploty zhotovíme z 20–30 cm dlouhé skleněné trubičky o vnějším průměru asi 5 mm a vnitřním přibližně 1 mm. Nejprve na jednom konci trubičky



vyfoukneme nad plamenem baňku o vnějším průměru asi 1,5 cm; pak ji pomocí nálevky s tenkou trubičkou naplníme zbarveným metylalkoholem tak, aby se nevytvořily bublinky. Teploměr pak ponoříme do vody zahřáté na 60 °C, což je teplota varu alkoholu. Když přebytečný alkohol přeteče, otevřený konec trubičky zapečetíme. Teploměr si pak ocejchujeme při různých teplotách vody a sestavíme si teplotní stupnici.

5. Kontrola teploměru

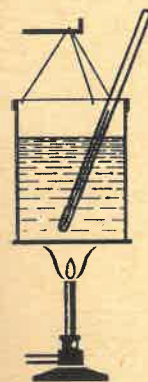
Teplotní stupnice jsou cejchovány pomocí dvou pevných bodů: teploty vodní páry vystupující z vroucí vody a teploty tajícího ledu, za normálního tlaku. Dejte teploměr do páry, těsně nad hladinu vařící se vody v baňce. Ponechte jej tam několik minut a pozorujte, zda přesně ukazuje 100 °C.

Poznámka. Žijete-li ve vyšší nadmořské výšce, teplota páry může být v důsledku nižšího atmosférického tlaku nižší než 100 °C. Správnou teplotu bude teploměr ukazovat pouze na hladině moře nebo tam, kde podle barometru je tlak 760 mm rtuťového sloupce (760 torrů).

Vytáhněte teploměr z páry, ponechte jej chvíli chladnout a pak jej vložte do nádoby s tajícím ledem. Pozorujte, zda přesně ukazuje 0 °C.

6. Teplo a teplota — pojem kalorie

Nad svíčku nebo Bunsenův kahan s malým plamenem zavěste plechovku obsahující 50 cm³ vody a vložte do ní teploměr.

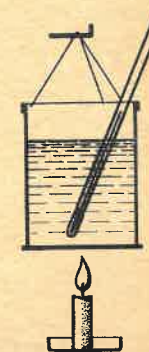


Zahřívejte 2 minuty za stálého míchání a odečtěte konečnou teplotu. Vylijte vodu a opakujte pokus nad stejným plamenem se 100, 150 a 200 cm³ vody. S dostatečnou přesností můžete pokládat 1 cm³ vody za 1 g. Vypočtete v každém pokusu součin hmotnosti vody a vzrůstu teploty. Dodává-li plamen vodě stále stejné množství tepla, výsledky ukazují, že vhodnou jednotkou tepla bude množství tepla, absorbované 1 g vody při vzrůstu teploty o 1 °C. Tato jednotka se nazývá kalorie.

7. Kalorická hodnota paliva — spalné teplo

Protože se různá paliva liší svými tepelnými účinky, je užitečné porovnat nějakým způsobem jejich tepelný výtěžek. Vhodným ukazatelem je množství tepla (v kaloriích), které se uvolní, když se dokonale spálí 1 gram látky — nazývá se spalné teplo.

Zavěste na stojánek pomocí tenkých drátků malou plechovku. Nalejte do ní 100 cm³ studené vody a změřte její teplotu. Dejte na plechové víčko kousek svíčky a zvažte jej. Postavte svíčku pod plechovku a zapalte knot. Míchejte vodu teploměrem a když teplota dosáhne 60 °C, zhasněte plamen a opět zvažte víčko se svíčkou. Součin hmotnosti vody (v g) a vzrůstu teploty (ve °C) dává uvolněné kalorie; úbytek hmotnosti svíčky zjistíte z provedených vážení. Z těchto dvou veličin můžete vypočítat přibližnou hodnotu spalného tepla. V tomto pokusu můžete také použít tuhý líh nebo lihový kahan.



C. ŠÍŘENÍ TEPLA

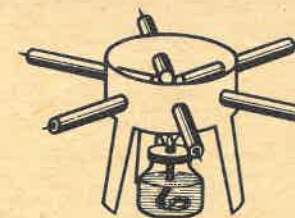
1. Vedení tepla v kovové tyči

Veźmte alespoň 30 cm dlouhou tyč z mědi, mosazi nebo z hliníku a pomocí parafínu k ní připevněte připínáčky nebo hřebíčky asi v 3 cm vzdálenostech. Položte tyč na stůl a lihovým nebo jiným plamenem zahřívejte jeden konec tyče. Pozorujte, jak se teplo šíří tyčí vedením.

2. Různé kovy vedou teplo různou rychlostí

Opatřete si několik tyčí z různých kovů asi 15 cm dlouhých a přibližně stejného průměru. Udělejte otvory do bočních stěn trojnožky, zhotovené z plechovky. Otvory prostrčte kovové tyče tak, aby se uprostřed plechovky dotýkaly. Parafínem připevněte na vnější konce tyčí připínáčky nebo hřebíčky.

Pod trojnožku postavte lihový kahan tak, aby se jeho plamen dotýkal vnitřních konců kovových tyčí stejně. Pozorujte pořadí, v jakém budou připínáčky odpadávat z vnějších konců tyčí.

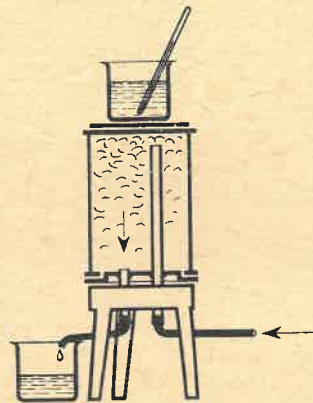


3. Měření množství tepla odevzdaného různým látkám

Položíme-li na trojnožku plechovku na páru, popsanou v kap. II, C 5, str. 35 tak, aby horní část byla otočená dolů, bude nám

sloužit při pokusech s vedením tepla jako ohřívač.

Páru přivádíme dlouhou trubicou a zkon-
denzovaná pára vytéká krátkou trubicou.
Na horní plochu položíme kus lepenky a na ni
postavíme malou plechovku, obsahující



100 cm³ vody a teploměr. Po pěti minutách
odečtete vzrůst teploty a vypočtete množství
tepla odevzdaného vodě. Opakujte pokus se
stejně silnými vrstvami různých látek, např.
kovu, tkaniny, korku atd.

4. Kovy jsou dobrými vodiči tepla

Podržte kus papíru nad plamenem svíčky:
přiblížíte-li jej k plameni, papír zuhelnatí.
Položte na papír kovovou minci a pokus
zopakujte: kov odvede teplo a na papíru
zůstane otisk mince.

5. Vodivost kovu a dřeva

Podobný jev můžeme pozorovat, vložíme-li
dřevěnou tyč do kovové trubky: držíme-li
tyč nad plamenem, nebude hořet. K tomuto
pokusu se hodí dřevěná násadka s kovovým
páskem na jednom konci. Na stejném prin-
cipu je založen jednoduchý pokus s cigare-
tou, kovovou mincí a kapesníkem. Zabalte
minci do kapesníku a látku přidržíte těsně
na minci palcem a ukazováčkem. Přitiskněte
žhavý konec cigarety na kapesník; kapesník
nechytne.

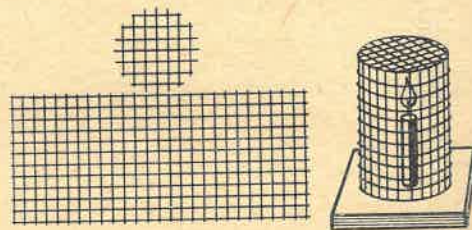
6. Tepelná vodivost kovové sítky

Vložte kus kovové sítky do lihového nebo
plynového plamene. Všimněte si, že plamen

neprojde sítkou, neboť jeho teplo je odvedeno
drátky. Máte-li v místnosti zaveden plyn,
postavte kahan pod trojnožku, na kterou
dáte drátěnou sítku. Pustte plyn a zapalte jej
nad sítkou. Povšimněte si, že plyn bude
hořet pouze nad sítkou. Sítka totiž rozvede
teplo tak, že plyn pod ní nedosáhne zápalné
teploty. Na základě takového pozorování
přišel Humphrey Davy na myšlenku bezpeč-
nostní lampy pro horníky, která zabraňuje
vznícení plynu v dolech.

7. Model Davyho lampy

Od tradičního pokusu založeného na vo-
divosti kovové sítky můžete přejít k impro-
vizaci Davyho lampy. Svíčka z vánočního
stromku, uzavřená do válce z kovové sítky,

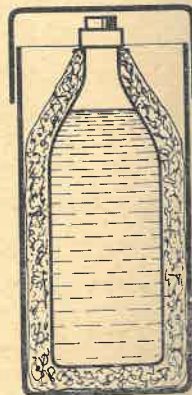


nezapálí proud plynu vypouštěný na ni
z gumové hadice.

Jako podstavec pro svíčku použijeme
špalíček dřeva nebo plastelíny.

8. Jednoduchá termoska

Vezměte plátěný pyt-
lík, volně obepínající
nějakou sklenici, a na-
pěchujte jej zbytky ba-
vlny. Vše umístěte do
lepenkového nebo bam-
busového válce opatře-
ného provázkem na no-
šení. Ačkoli se zde
nejedná o skutečnou ter-
mosku, u níž je vzduch
z prostoru mezi vnitřní
a vnější stěnou vyčerpán, udržuje nápoje
teplé nebo studené po několik hodin.



9. Voda je špatný vodič tepla

Uchopte do ruky konec zkumavky se
studenou vodou. Zahřejte horní část zku-
mavky nad Bunsenovým kahanem, až se
voda začne vařit. Skutečnost, že dolní konec
zkumavky stále můžete držet, ukazuje,
jak špatný vodič tepla je voda.

10. V kapalinách se teplo přenáší prou- děním

Velkou skleněnou nádobu, která se dá
zahřívat, např. skleněný vařič na kávu, na-
plňte vodou. Do vody vložte kousky sacího
papíru nebo trochu dřevěných pilin a nechte
je usadit na dně. Pak začněte nádobu zahřív-
vat lihovým plamenem. Pozorujte dráhy,
po kterých se pohybují kousky papíru.
Sledují tepelné proudy, které se ve vodě
vytvorí.

11. Co vytváří tepelné proudy ve vodě

Naplňte velkou nádobu studenou vodou a
přesně ji zvažte. Pak naplňte nádobu přesně
stejným objemem horké vody a opět zvažte.
Zjistíte, že teplá voda váží méně. Protože urči-
tý objem studené vody je těžší než stejný ob-
jem horké vody, vzniknou při zahřívání vody
proudění, při nichž lehčí teplá voda stoupá
vzhůru. Jinými slovy, horká voda má menší
hustotu než voda studená a to způsobí, že
při zahřívání vznikne v kapalině proudění.

12. Vliv teploty na hustotu vody

Citlivé váhy, popsané na str. 33, můžete
dobře použít k demonstraci změn vztakové
síly, ponoříte-li nějaké těleso jednou do stu-
dené a podruhé do teplé vody. Nahrďte jednu
misku vah klíčem nebo jiným vhodným
kovovým předmětem zavěšeným na jedno
rameno vah. Ponořte předmět do vody a vy-
važte jej. Zvyšujte teplotu vody tím, že do ní
budete vhnět páru. Současně pozorujte,
jak se klíč zdánlivě stává těžším v důsledku
sníženého vztaku. Tento efekt je dobře
patrný, neboť kovy se teplem roztahují
mnohem méně než kapaliny. Kdybyste
chtěli měřit absolutně, museli byste udělat
korekci na roztažnost kovu, nebo byste
mohli použít místo klíče slitinu s malým
koeficientem roztažnosti, jako je např. invar.

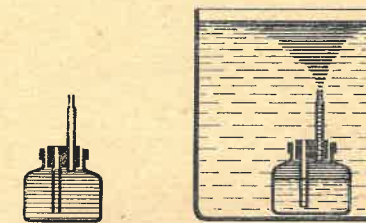
13. Při které teplotě má voda největší hustotu?

Vložte do sklenice s vodou kus ledu.
Uspořádejte dva teploměry tak, aby jeden
měřil teplotu u hladiny, druhý u dna nádoby.
Zpozorujete, že voda ochlazená ledem klesá
ke dnu; to trvá tak dlouho, až voda u dna
dosáhne teploty přibližně 4 °C. Na této
teplotě bude dlouhou dobu, neboť chladnější
voda již zůstává v horní části u ledu. Odtud
můžeme odvodit, že voda při 4 °C je hustší
než při 0 °C.

Toto zvláštní chování vody má velký
praktický význam v přírodě a vysvětluje,
proč rybník zamrzá od hladiny dolů, za-
tímco teplota u dna zřídka klesne pod 4 °C.

14. Jiný způsob demonstrace tepelných proudů ve vodě

Do lahvičky od inkoustu zasaďte korko-
vou zátku se dvěma trubičkami, jak je zná-
orně na obrázku. Jednu trubičku vy-
táhněte do kapiláry, jako je např. kapátko
na léky. Tuto trubičku zasuňte do korkové
zátky tak, aby dovnitř přesahovala jen málo,
ale vně aby vyčnívala asi 5 cm. Druhou tru-



bičku zasuňte tak, aby horním koncem splý-
vala se zátkou a dolním koncem dosahovala
až ke dnu. Naplňte lahvičku velmi horkou
vodou, silně zabarvenou inkoustem.

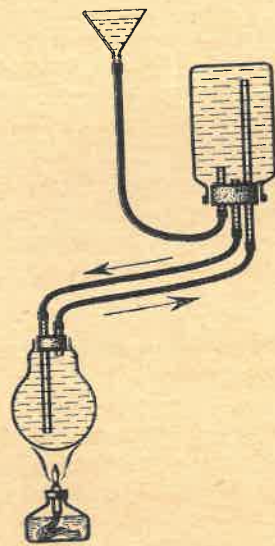
Pak velkou skleněnou nádobu, např.
od akumulátorové baterie, naplňte vodou,
opláchněte lahvičku a rychle ji ponořte
na dno velké nádoby. Pozorujte, co se bude
dít. Umíte to vysvětlit?

15. Jak si vyrobíte model teplovodního topení

Opatřete si baňku, širokohrdlou láhev
a nálevku. Láhev uzavřete korkovou zátkou

se třemi skleněnými trubičkami, uspořádanými podle obrázku.

Baňku uzavřete zátkou se dvěma skleněnými trubičkami, z nichž jedna vyčnívá ze zátky jen málo, zatímco druhá sahá téměř ke dnu. Připevněte nálevku, jak je znázorněno



na obrázku. Ta slouží jako expanzní nádoba. Naplňte celý systém vodou a zahřívejte. Dávejte pozor, která část radiátoru se zahřívá nejdříve. Umíte vysvětlit, jak voda cirkuluje působením tepelných proudů?

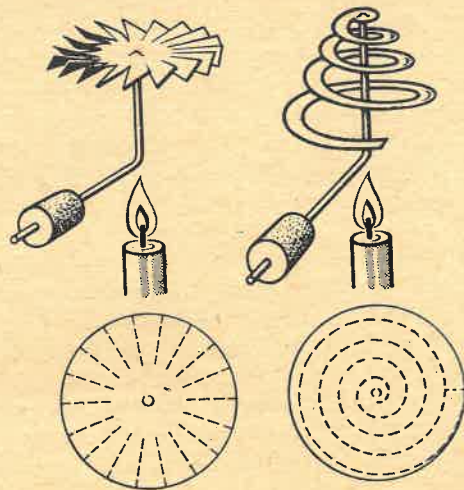
16. Tepelné proudy ve vzduchu

Po obvodu kruhového kotouče z umělé hmoty nebo z tenkého plechu, např. z víčka od krabičky na tabák nebo z plechovky na kávu, nastříhejte zuby a umístěte jej otočně na ohnuté pletací jehlici. Držte jej nad plamenem svíčky — kotouč se bude rychle otáčet. Podobné se bude na jehlici otáčet i papírová spirála.

Rozžhaveným ocelovým drátem se dotkněte tuhého lihu. Lihové páry, které vzniknou, budou ihned znovu tuhnout; v místnosti začne „sněžit“. Krystalky tuhého lihu se po místnosti rozptýlí tepelnými vzdušnými proudy a průvanem.

Jiným způsobem můžete demonstrovat vzdušné proudy tím, že využijete rozdílu v indexech lomu teplého a studeného vzduchu. Automobilová 12voltová žárovka bez

reflektoru bude vrhat „stíny“ tepelných proudů, vytvořených elektrickým vařičem nebo obyčejnou žárovkou.



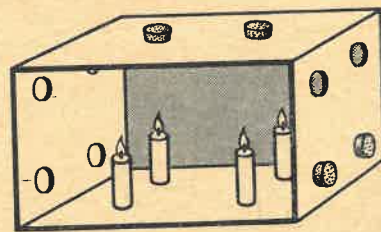
Viz také kap. VIII, pokus B 6, str. 90.

17. Jak tepelné proudy vytvářejí vítr

Viz kap. VIII, pokus B 6, str. 90.

18. Tepelné proudy a ventilace

K tomuto pokusu použijte krabici, kterou jste užívali při studiu větru v kap. VIII, pokus B 5 str. 90. Na každé boční stěně vyvrtejte čtyři otvory, dva nahoře a dva dole. Do každého otvoru dejte korkovou zátku, včetně otvorů na horní stěně, kde při jiných



pokusech byly komíny. Otvory v protilehlých stěnách představují okna, která mohou být uzavřena nebo otevřena, jak dole, tak nahoře. Vložte do krabice čtyři svíčky a zápalky. Nyní jste připraveni ke studiu nejlepších podmínek pro ventilaci. Uzavřete všechna „okna“ a chvíli pozorujte svíčky. Pak vyzkoušejte různé kombinace odkrytých

otvorů. Otevřete jeden otvor nahoře, druhý dole. Horní nechte otevřen a odkryjte jiný otvor dole. Nyní otevřete oba horní otvory. Odkryjte nejprve jeden dolní otvor, pak oba. Odkryjte pouze jeden nahoře. Jaká kombinace otevřených otvorů dává nejlepší ventilaci?

19. Teplu se šíří sáláním (radiací)

V předchozích pokusech jste viděli, že se teplo může šířit látkami ve skupenství tuhém, kapalném a plynném. Teplo se však také může šířit ve formě vlnění, a to i ve vakuu. Tento druh šíření tepla se nazývá sálání (radiace). Sáláním se teplo přenáší téměř okamžitě. Držte ruku pod nerozsvícenou elektrickou žárovkou nahoru. Zapněte elektrický proud. Pocítíte teplo téměř okamžitě, jakmile jste rozsvítili žárovku? Teplo se nemohlo dostat k ruce vedením, neboť vzduch je velmi špatným vodičem tepla. Nemohlo se k ní dostat ani prouděním, neboť to dokonce odvádí teplo směrem vzhůru od ruky. Dostalo se na ni sáláním pomocí velmi krátkých vln. Sáláním se teplo šíří všemi směry od zdroje.

20. Sálající tepelné vlny mohou být soustředovány

Prostřednictvím lupy soustřeďte sluneční paprsky na chomáček hedvábného papíru. Za chvíli zjistíte, že se papír vznítil účinkem soustředěných tepelných paprsků. Pokus opakujte s papírem začerněným tuší nebo sazemí. Vznítí se snadněji než v prvním případě?

21. Sálající tepelné vlny se mohou odrážet

Zapamatujte si vzdálenost lupy od papíru z předchozího pokusu. Asi do poloviny této vzdálenosti vložte skloněné zrcátko. Zkuste rukou vyhledat bod, ve kterém se tepelné vlny soustřeďují. V tomto místě pak držte zmačkaný hedvábný papír a pozorujte, jestli se vznítí.

22. Povrch těles ovlivňuje sálání

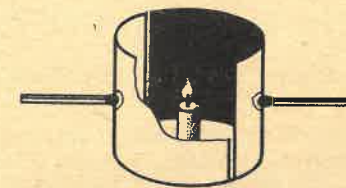
Opatřete si tři plechovky stejné velikosti. Jednu z nich natřete uvnitř i vně bílou bar-

vou, druhou natřete barvou černou; třetí nechte lesklou. Všechny tři plechovky naplňte ohřátou, stejně teplou vodou a poznamenejte si teploty. Každou plechovku zakryjte lepenkovým víčkem, postavte na ták a položte na chladné místo. V pětiminutových intervalech zaznamenávejte teploty vody v každé plechovce. Zpozorovali jste rozdíly v rychlostech ochlazování? Který povrch byl nejlepším zářičem tepla? Který byl nejhorší?

Nyní naplňte plechovky velmi studenou vodou, poznamenejte si teploty, zakryjte plechovky a postavte je na teplé místo nebo na slunce. Zaznamenávejte teplotu v pětiminutových intervalech. Který povrch nejlépe absorbuje teplo? Který nejhůře?

23. Jiná ukázka, jak povrchy těles ovlivňují sálání

Na opačných stranách válcové plechovky vystříhnete dvě svislé štěrbinny tak, aby povrch plechovky byl rozdělen na dvě části. Začerněte jednu část plechovky, druhou ponechte lesklou. Přesně doprostřed plechovky postavte rozžatou svíčku.



Rozdíl teplot obou povrchů můžeme snadno zjistit dotekem prstů.

Jako indikátor můžeme rovněž použít zápalky připevněné na vnější povrch voskem: zápalka připevněná na povrchu začerněné části odpadne první.

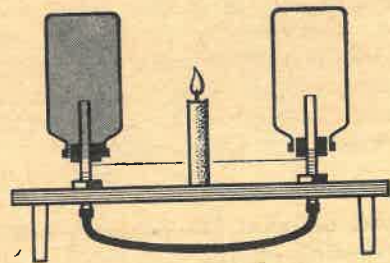
V jiném pokusu můžeme použít jako zdroj tepla váleček svinutý z jemného drátěného pletiva a nasazený na horní část Bunsenova kahanu; jako detektor záření použijeme začerněné teploměry.

24. Jednoduchý termoskop

K sestavení tohoto přístroje můžeme použít láhve nebo baňky. Tento přístroj pracuje spolehlivě nejen se svíčkou, jak je znázor-

něno na obrázku, ale dá se použít i při jiných pokusech, např. s Leslieho krychlí.

Nasaďte do obou baněk korkové zátky se skleněnými trubičkami asi 15 cm dlouhými. Prostrčte spodní konce trubiček plochými korkovými zátkami. Do vhodného podstavce ve vzdálenosti asi 22 cm vyvrtejte dva otvory, kterými budou procházet skleněné trubičky nesoucí baňky. Otevřené konce



trubiček spojte gumovou hadicí. Sejměte jednu baňku a druhou začerněte nad plamenem svíčky. Nalijte do spojovací hadice nějakou kapalinu tak, aby její hladina sahala asi do výše 7,5 cm nad základnu. Nasaďte

opět začerněnou baňku a trubičku nastavte tak, aby se hladiny vyrovnaly. Postavte svíčku do stejné vzdálenosti od žárovek, zapalte ji a pozorujte výsledek.

25. Jak můžete snížit tepelné ztráty

Opatřete si čtyři stejně velké větší a čtyři stejně velké menší plechovky. Vložte tři menší plechovky do tří větších plechovek a prostor mezi nimi vyplňte izolačním materiálem. Jednu dvojici zaplňte kousky novinového papíru, druhou pilinami, třetí drceným korkem (můžete nahradit i jiným vhodným izolačním materiálem).

Čtvrtou malou plechovku postavte dovnitř velké na dvě korkové zátky. Na každou plechovku dejte lepenkové víčko s otvorem pro teploměr. Nyní naplňte každou malou plechovku do stejné výšky vařící se vodou. Poznamenejte si teplotu vody v každé plechovce. Odečítejte teplotu vody v každé plechovce v pětiminutových intervalech a podle rychlosti ochlazování určete nejlepší tepelný izolátor.

D. TÁNÍ A VAR

1. Pozorujeme vařící se kapalinu

Opatřete si velkou nádobu ze skla, která snese zahřívání, nebo velkou plechovku od konzervy. Naplňte nádobu studenou vodou a postavte ji nad plamen. Ponechte ji tam, až voda začne vřít. Nejprve budete pozorovat, jak se z vody oddělují vzduchové bublinky, které jsou v ní rozpuštěny, a jak stoupají k hladině. Když se teplota vody bude blížit bodu varu, začnou se vytvářet bublinky páry, ale velmi rychle se zase budou ztrácet. Teprve když voda dosáhne teploty varu, budou se vytvářet na dně bublinky, které před svým zánikem vystoupí až na hladinu. Jsou to vodní páry, které se při varu vytvářejí uvnitř celé kapaliny, nejen na povrchu, jak je tomu při vypařování.

2. Uvařte si vodu v papíru

Z hladkého papíru, buď balicího nebo kancelářského, si udělejte čtvercovou krabici o straně asi 5 cm tím, že zahnete a sešpendlíte

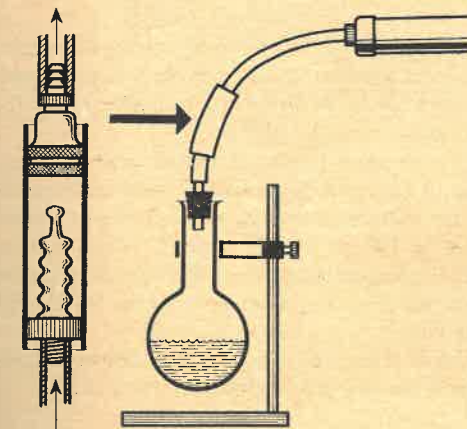
rohy. Naplňte krabičku asi do poloviny vodou a postavte nad plamen hořáku. Podaří se vám snadno přivést vodu do varu, aniž by papír shořel. Papír předává teplo plameni vodě a nechytne, protože jeho zápalná teplota je vyšší, než je teplota varu vody (100 °C).

3. Vodu můžeme uvést do varu tím, že ji ochladíme

Z baňky s těsně doléhající zátkou odstraňte zátku a o něco víc než polovinu baňky naplňte teplou vodou. Zahřejte vodu nad plamenem k bodu varu. Zazátkujte pevně baňku a nad výlevkou ji otočte dnem nahoru. Polijte baňku studenou vodou; voda v baňce opět začne vřít. Položte na baňku kousek ledu. Chlazením se sráží vodní pára nad vodou a snižuje tlak v baňce. Jakmile tlak klesne, voda začne vřít při nižší teplotě. Tento pokus vysvětluje, proč ve vyšších polohách musíme vše vařit tak dlouho.

4. Snížením tlaku přivedeme éter do varu

Do skleněné lahvičky nebo baňky s korkovou zátkou a s trubičkou vlejte asi do výšky 2,5 cm éter a nasypete trochu skleněných kuliček nebo písku. Zazátkujte baňku a ke skleněné trubičce připojte gumovou hadičkou ventil, jaký se např. používá



u hustilek k fotbalovému míči. Na ventil nasaďte gumovou trubku a k jejímu druhému konci připojte nástavec pumpičky, u které jste obrátili těsnění. Upevněte baňku do stojánku tak, aby se kapalina dala snadno pozorovat. Po několika rychlých zdvích pumpičky éter začne bouřlivě vřít.

5. Při vypařování odnímají kapaliny svému okolí teplo

Sestavte vzduchový teploměr podle pokusu B 2, str. 140. Baňku teploměru potřete líhem. Co pozorujete? Odkud odebral líh teplo, potřebné k jeho odpaření? Opakujte pokus s tetrachlórem nebo s éterem.

6. Zmrazování pomocí rychlého odpařování éteru

Vyřízněte nožem do prkénka z měkkého dřeva mělkou prohlubeninu. Na gumovou hadičku od pumpičky ke kolu nasaďte skleněnou trubičku. Do prohlubeniny v prkénku nalijte trochu vody a do ní postavte plechovku. Do plechovky nalijte trochu éteru a pumpičkou prohánějte éterem vzduch.

Jakmile se éter začne vypařovat, odebírá teplo vodě a ta bude zamrzat. Zanedlouho přimrzne plechovka k dřevěnému prkénku.

7. Ochlazovací účinky suchého větru

Vezměte dva stejné teploměry a baňku jednoho z nich zabalte do kusu mokré látky. Dejte je do místa, kde není průvan, a vyčkejte, až budou ukazovat stejnou teplotu. Nyní je umístěte na okenní rám, kde proudí vzduch. Uvidíte, že teploměr s vlhkou baňkou ukazuje mnohem nižší teplotu. Je to způsobeno tím, že vypařující se voda odebírá baňce teploměru teplo. Proud vzduchu podporuje vypařování, protože přivádí k teploměru stále suchý vzduch. S tímto jevem se běžně setkáváme v každodenním životě: odpařování potu z lidského těla v horkých a větrných dnech je velmi osvěžující.

8. Jak teplo mění tuhé látky v kapaliny

Vzorky látek, např. olova, pájky, ledu, pečeti vosku, parafínu, dejte do oddělených nádobek, které můžete zahřívát. Vhodné jsou malé plechovky nebo víčka. Snažte se při těchto pokusech zjistit poměrné množství tepla potřebné k tání dané látky.

9. Zmrazení vody pomocí ledu a soli

Roztlučte kus ledu na malé kousky a nasypete do tenké vrstvy na dno velké plechovky; tuto vrstvu posypete kuchyňskou solí a na ni dávejte střídavě další vrstvy ledu a soli. Do malé plechovky nalejte trochu vody a vložte ji do velké plechovky. Pak doplňte velkou plechovku střídavě vrstvami ledu a soli. Dobu, za kterou voda v malé plechovce zmrazne, porovnejte s dobou, za kterou zmrazne stejné množství vody v malé plechovce, je-li ve velké plechovce pouze led.

10. Voda se při zamrznání roztahuje

Malou kovovou nádobu se šroubovým uzávěrem naplňte vrchovatě vodou a zašroubujte uzávěr, aby v nádobě nezůstal vzduch. Ponořte tuto nádobku s vodou do směsi ledu a soli a ponechte ji tam, až voda zmrazne. Výsledek bude zajímavý.

11. Když látky tají, pohlcují teplo

Naplňte malou nádobu roztlučeným ledem a teploměrem změřte teplotu. Nádobu pak postavte nad plamen a pozorujte teplotu do doby, než všechny led roztaje. Kdy začne teplota stoupat? Proč nestoupala po určité době? Co se stalo s touto tepelnou energií?

12. Tání způsobené tlakem a opětné zamrzání

Tlačíme-li na led, snižujeme jeho bod tání. To je důvod, proč se brusle snadno pohybují po ledě. Uchopte do každé ruky krychličku ledu a stlačte je k sobě nad kusem papíru. Dokážete z ledu tlakem vytlačit vodu? Stlačte silou dvě ledové krychličky k sobě a pak tlak uvolněte. Snažte se krychličky oddělit. Budou držet u sebe, neboť voda opět zamrzla, jakmile přestal působit tlak.

13. Určení měrného skupenského tepla varu vody

Rychlost, jakou předává plamen teplo 100 g vody v plechovce, můžeme určit z grafu, v němž vynášíme teplotu vody v pravidelných časových intervalech.

Jakmile voda začne vřít, její teplota se nezvyšuje, i když rychlost dodávání tepla je stejná. Zanedbáme-li úbytek vody vypařením před tím, než voda začala vřít, můžeme určit z doby potřebné k úplnému vyvaření 100 g vody (tj. až v plechovce žádná voda nezůstane), celkové spotřebované množství tepla.

14. Určení měrného skupenského tepla kondenzace páry

Měrné skupenské teplo kondenzace páry lze určit pomocí těžké duté kovové nádoby, kterou použijete jako kondenzor. Pro hrubý odhad můžete použít čajovou konvici.

Množství vody zkondenzované v čajové konvici, kterou prochází vodní pára z nějakého kotle, závisí na tepelné kapacitě této konvice.

Použijete-li např. mosazný kryt ložiska, musíte jej opatřit zátkou se vstupní a výstupní trubičkou. Zavedete-li do nádoby páru, začne z ní unikat až po určité době,

neboť se nejprve sráží na chladných stěnách kovové nádoby. Prochází-li pára nádobou po několik minut, a kov je tudíž zahřát na 100 °C, zastavíte přívod páry. Množství zkondenzované páry se zjistí pomocí odměrného válce. Znáte-li měrné teplo kovu, jeho hmotnost a počáteční teplotu, můžete vypočítat teplo uvolněné kondenzací páry.

15. Měrné skupenské teplo tání ledu

Hrubý odhad měrného skupenského tepla tání ledu můžete získat tím, že změříte, jaké množství ledu se rozpustí, ponoříte-li do ledové tříště zahřáté těleso.

Zvažte tuhé těleso, u něhož znáte měrné teplo, a zahřejte je na 100 °C tak, že je zavěsíte na kousek provázku a ponoříte do vařící se vody. Pak je rychle přeneste do nálevky, v níž je rozmělněný led, a shromážděte vodu, která roztála, ve zkumavce nebo v odměrném válci.

Vypočtete teplo odevzdané tělesem tajícímu ledu při jeho ochlazení na 0 °C.

16. Určení měrného tepla kovu pomocí čajové konvice

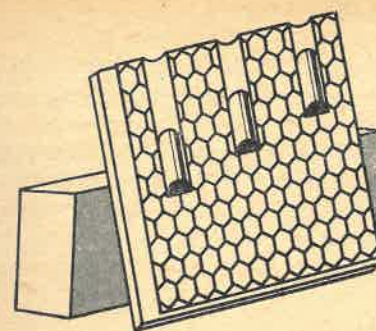
Do zvažené čajové konvice, která má pokojovou teplotu, nalijte vařící se vodu. Teplota se ustálí přibližně na 96 °C. Jakmile voda vychladne, změřte její hmotnost odměrným válcem. Za předpokladu, že nastaly žádné ztráty tepla do okolí, můžete vypočítat měrné teplo materiálu, z něhož je konvice zhotovena.

Tento pokus může sloužit jako úvod ke studiu měrného tepla, nebo jej můžete použít k vyšetřování kvality různých materiálů použitých při výrobě čajových konvic.

17. Porovnání měrných tepel

Abyste mohli porovnat měrná tepla různých kovů, připravte si od každého kovu váleček o stejné hmotnosti. Zahřejte je na teplotu vařící se vody a přeneste je na téměř vertikální nakloněnou rovinu, tvořenou dřevěnou destičkou, na jejíž čelní stěně je pomocí korkových zátek připevněna plástek z včelího vosku.

Válečky budou klouzat po nakloněné rovině a budou přitom za sebou zanechávat

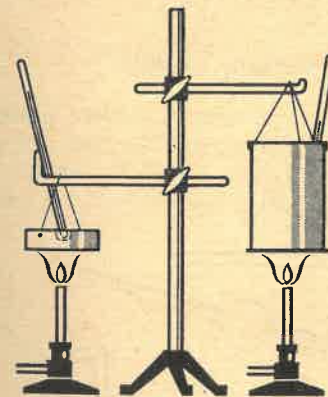


roztavené voskové stopy, jejichž délka bude záviset na měrném teple použitého kovu.

18. Měření měrného tepla

Kus kovu (např. 100 g oceli) a plechovku obsahující 100 g vody zavěste nad stejný lihový kahany, jak je znázorněno na obrázku (můžete rovněž použít malý plamen Bunsenova hořáku).

V kusu oceli vyvrtejte otvor, do něhož by se dal volně vložit teploměr; do plechovky s vodou vložte rovněž teploměr, který bude zároveň míchadlem.



Dá se předpokládat, že kahany dodávají teplo stejně rychle a zahřívají tělesa stejnou dobu.

Oba kahany odstraňte, jakmile teplota oceli dosáhne 80 °C; tepelnou setrvačností pak asi teplota stejně převyšší 100 °C. Vliv měrného tepla je zdůrazněn překvapujícím rozdílem v teplotách.

Protože 1 g vody absorbuje při vzrůstu teploty o 1 °C jednu kalorii, je celkové teplo dodané jak vodě, tak oceli (100krát vzrůst teploty vody) a teplo dodané oceli je (100krát e krát vzrůst teploty oceli), takže měrné teplo oceli e je

$$e = \frac{\text{vzrůst teploty vody}}{\text{vzrůst teploty oceli}}$$

19. Určení měrného tepla látky pomocí dutého tělesa

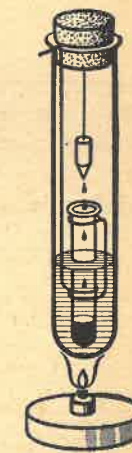
Podobný pokus jako s čajovou konvicí můžete provádět s jakýmkoli dutým tělesem, např. s mosazným krytem ložiska nebo spojku na ocelovou trubku. Tepelné ztráty můžete snížit, pokryjete-li tyto nádoby nějakou látkou. Postupujte stejně jako dříve: do nádoby nalijte vařící se vodu. Konečná ustálená teplota bude mnohem nižší než v pokusu s čajovou konvicí.

Váží-li např. mosazný předmět 1 kg, bude konečná teplota kolem 60 °C.

20. Jednoduchý kalorimetr na měření měrného skupenského tepla

V tomto zařízení kondenzují páry tetrachlóretylénu, který má malé měrné skupenské teplo, na nějaké tuhé látce (např. na mědi nebo hliníku), která je v párách zavěšena. Zkapalněné páry zachycujeme v malé kalibrované zkumavce. Jakmile přestanou páry kondenzovat, tj. když kov dosáhne teploty par tetrachlóretylénu, změřte shromážděnou kapalinu.

Velká zkumavka je asi 20 cm dlouhá s průměrem 4 cm; sběrnou zkumavku získáte ze skleněné trubky od léků, kterou zavěsíte na drátěný držák. Kovové tělíčko v dolní části zašpičatíte, aby kapalina snadno stékala do zkumavky.



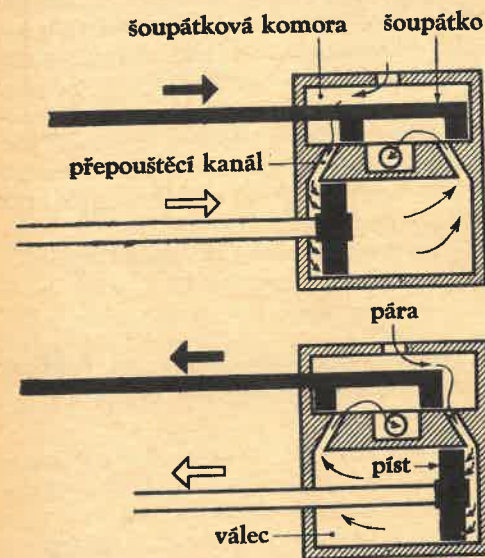
E. TEPELNÉ STROJE

1. Tlak páry

Do malé plechovky s těsnicí zátkou (nikoli se šroubovacím víčkem) nalejte trochu vody, plechovku uzavřete těsně víčkem, postavte nad plamen a ustupte. Za chvíli uvidíte účinky expanzní síly páry.

2. Jak pracuje parní stroj

Nakreslete na tabuli schéma válce (o délce asi 60 cm) podle připojeného obrázku. Píst



a šoupátko vystříhnete z lepenky. Žáci pohybují pístem a šoupátkem na nákresu tak, jako kdyby parní stroj běžel.

3. Jak si uděláte historickou parní hračku



Heron, vědec z Alexandrie ve starém Egyptě, sestrojil hračku poháněnou párou a nazval ji „větrná koule“. Takovou hračku si můžete zhotovit i vy. Na opačných stranách bočních stěn plechovky s dobře těsnícím víčkem o obsahu asi půl litru udělejte dva otvory a do nich zasuňte dvě zátky opa-

třené otvorem. Ohněte skleněné trubičky podle obrázku a na konci je vytažením zúžete do trysky. Pak trubičky zasuňte do otvorů v zátkách tak, aby ohnuté části směřovaly na opačné strany. K zátkám přivažte provázek a zavěste na očko nebo háček. Do plechovky nalijte asi do výše 3 cm vodu, pevně uzavřete víčko a pod plechovku postavte kahan.

4. Jak si uděláte model parní turbíny

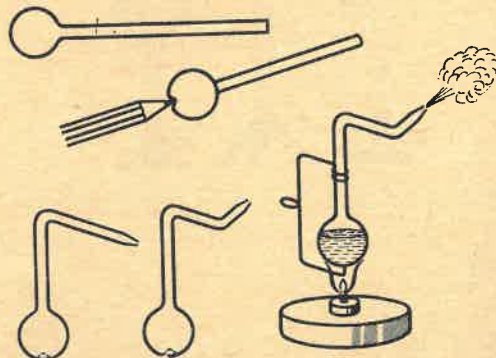
Model turbíny můžete zhotovit z plechovky, na níž je nasazeno lopatkové kolo. Lopatky vyrobíte z kruhového plechového kotouče, do něhož vyříznete v radiálním směru zářezy a listy patřičně natočíte.

Jako hřídele použijete kus pletacího drátu a ložisko zhotovíte z pásky plechu ohnutého do tvaru U a připájeného na víčko plechovky. Proti lopatkám udělejte ve víčku otvor pro tryskající páru.



5. Model turbíny ze skla

Ke zhotovení tohoto modelu potřebujete praxi v práci se sklem. Zatavte nad plamenem jeden konec skleněné trubičky a vyfoukněte baňku o průměru asi 1,5 cm.

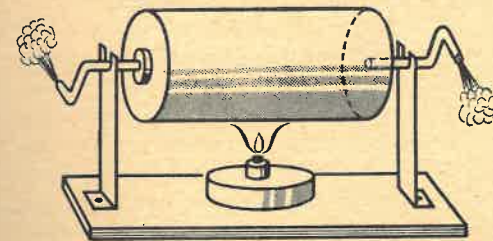


Zahřejte dno baňky, až sklo změkne, a tužkou udělejte v baňce důlek. Tento důlek bude spodním ložiskem turbíny. Horní část trubičky zahněte dvakrát do pravého úhlu a konec vytáhněte do zúžené trysky.

Naplňte baňku asi do poloviny vodou tak, že ji zahřejete a pak ponoříte její otevřený konec pod hladinu do sklenice s vodou. Z drátu pak udělejte podle obrázku drátěný rámeček na zachycení turbíny.

6. Tepelný stroj z plechovky od leštidla

Plechovka leží ve vodorovné poloze na dvou měděných trubičkách, které slouží jako



výstupní trysky. Trubičky jsou připájeny uprostřed dna a víčka plechovky. Plechovka je zčásti naplněna vodou a stojí na dvou ocelových vidlicích přišroubovaných k dřevěnému podstavci.

7. Jak si uděláme pneumtické zažehovadlo

K tomuto pokusu se obvykle jako materiál doporučuje hubka; není-li však dokonale suchá, nevznítí se. Při teplotách, které se vytvoří při stlačení, snadno se vznítí bavlna ponořená do sirouhlíku, do něhož byly přidány stopy fosforu.

Je mnohem názornější, můžete-li použít pneumtické zažehovadlo skleněné. Přizpůsobte do tlusté trubky dobrý píst (např. píst z pumpičky ke kolu), uhoďte silně drždlem pístu o lavici nebo stůl – v okamžiku, kdy se hubka vznítí, uvidíte modrý záblesk.

Jako ochranný obal můžete použít kus ocelové trubky s výřezem, pokus však není vůbec nebezpečný.



Magnetismus

1. Přírodní magnety

Magnetická železná ruda (magnetovec) se vyskytuje v mnoha zemích světa. Není-li volně ve vašem okolí, dostanete ji levně v obchodě. Je to přírodní magnet. Na list bílého papíru nasypete trochu ocelových pilin nebo malé kousky ocelové vlny a pozorujte, jak je magnetovec přitahuje. Pokuste se zvednout těžší ocelové předměty, jako jsou sponky na papír nebo příchytky na koberce. Položte kus magnetovce vedle kompasu a pozorujte účinky. Ovlivňují všechny části magnetovce kompas stejným způsobem?

2. Jak si opatříte umělé magnety

Silné umělé magnety ke studiu magnetismu můžete získat ze starých rozhlasových reproduktorů, telefonních sluchátek a rychloměrů od auta. Magnety můžete také koupit v obchodech s technickými nebo laboratorními potřebami. Umělé magnety se vyrábějí v mnoha tvarech, např. jako podkovy nebo ve tvaru U, nebo jako přímé tyčové magnety.

3. Jak zmagnetujete ocelovou tyč

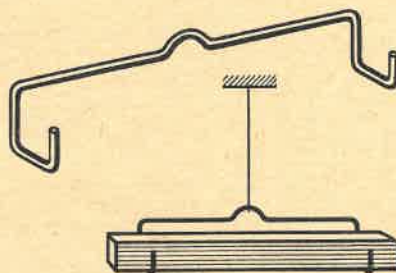
Kus magnetovce nebo jiný magnet použijete k zmagnetování ocelové jehlice, látačí jehly, kusu péra z hodin. Po tyči, kterou chcete zmagnetovat, suňte několikrát za sebou jeden pól trvalého magnetu po celé její délce stále stejným směrem. Chcete-li si udělat tyčový magnet s opačnými póly na koncích, použijte umělý magnet. Nasadte jeden pól magnetu doprostřed tyče a táhněte k jednomu konci. Po několika tazích otočte tyč a druhým pólem magnetu opakujte stejný postup. Výsledky si zkontrolujte pomocí ocelových pilin nebo tím, že se tyč přibližujete k magnetce kompasu.

4. Jak si uděláte tyčový magnet

Opatříte si ploché kusy tvrdé oceli, např. listy od pilky na kov nebo staré dláto. Rovněž kusy ocelového péra od hodin jsou vhodné. Rozřežte tyto ocelové pásky na 15cm kusy a opačné konce každého kusu potřete nesouhlasnými póly magnetu, jak je popsáno v pokusu 3. Zkontrolujte každý tyčový magnet kompasem. Opačné konce tyčového magnetu musí působit na kompas rozdílným způsobem. Tvrdá ocel se často dá jen velmi těžko zmagnetovat. Položte ocelovou tyč na stůl a jedním pólem magnetu se přibližujte k jednomu jejímu konci, podobně jako když jste magnetovali taháním od středu ke kraji.

5. Jak si uděláte otočnou kolébku pro studium magnetismu

Kus tlustého drátu, např. z věšáku na šaty, ohněte do tvaru znázorněného na obrázku. Vzdálenost mezi dvěma háky na



koncích musí být dostatečně malá, aby se do nich vešel váš nejmenší tyčový magnet.

Zavěste tuto kolébku tenkým měděným drátkem nebo silonovým vlascem na obyčejný háček nebo na jiný vhodný věšák. Do kolébky vložte tyčový magnet a přibližujte se k němu jinými magnety.

6. Koncentrace magnetismu v magnetu

Vysypte větší množství ocelových pilin na list papíru a převalujte tyčový magnet v těchto pilinách. Všimněte si, že většina pilin se přichytí poblíž konců tyče. Místa na magnetu, v nichž je magnetismus nejvíce soustředěn, se nazývají magnetické póly. Zopakujte pokus s magnety jiných tvarů.

7. Určení průběhu magnetismu podél tyčového magnetu pomocí pružinových vah

Položte tyčový magnet na kus čtverečkového papíru. Ohnutý hřebík z měkké oceli

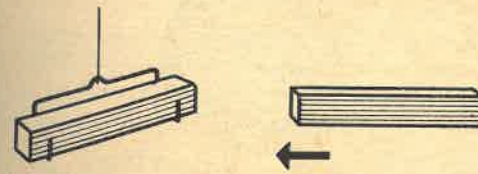


zavěste na hák pružinových vah a ve vzdálenostech asi po 2,5 cm podél tyče zkoušejte přitažlivou sílu magnetu. Místo hřebíků můžete přímo použít hák pružinových vah, musíte však dát pozor, aby se nestal trvalým magnetem.

Údaje pružinových vah o síle, potřebné k odtržení hřebíku od magnetu, vyneste do grafu v závislosti na vzdálenosti od jednoho konce magnetu. Je magnet „nejméně silnější“ na krajích?

8. Působí magnety v prostoru?

Zavěste tyčový magnet do kolébky popsané v pokusu 5. K zavěšenému magnetu přiblí-



žte jiné magnety a na základě pozorování odpovězte na otázku položenou v záhlaví tohoto pokusu.

9. Jsou účinky pólů magnetu stejné?

Použijte stejné pomůcky jako v pokusu 8. Jeden konec zavěšeného magnetu označte

kouskem křídý nebo papírem. Nyní k označenému konci přibližujte jeden konec jiného magnetu. Pak magnet v ruce otočte a přibližujte k označenému konci zavěšeného magnetu opačný pól. Chová se stejně? Jak vysvětlíte vzájemné působení pólů magnetů v prvním a ve druhém případě?

10. Pravidlo o vzájemném silovém působení pólů magnetů

Použijte opět stejné pomůcky jako v pokusu 8. Střelkou od kompasu zkontrolujte své magnety a označte si vždy ten pól magnetu, který odpuzuje severní pól magnetické střelky a přitahuje jižní pól. Tímto způsobem jste určili a označili severní póly magnetů. Jižní póly magnetů by měly odpuzovat jižní pól magnetické střelky a přitahovat severní pól. Přesvědčte se o tom.

Zavěste jeden z označených magnetů do otočné kolébky. Přibližujte se severním pólem nějakého magnetu k severnímu pólu zavěšeného magnetu. Pozorujete přitahování, nebo odpuzování? Přibližujte k sobě jižní póly obou magnetů. Co pozorujete? Přibližujte se severním pólem magnetu, který držíte v ruce, k jižnímu pólu zavěšeného magnetu. Co pozorujete? Přibližujte se jižním pólem k severnímu pólu zavěšeného magnetu. Co pozorujete? Co můžete říci o souhlasných a nesouhlasných magnetických pólech?

11. Jak si uděláte jednoduché magnetické střelky?

Zmagnetujte kus ocelového proužku nebo péro od hodin trvalým magnetem. Abyste jej upravili na magnetickou střelku, musíte jej opatřit oporou a zajistit co nejmenší tření. Toho můžete dosáhnout několika způsoby. Plamenem uzavřete na jednom konci krátkou (asi 2 cm) skleněnou trubičku. Nasadte ji pak na špendlík prostrčený kusem dřeva nebo korku. K trubičce připevněte pečutním voskem zmagnetovaný ocelový proužek a trubičku nasadte na špendlík tak, aby se mohla volně otáčet.



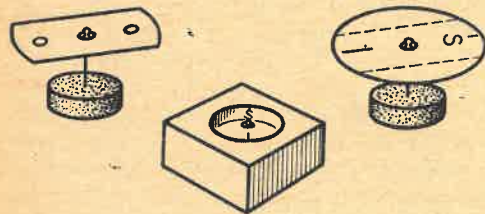
Také kovovou podložku ze starého, látkou potaženého knoflíku můžete použít k zavěšení magnetické strelky. Zmagnetovanou tyč upevněte plechovými výstupky a vypuklou kovovou část knoflíku položte na kus skla nebo na jinou hladkou plochu.

Jinou jednoduchou magnetickou strelku si můžete udělat ze dvou zmagnetovaných jehel, které prostrčíte otvory velké patentky. Patentku nasadíte na hrot další jehly, zabodnuté do korku, a polohu jehel v patentce upravíte tak, aby byly v rovnováze ve vodorovném směru.

Malou patentku musíte při prostrkávání jehel otvory uchopit do kleští.

12. Kompas ze žiletky

Zmagnetujte tyčovým magnetem žiletku. Do středního otvoru připevněte patentku nebo zatavenou skleněnou trubičku. Na žiletku přilepte kotouč z kladívkového papíru a takto zhotovenou magnetickou strelku na-

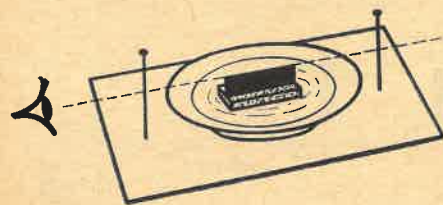


saďte na špendlík zapíchnutý do korkové zátky. Na horní ploše kotouče označte sever. Uložte kompas do lepenkové krabičky opatřené na horní ploše kruhovým celofánovým okénkem.

13. Určení zemských magnetických pólů

V talíři s vodou nechte plavat kus plochého korku s rozměry přibližně 10 × 3 cm.

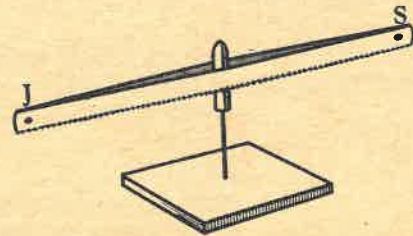
Zmagnetujte kousek listu z pilky na kov a připevněte jej rovnoběžně s delší stranou korku tak, aby zuby směřovaly dolů. Když



se plovák uklidní, vytyčte pomocí dvou velkých špendlíků směr horní hrany listu. Příímka spojující zapíchnuté špendlíky naznačuje průběh magnetického poledníku.

14. Demonstrační magnetická strelka

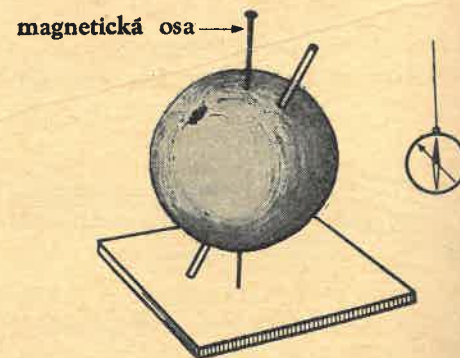
Snýtujte na koncích dohromady dva listy pilky na kov a zmagnetujte je. Jako podpěrné ložisko použijte kus zatavené skleněné trubičky. Zasuňte je doprostřed mezi listy a vyrovnejte na svislém pletacím drátu, zasaze-



ném do kusu dřeva. Skleněnou trubku připevněte v rovnovážné poloze pečutním voskem nebo lepidlem. Na koncích listů udělejte z drátu písmena označující sever S a jih J.

15. Model k demonstraci zemského magnetismu

Míč nebo kulaté jablko můžete použít k znázornění zeměkoule. Nasuňte je na dřevěnou špejli, skloněnou šikmo k základně. Špejle bude představovat osu zemské rotace.

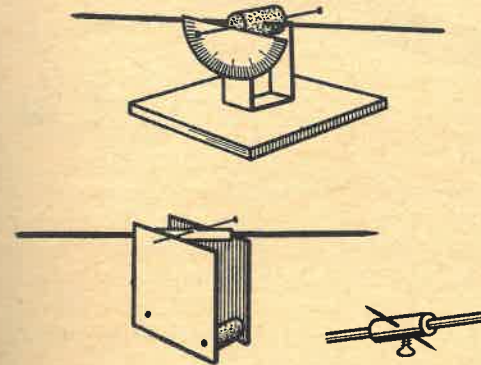


„Zeměkouli“ prostrčte zmagnetovaný pletací drát, který bude představovat zemskou magnetickou osu.

Prozkoumejte toto magnetické pole malým kompasem.

16. Jak si uděláme inkliniční magnetku

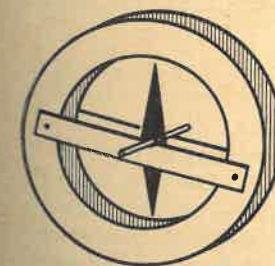
Prostrčte pletací drát korkovou zátkou kolmo k ose zátky. Vyrovnejte jej ve vodorovné poloze na kousku mosazného pásku ve tvaru U, přičemž jako osu použijete dva špendlíky. Sejměte toto vahadlo ze závěsu a zmagnetujte pletací drát, aniž byste pohnuli korkem. Umístěte-li vše zpět na mosazné podpěry, jeden konec bude zemským magnetismem přitahován dolů. Pomocí úhlooměru můžete změřit tento úhel inklinace.



Zmagnetovanou jehlu můžete také zavěsit jiným způsobem tak, že kouskem trubičky od ventilku ke kolu prostrčíte špendlík jako osu otáčení. Podpěrné „břity“ získáte ze dvou pohlednic, držných od sebe v určité vzdálenosti dvěma korkovými zátkami, v nichž jsou pohlednice přichyceny napínáčky. Úhel inklinace můžete označit tužkou a změřit později.

17. Demonstrační inkliniční magnetka

Vystříhnete z lepenky kruh o vnějším průměru asi 50 cm. Doprostřed připevněte dvě latky, které budou sloužit jako nosič strelky, ukazující sklon. Vyřízněte z lepenky model strelky a vložte jej do zářezu uprostřed latí.



Takovýto model je užitečný, když posuzujeme různé chyby uplatňující se při měření inklinace.

18. Pokusy s kompasem

Mnoho ocelových předmětů je zmagnetováno zemským magnetismem. Je zajímavé prozkoumat kompasem kovové tyče u plotu, kovové můstky, ocelová kamna, radiátory ústředního topení atd. Pomocí magnetky zjistíte, zda mají magnetické póly. Zatlučte do země ocelovou tyč a zjišťujte, jestli se zmagnetovala. Zkoušejte ji na horním konci a u země. Zkoumejte pomocí kompasu různé ocelové předměty v okolí vaší školy i doma.

19. Které látky jsou magnetické

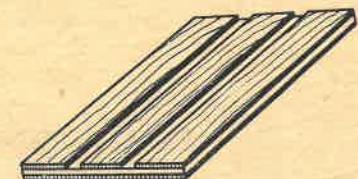
Shromážděte různé malé předměty z papíru, vosku, mosazi, zinku, měkké a tvrdé oceli, niklu, skla, korku, gumy, hliníku, mědi, stříbra, dřeva, cínu atd. Umístěte je do krabice a každý předmět zkoušejte, je-li magnetem přitahován nebo ne.

20. Magnetování tyče pomocí kladívka

Opatřete si tyč z měkké oceli asi 1 m dlouhou (např. tyč na záclony). Zkuste kompasem na obou koncích, je-li zmagnetována. Umístěte tyč do severojižního směru a nakloňte ji. Udeřte několikrát prudce do tyče v této poloze a opět prozkoumejte kompasem. Tyč můžete často odmagnetovat tak, že ji držíte ve východozápadním směru a do konců několikrát prudce uhodíte kladivem.

21. Siločáry

Ke zkoumání siločar použijte kus překližky, do níž jste do hloubky jedné vrstvy udělali dva zářezy. Do zářezů můžete vkládat různé magnety a magnetické materiály



a vyšetřovat průběh siločar jejich magnetického pole.

Trvalé záznamy takovýchto „map magnetických polí“ můžete zhotovit tak, že kus

papíru namočíte do tekutého parafínu ze svíčky a necháte vychladnout. Položte jej pak na zkoumané magnety, nasypete na něj z výšky asi 30 cm piliny a poklepejte na papír. Obrazce zpevněte tím, že navoskovaný papír zahřejete nad mírným plamenem Bunsenova hořáku.

22. Mapování magnetických siločar

Místo výše popsané metody s navoskovaným papírem můžete použít moderní „běláč“. Tento papír, který používají architekti místo staršího modrotiskového papíru, se dá použít na denním světle.

Položte pod papír magnet a nasypete piliny, aby se vytvořily požadované obrazce.

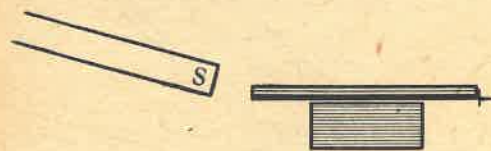
Vystavte papír asi na 10 minut slunečnímu záření nebo silnému dennímu světlu nebo na 2 minuty světlu malé obloukové lampy, odstraňte piliny a potřete papír kusem vaty namočené ve vývojce. Takto vytvořené tisky jsou pozitivní, a proto můžete papír přímo natřít fermeží, a tak si vytvořit trvalé známky magnetických polí.

23. Kterými látkami procházejí magnetické siločáry

Opatřete si co nejvíce malých kousků těchto látek: dřeva, skla, mědi, mosazi, zinku, lepenky, plastických hmot, oceli, hliníku atd. Na plochý kus zkoumané látky nasypete ocelové piliny a pod tímto kouskem pohybujte silným magnetem. Na základě chování pilin můžete určit, které látky propouštějí magnetické siločáry.

24. Magnetická indukce

Položte tyč z měkké oceli na dřevěný špalík. Přiblížte k tyči připínáček, abyste se přesvědčili, zda je tyč zmagnetovaná. Po-

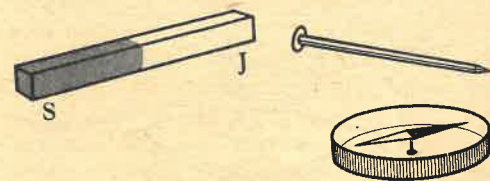


nechte připínáček zavěšen poblíž jednoho konce a přibližujte silný magnet k druhému konci tyče. Zmagnetuje se tyč? Odstraňte

magnet a zkuste, je-li tyč stále zmagnetována. Příslušný jev se nazývá magnetická indukce.

25. Zjišťování indukované polarity

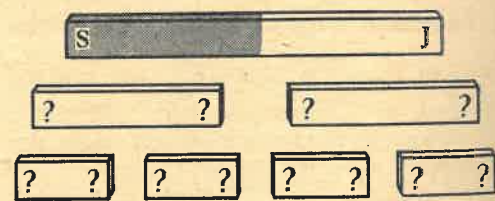
Pomocí kompasu zjistíte a označíte severní a jižní pól silného magnetu. Položte kompas na stůl a přibližujte k němu špičatý konec asi 15 cm dlouhého hřebíku nebo měkké oceli. Dále přibližujte severní pól označeného



magnetu k hlavičce hřebíku, aniž byste se ho dotkli. Indukuje se ve špičce hřebíku, která je poblíž kompasu, severní nebo jižní pól? Jakou polaritu byste předpokládali v hlavičce hřebíku? Opakujte pokus, přibližujte však k hřebíku jižní pól magnetu. Magnetické póly určete opět pomocí magnetky.

26. Co se stane, přelomíme-li magnet?

Zmagnetujte způsobem popsaným v pokusu 3 asi 25 cm dlouhé péro z hodin nebo list pilky na kov. Pomocí kompasu ověřte, že magnet má na jednom konci severní a na druhém jižní pól. Póly označte křídou písmeny S a J. Ukazuje kompas uprostřed magnetu nějakou polaritu? Kleštěmi roz-



lomte dlouhý magnet na dvě stejné části po 12,5 cm. Vyzkoušejte polaritu každého z konců obou magnetů. Co pozorujete? Označte póly každého magnetu písmeny S a J. Dále rozlomte tyto dva magnety na čtyři magnety. Vyzkoušejte polaritu všech konců a označte písmeny S nebo J. Pokračujte v dělení magnetu, pokud to jde. Napište

závěr z těchto pokusů jako odpověď na otázku položenou v záhlaví tohoto odstavce.

27. Jak si uděláte magnet z ocelových pilin

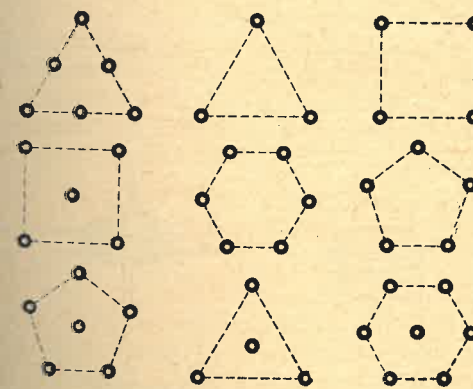
Naplňte zkumavku nebo skleněné pouzdro na zubní kartáček asi do dvou třetin ocelovými pilinami a otvor uzavřete korkovou zátkou. Piliny ve zkumavce zmagnetujte silným magnetem. Dávejte pozor, abyste netřepali zkumavkou. Přibližujte zkumavku ke kompasu a všimněte si, že se chová stejně jako tuhý magnet. Zkumavkou dobře zatřepete a opět ji přiblížte ke kompasu. Tentokrát se kompas chová jinak. Na základě podobných pokusů došli vědci k závěru, že magnetismus je vlastní malým částicím hmoty, molekulám nebo atomům.

28. Jak si uděláte plující magnety

Zmagnetujte opatrně několik žiletek, potřete je tenkou vrstvou oleje, vazelíny nebo jiného tuku. Naplňte polévkový talíř vodou, žiletky položte na její povrch a pod plující magnety položte silný trvalý magnet.

29. Některé pokusy s plujícími magnety

Zmagnetujte sedm nebo osm ocelových jehel takovým způsobem, aby všechny špičky měly stejné póly a ucha opačné póly. Pro-



strčte jehly malými plochými korkovými zátkami o průměru asi 13 mm tak, aby každá jehla přesahovala korek asi o 1 cm.

Polévkový talíř se skloněnými stěnami naplňte vodou a nechte na ní plavat magnety se špičkami otočenými dolů, do vody. Nyní přibližujte jeden pól silného magnetu nad plující magnety. Zkuste druhý pól. Plující magnety se často dají v talíři uspořádat do různých obrazců. Pokuste se vytvořit některé z těch, které jsou nakresleny na obrázku.

30. Vibrátor pomocí magnetu

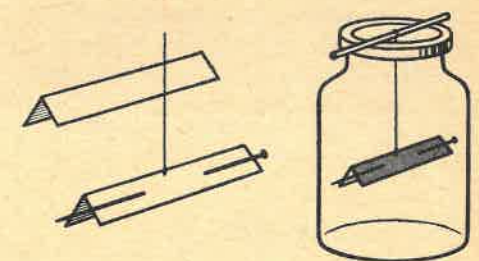
Položte magnet ve tvaru U na jeho boční stěnu a položte jehlu nebo žiletku na dolní pól — zaujme ihned vertikální polohu. Vychyľte tužkou volný konec jehly a pozorujte, jak dobře kmitá.

31. Jehla vznášející se ve vzduchu

Položte jehlu na jeden pól magnetu a ponechte ji tam ležet, až se dokonale zmagnetuje. Nyní pečlivě uvolněte jehlu a pomocí nití ji přeneste nad druhý pól. Přenesete-li jehlu pečlivě, bude se jehla nad druhým pólem vznášet. Dokážete vysvětlit tento jev?

32. Jak si uděláte kompas z lepenky

Opatřete si širokohrdlou skleněnou nádobu. Přehněte pruh lepenky nebo tuhého papíru tak, aby se dal vložit do sklenice a mohl se v ní volně otáčet. Zmagnetujte ocelovou látačí jehlu (viz pokus 3), která je



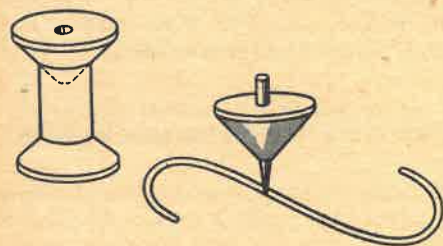
jen o málo delší než lepenka. Zmagnetovanou jehlu zabodněte do lepenky, zavěste ji na nit a obojí na niti vyrovnejte. Rovnováhy dosáhnete větším nebo menším zasunutím jehly. Konec nití přivažte k zápalce nebo k delšímu dřívku položenému přes hrdlo sklenice.

33. Magnetická rybářská hra

Přivažte silný magnet na provázek dlouhý několik decimetrů. Připevněte provázek ke krátkému rybářskému prutu nebo hůlce. Na stole, který stojí za zástěnou, rozhodte několik malých ocelových předmětů. Mohou to být hřebíky, šrouby, zástrčky, matice, připínáčky atd. Každý předmět ohodnotte určitým počtem bodů: 5 pro velké hřebíky, 4 pro šrouby, 3 pro zástrčky atd. Hráči po řadě loví za zástěnou pomocí magnetu a body vytažených předmětů se sečtou.

34. Tajemný magnetický setrvačnick

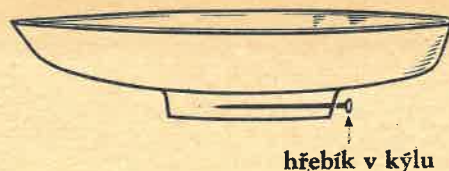
Z dřevěné cívky od nití si udělejte káču. Nejprve cívku rozřízněte na dvě části. Jednu část pak opracujte do kuželovité špičky. Vyhledejte hřebík nebo jiný kus ocelové tyčky, která těsně zapadá do otvoru v cívce. Uřízněte z ní takový kus, aby dole vyčnívala z kužele a nahoře přesahovala asi 1 cm.



Obruste dolní vyčnívající konec této osy do velmi ostré souměrné špičky, na níž může káča dobře rotovat. Osu dobře zmagnetujte a vložte do dřevěné cívky. Z měkkého ocelového drátu utvořte křivku ve tvaru S a položte ji na hladký povrch, např. na skleněnou desku na stole. Položíte-li roztočenou káču k jednomu konci křivky, bude při pohybu káča postupovat k druhému konci.

35. Magnetický člun

Z měkkého dřeva vymodelujte malý člun, třeba i se stěžněm a plachtou. Vydlabejte uvnitř člunu dutinu nebo prostě trup lodi podélně provrtejte. Zmagnetujte ocelový hřebík a vložte jej do provrtaného otvoru nebo přímo do loďky. Rybník nebo jinou vodní nádrž bude představovat nádoba z hliníku nebo z plastické hmoty, kterou naplníte

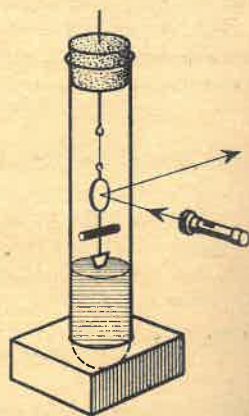


vodou. Z písku a dřeva také můžete vymodelovat pobřeží. Pohyb člunu se řídí magnetem umístěným pod nádobou.

36. Citlivý magnetometr

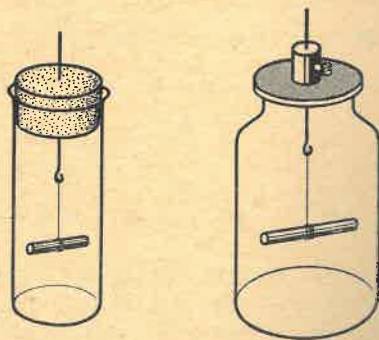
Prostrčte měděný drát korkovou zátkou nasazenou ve zkumavce tak, aby tvořila nosník magnetometru. K tomuto nosnému drátu připevněte slabým měděným drátkem magnet a na dolním konci malé křídélko.

Na nosný drát nad magnetem připevněte střepek zrcátka, které bude odrážet světelný paprsek. Asi do výše 3 cm nalijte do zkumavky olej. Vložte závěs s magnetem do zkumavky a seřídte horní zátku tak, aby se křídélko mírně ponořilo do oleje.



37. Vibrační magnetometr

V poslední době se na trhu objevily malé, silně zmagnetované feritové magnety, které — zavěšené na hedvábné niti ve zkumavce — se mohou stát výbornými magnetometry.

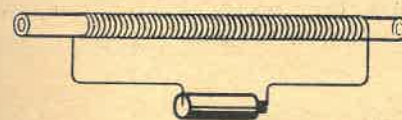


metry. Protože v tomto případě nepůsobí žádné „tlumení“, doba kyvu rozkmitaného magnetu je měřítkem intenzity magnetického pole, v němž se magnetometr nachází.

Větší model snadno vyrobíte ze zavařovací láhve s dřevěným víčkem. Jako vhodný úchyt poslouží mosazná spojka se šroubkem. Nepoužíváte-li přístroj, můžete magnet spustit na dno. Tento postup zvyšuje životnost závěsu.

38. Jak si vyrobíte magnetizační cívku

K zmagnetování pletacích jehlic postačí kus obyčejné skleněné trubky, na níž jsou těsně navinuty závity z měděného izolova-

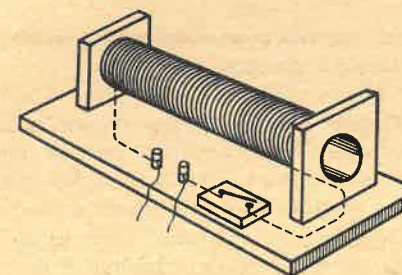


ného drátu. Baterie z kapesní svítilny dodá potřebný proud, ale nenechávejte ji zapnutou déle, než je nezbytně třeba.

39. Magnetizační cívka na proud z akumulátorové baterie

Je to vlastně solenoid (cívka), kterým po krátkou dobu prochází silný proud. Chceme-li použít 12voltovou automobilovou baterii, budou vhodné 4 vrstvy izolovaného měděného drátu o průměru přibližně 0,6 mm, navinuté na lepenkové trubce o průměru asi 4 cm a dlouhé přibližně 30 cm. Protože proud bude připojen vždy jen na krátkou dobu, je výhodné zapojit do obvodu tlačítkový vypínač; velmi vhodný je vypínač automobilového startéru.

Opatřete si lepenkovou trubku s výše uvedenými rozměry. Ze dřeva vyřízněte dvě čela s kruhovými otvory a do nich přilepte konce trubky. Pomocí soustruhu nebo ruční vrtačky navijte drát. Solenoid připevněte na dřevěný podstavec tak, že k němu přišroubujete čela cívky. Konce vinutí připojte přes vypínač ke dvěma izolovaným svorkám. Chcete-li zmagnetovat nějaký předmět, vložte jej do solenoidu, připojte zdroj stejnosměrného napětí a na okamžik tlačítkem zapněte proud. Polarita zmagnetovaného předmětu bude stejná jako polarita



cívky. Použijete-li střídavého proudu, musíte polaritu zjistit dodatečně a velikost magnetizace bude záviset na okamžiku, kdy jste vypnuli proud. Budete proto asi muset provést několik pokusů. (Použijte např. zvukový transformátor s výstupním napětím 12 V nebo i jiný, jehož výstupní napětí nepřesahuje 24 V!)

Cívku napájenou střídavým proudem můžeme použít k odmagnetování (demagnetizaci). Postupujeme takto: Magnet vložíme do cívky, zapneme střídavý proud a aniž jej vypneme, začneme magnet vytahovat z cívky ve směru její osy až do vzdálenosti asi 2 m od solenoidu; pak teprve proud vypneme. Takovou cívku můžeme zcela bezpečně použít k odmagnetování hodinek, i když hodináři používají cívky mnohem kratší.

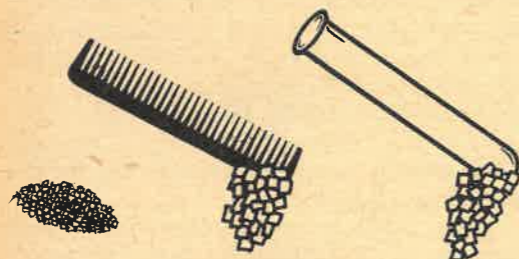
Elektřina

A. STATICKÁ ELEKTRINA

Všechny následující pokusy se nejlépe daří při suchém vzduchu.

1. Elektřinu můžeme získat vzájemným třením předmětů

Pilováním korkové zátky připravte hromádku jemných korkových částic a tenký papír nastříhejte na malé kousky. Opatřete si hřeben, tužku nebo plnicí pero z plastické hmoty, kus pečetního vosku, gumový balón, skleněné nebo porcelánové nádoby a jiné nekovové předměty. Každou z těchto věcí třete



rychle svými vlasy, plstí nebo kusem kožešiny a pak ji přiblížte k hromádce korkových pilin. Třete opět a přiblížte se k hromádce papíru. Pozorujte, co se děje. Zopakujte tento pokus tak, že každý předmět budete postupně třít hedvábnou látkou. Zopakujte s kusem flanelu.



2. Statická elektřina je přítomna všude

Nafouknutý balón třete o vlasy a pak jej přiblížte ke kouskům papíru nebo korkovým pilinám. Zopakujte s hřebenem nebo pravítkem z plastické hmoty. Třete plnicí pero o rukáv saka a zjistíte, zda získalo elektrický náboj. Držte u sebe dva novinové

proužky asi 5 cm široké a 30 cm dlouhé. Protahujte je podélně mezi palcem a ukazováčkem volné ruky. Co se děje? Snažte se vymyslet jiné pokusy, které by ukazovaly všudypřítomnost statické elektřiny.

3. Světlo způsobené statickou elektřinou

Zářivku třete rychle v zatemněné místnosti kouskem kožešiny nebo flanelu. Co pozorujete?

4. Figurky tančící účinkem statické elektřiny

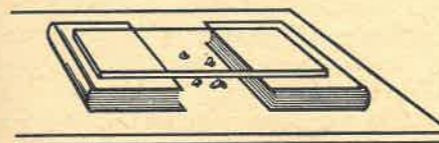
Opatřete si hliníkový polévkový talíř asi 2,5 cm hluboký a skleněnou desku, kterou je možno talíř přikrýt. Z tenkého hedvábného papíru si vystříhnete malé panáčky, jak je znázorněno na obrázku. Můžete si také vy-



stříhnout jiné figurky, představující např. boxery. Figurky musí být o něco kratší, než je hloubka talíře. Vložte figurky na dno nádoby a přikryjte je sklem. Třete povrch skla kusem kožešiny, kůže nebo plstí a pozorujte tanec.

5. Jak donutíme papír skákat

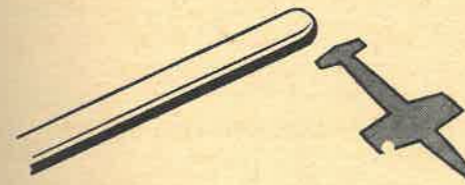
Kousky papíru dejte pod tabulku skla ležící na dvou knihách. Třete sklo hedvábím nebo flanelem. Papírky začnou zábavným způsobem poskakovat.



Papírky jsou přitahovány v důsledku náboje, který se na nich indukuje nabitým sklem. Když se jejich náboj vybije, spadnou zpět na dno. Papírky můžete vystříhnout např. do tvaru malých žab.

6. Elektrostatické letadlo

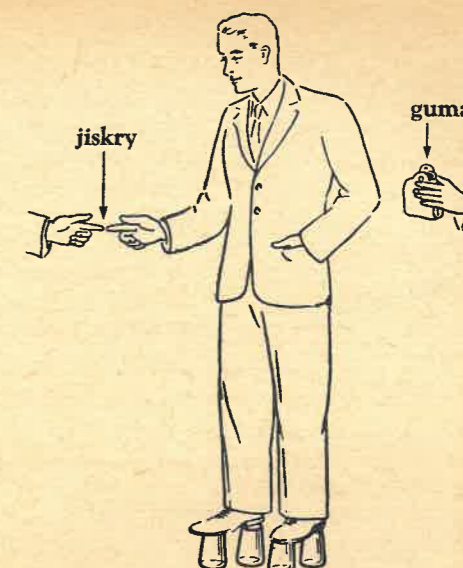
Vystříhnete z lehké hliníkové fólie malé letadlo a do jeho blízkosti dejte nabitou tyč z ebonitu nebo z plastické hmoty. Letadlo



přiskočí k tyči, nabije se souhlasným nábojem a opět odskočí. Můžete je pak dlouho udržovat ve vzduchu a odpuzováním od tyče můžete řídit směr jeho letu.

7. Vybití elektrického náboje jiskrou

Čtyři skleničky (od hořčice) postavte dnem vzhůru na podlahu, těsně vedle sebe. Měly by být nedaleko nějakého kovového předmětu, jako je např. vodovodní kohoutek. Postavte jednoho žáka na skleničku a třete jeho šaty alespoň jednu minutu kusem kožešiny, gumy (např. z duše ke kolu) nebo horkou skleničkou. Potom žáka vyzvěte, aby přiblížil prst k prstu jiné osoby stojící na podlaze. Pokus zopakujte, ale tentokrát žák přiblíží prst k vodovodnímu kohoutku. Pozorujte výsledky.

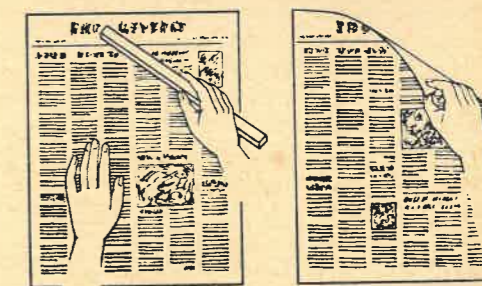


8. Balónek zůstane tam, kde jste jej položili

Nafoukněte dětský balónek a třete jej rychle kusem kožešiny. Přitiskněte jej ke stěně a všimněte si, že zůstane tam, kde jste jej umístili. Pokus zopakujte, tentokrát však balón třete o vlasy. Zopakujte znovu třením o rukáv saka.

9. Noviny drží na stěně

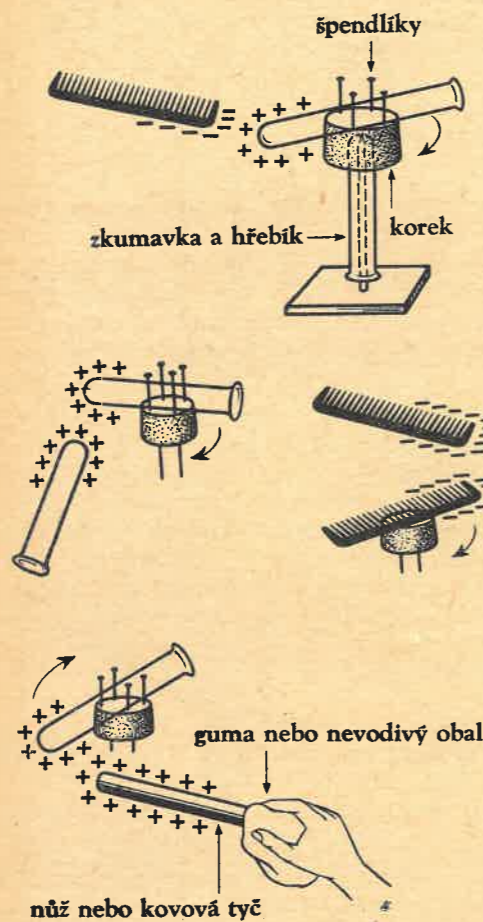
Rozložte noviny a hladce je přitiskněte ke stěně. Několikrát přejeďte boční stěnou tužky celou plochu novin. Odtáhněte jeden



roh novin a všimněte si, jak je přitážen zpět ke stěně. Je-li vzduch velmi suchý, můžete uslyšet praskání výbojů elektrických nábojů.

10. Existují dva druhy nábojů

Udělejte si otočný stoleček ze dřeva, do něhož zatlučete dlouhý hřebík. Nasaďte zkumavku do otvoru zhotoveného ve velkém plochém korku. Opilujte konec hřebíku do



ostré špičky a na ni nasuňte obrácenou zkumavku. Do horní stěny korku napíchejte špendlíky, abyste mohli přidržovat předměty, které budete na stoleček pokládat. Opatřete si další dvě zkumavky nebo jiné skleněné tyče, kus hedvábí (např. hedvábné punčochy), dva hřebeny z plastické hmoty a kus kožešiny nebo flanelu. Třete jednu tyč hedvábím a připevněte ji na otočný stolek. Také druhou skleněnou tyč třete hedvábím a přiblížte ji k otočnému stolečku. Opakujte tento pokus tak dlouho, až jste přesvědčeni o správném výsledku.

Opět třete skleněnou tyč hedvábím a položte ji na otočný stoleček. Nyní třete hřeben z plastické hmoty kožešinou a přiblížte jej ke skleněné tyči položené na stolečku. Opakujte pokus tak dlouho, až jste si jisti, že vaše pozorování jsou správná.

Opět třete hřeben kožešinou a připevněte jej na stoleček. Dále třete skleněnou tyč hedvábím a přiblížte ji k hřebenu. Opět opakujte pokus, až jste přesvědčeni o správnosti svých pozorování.

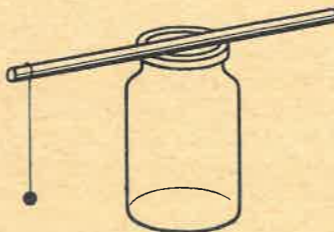
Třete-li plastickou hmotu kožešinou, nabíjí se plastická hmota záporným elektrickým nábojem a kožešina kladným. Třete-li sklo hedvábím, sklo se nabíjí kladným, hedvábí záporným nábojem. Pokusy ukázaly, že souhlasné elektrické náboje se odpuzují, kdežto nesouhlasné náboje se přitahují. To je základní poznatek elektrostatiky.

11. Jak si uděláte indikátor nábojů z bezových kuliček

Opatřete si bezovou dřev, tzv. duši z větve černého bezu. Usušte ji dokonale, zmačkejte do malých kuliček o průměru asi 5 mm a kuličky natřete hliníkovou barvou. Každou kuličku připevněte na hedvábnou nit dlouhou asi 15 cm a kuličky zavěste na dřevěný stojánek. Třete různé předměty hedvábím, kožešinou nebo flanelem, přiblížte je ke kuličkám a pozorujte, jak se chovají. Všimněte si, že se kuličky nejprve přitáhnou a pak odskočí. Takovýto přístroj se zavěšenými kuličkami se nazývá elektrické kyvadélko.

12. Elektroskop z kovové fólie

Stočte do kuličky o průměru asi 6 mm kovovou fólii o ploše asi 6 cm² (z krabičky na cigarety). Ke kuličce připevněte lepidlem

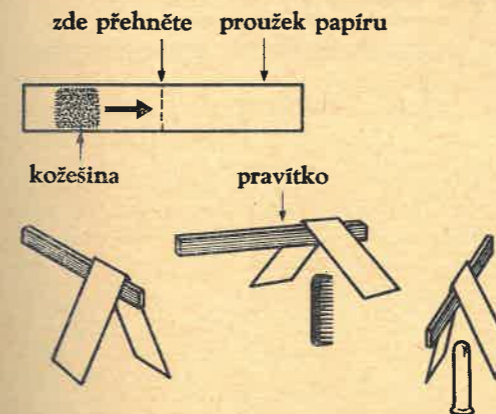


asi 7,5 cm dlouhou hedvábnou nebo silonovou nit. Volný konec přivažte ke kuličkové tužce nebo k jinému izolantu; izolant položte

přes hrdlo sklenice od zavařeniny tak, aby kulička byla volně zavěšena. Přiblížte nějaký nabitý předmět ke kuličce; nejprve se přitáhne, pak odskočí. Nyní třete pero z plastické hmoty o celuloidový trojúhelník nebo úhloměr. Přiblížte pero ke kuličce a předejte jí náboj. Pak se ke kuličce přiblížte úhloměrem. Co vám tento pokus říká o dvou druzích elektrického náboje, vytvořeného třením?

13. Jak si uděláte elektroskop z novin

Ustříhnete proužek novinového papíru 60 cm dlouhý a 10 cm široký. Přehněte jej uprostřed a zavěste na pravítko, jak je znázorněno na obrázku, položte na stůl a přetáhněte několikrát kožešinou nebo flanelem. Pomocí pravítka zvedněte pásek se stolu a po-



zorujte, jak se chová. Třete hřeben nebo jiný předmět z plastické hmoty kožešinou nebo flanelem a vložte jej mezi rozevřené listy novinového papíru. Opakujte tolikrát, až si budete jisti správným výsledkem. Co ukazuje tento pokus?

14. Jak si uděláte elektroskop s kovovými listy

Ke zhotovení přístroje na zjišťování elektrických nábojů potřebujete sklenici, kus drátu a listky z lehké kovové fólie nebo papíru. Abyste zamezili unikání náboje, musíte sklenici uzavřít navoskovanou korkovanou zátkou, tvrdým parafínem nebo plexisklem. Touto zátkou prostrčte kus mosazného nebo

měděného drátu ve tvaru L a na jeho dolní konec zavěste kousek hedvábného papíru nebo proužek hliníkové fólie.

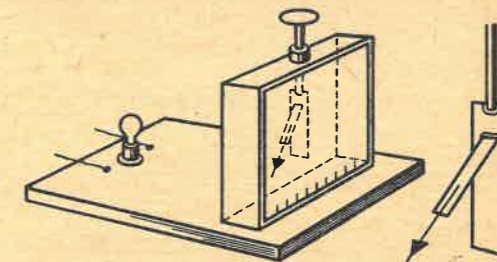
Přiblížíte-li nabitě těleso k drátku, listky papíru se rozestoupí, protože jsou nabity souhlasným nábojem.

Izolující vosk (viz kapitola XVIII, článek 20, str. 212) nebo plexisklo jsou lepšími izolanty, a proto vyhovují lépe než navoskovaný korek.



15. Jak si uděláte stínový elektroskop

Velmi užitečný přístroj si můžete udělat z krabičky např. od křídly. Odstraňte dno a víčko krabičky a nahraďte je na jedné straně kusem čířého skla a na druhé plátnem nebo papírem (přední část je na obrázku). Sklo připevněte plechovými růžky a papír ke krabičce přilepte. V horní části přístroje vyvrtejte otvor, do něho nasadte izolant



ze svíčky, ebonitu, tvrdého parafínu, plexiskla nebo jantaru a ve směru podélné osy izolantu pak prostrčte mosaznou tyčku. Horní část mosazné tyčky je opatřena kovovým „kloboučkem“ elektroskopu a na opačném konci tyčky je připájen plechový proužek. K horní části tohoto proužku je připevněn hliníkový listek, který je však kratší než plechový proužek. K listku můžete přilepit tenký skleněný vlas, který si vytáhnete z roztaveného skla nad plamenem kahanu. Na konci vlasu udělejte malou šipku. Elektrická žárovka svítí přes skleněnou boční stěnu přístroje a vrhá stín listku a šipky na stínítko. Výhodou tohoto uspořádání proti běžnému projekčnímu elektroskopu je, že nepřevrací stín listku a že pohyb a polohu listku mohou sledovat všichni žáci ve třídě. Na stínítko může také být nakreslena stupnice cejchovaná ve voltech.

16. Zábava s balónekem

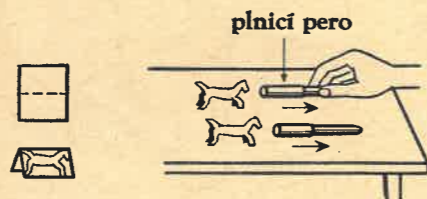
Nafoukněte dětský balónek a přivažte jej na provázek asi 1 m dlouhý. Měkkou tyčinkou namočenou v inkoustu na něm nakreslete obličej. Držte provázek a některý žák tře „obličej“ balónku kusem kožešiny nebo flanelu. Pusťte pak balónek a pozorujte, jak se všeho kolem vás dotýká.

17. Další zábava s balónekem

Připravte nyní dva balónky způsobem, jaký je popsán v předcházejícím pokusu. Třete „obličej“ balónků kožešinou. Držte provázky u sebe a pozorujte, jak se odpuzují. Vložte mezi ně ruku a všimněte si, co se stane. Přiblížte si jeden z balónků k tváři. Zopakujte pokus se třemi balónky.

18. Dostihy

Vystříhnete z přehnutého papíru několik malých koníků, které by mohly stát na stole. Třete velký hřeben nebo plnicí pero z plastic-



ké hmoty kožešinou a všimněte si, že těmito předměty můžete táhnout koníky po stole. Máte-li koníků několik, uspořádejte dostihy.

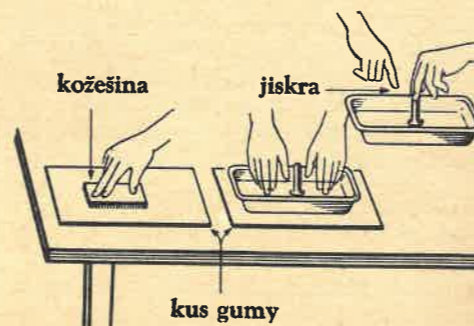
B. JEDNODUCHÉ ELEKTRICKÉ ČLÁNKY A OBVODY

1. Proudění vody v trubce

Aby voda tekla z jedné trubky do druhé, musí být první nádoba položena výše než druhá. Voda teče shora dolů. Můžete to předvést pomocí dvou velkých plechových nádob. Prorazte poblíž dna každé z nich otvor a zvětšete jej tak, aby se do něho dala zasunout zátka s trubkou. Na trubku jedné z plechovek nasadte gumovou hadičku a poblíž konce hadičky uzavřete kolíčkem na prádlo. Položte plechovku na stůl a naplňte ji vodou. Nasadte hadičku na druhou

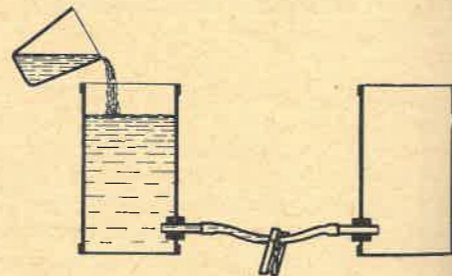
19. Jak získáte jiskrové výboje elektrických nábojů

Čtvercovou hliníkovou desku o straně asi 24 cm (např. z alobalu; postačí také hliníková forma na pečení buchet) zahřejte nad plamenem. Dotýkejte se středu hliníkové desky tyčkou pečetního vosku nebo voskovou svíčkou, až se roztaví a vytvoří pevné držátko. Chcete-li si zhotovit stálejší držátko, můžete uprostřed provrtat otvor a desku přišroubovat k ručce ze dřeva, plexiskla



nebo z plastické hmoty. Rozložte na stole starou gumovou duši z automobilové pneumatiky a třete její povrch rychle asi půl minuty kožešinou nebo flanelem. Pak položte hliníkovou desku na gumu, silně přitlačte dolů prsty a uchopte ji pomocí držátka. Přiblížte prst k okraji desky — přeskočí jiskra. Jiskra přeskočí několikrát, aniž byste gumu znovu třeli. Stačí, když pouze na ni přitlačíte prsty hliníkovou desku a zvednete za držátko z izolantu.

plechovku a rovněž ji postavte na stůl. Uvolněte kolíček a pozorujte, jak voda přetéká. Kdy se proud vody zastaví?



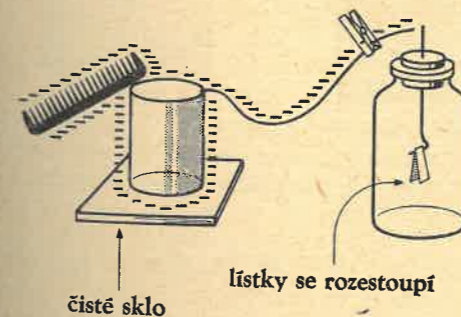
2. Elektrický proud ve vodiči

Použijte dvě plechovky jako v předcházejícím pokusu. K jedné plechovce připevněte odizolovaný konec drátu. Položte obě plechovky na převrácené talíře. Uchyťte drát poblíž jeho volného konce kolíčkem na prádlo. Nyní použijte zařízení popsaného v pokusu 19 na str. 164. Zahákněte volný konec drátu na plechovku, k níž je již připojen i jeho druhý konec. Udělte gumové podložce náboj a spojte kovovou desku s plechovkou opatřenou drátem. Zopakujte tento postup dvacetkrát, abyste dostali na plechovce velký náboj.

Umístěte elektroskop z bezové kuličky (popsaný v pokusu 11 na str. 162) tak, aby byl v kontaktu s druhou plechovkou. Dále pak pomocí kolíčku na prádlo sejměte drát z první plechovky a zahákněte jej na plechovku druhou. (Pokus se bude dařit lépe, připojíte-li ke kolíčku na prádlo držátko z plexiskla, za něž kolíček uchopíte). Pozorujte kuličku elektroskopu. Zdaří-li se vám pokus, elektrina poteče z jedné plechovky do druhé; zjistíte to podle chování kuličky.

3. Jiný způsob, jak demonstrovat elektrický proud

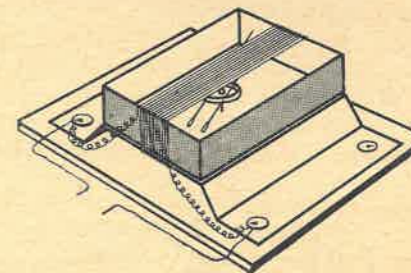
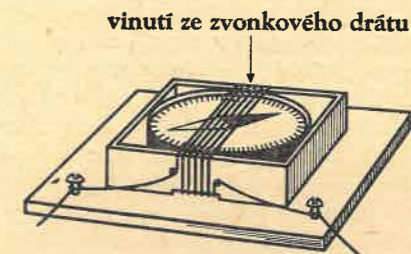
Použijte plechovku s drátem, jak byla popsána v předchozím pokusu. Připevněte tentokrát druhý konec drátu k listkovému elektroskopu, který jste si zhotovili v pokusu



14 na str. 163. Nabijte plechovku jiskrovým generátorem nebo hřebenem z plastické hmoty, který třete kožešinou. Pozorujte lístky elektroskopu.

4. Jak ukážete elektrický proud pomocí jednoduchých přístrojů

Opatřete si spojovací drát opředený bavlnou a na válcové nádobě o průměru asi 8 cm pečlivě navijte cívku s 50 až 60 závitů. Stáhněte cívku z nádoby a pevně ji svažte krátkými kousky drátu nebo lepicí páskou. Připevněte cívku na dřevěný podstavec. Malý stoleček na uchycení kompasu si můžete zhotovit z korku, do něhož vyříznete díru, kterou bude procházet cívka. Obojí pak



přilepte k dřevěnému podstavci roztaveným pečetním voskem. Na korek umístěte kompas tak, aby magnetka zaujala polohu rovnoběžnou se závitů cívky. Připojte k cívce monochlánek a pozorujte magnetickou strelku.

Čitlivější přístroj můžete sestavit tak, že nejprve vyrobíte rámeček na kompas z vhodné dřevěné krabice. Do tohoto rámečku pak vložte kompas a na rámeček navijte asi 20 závitů zvonkového drátu, jak je vidět na obrázku.

V obou výše popsaných „galvanoskopech“ můžete použít magnetickou střelku vyrobenou z patentky a jehel, jak je popsáno v kapitole XIV, v pokusu 11 na str. 153. Magnetickou střelku můžete také umístit do krabičky od zápalek. Nejprve z krabičky vytáhněte zásuvku a rozstřípněte plášť, jak je znázorněno na obrázku. Na zásuvku navíňte těsně vedle sebe 20 závitů bavlnou opředeného drátu o průměru asi 0,4 mm. Magnetickou střelku posadte na špendlík propíchnutý dnem krabičky.

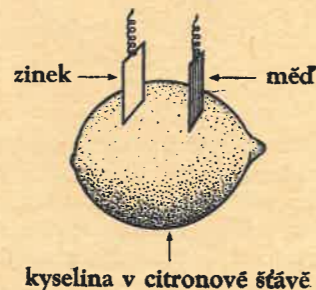
Pomocí připínáček uchyte rozevřené části pláště k podstavci z překližky. Omotejte odizolované konce cívky kolem připínáček, aby s nimi měly elektrický kontakt a daly se použít jako přírodní svorky.

5. Elektrická energie z chemické energie

Vezměte dvě mince z různých kovů a dobře je vyčistěte drátěnou vlnou nebo jemným smirkovým papírem. Složte kousek papíru z ubrousku nebo sacího papíru do kapsy, která bude o něco větší než mince, a sací papír ponořte do slané vody. Vložte jednu minci do papírové kapsy, druhou přiložte shora. Držte je mezi palcem a ukazováčkem. K mincím připojte oba konce cívky citlivého přístroje a pozorujte střelku.

6. Elektřina z citronu

Jeden konec vinutí svého citlivého přístroje připojte ke kusu zinkového plechu vystřižnutého z použitého monočlánku suché baterie. Druhý konec vinutí připojte



ke kousku měděného plechu. Abyste roztrhali buňky uvnitř citronu, válejte citron chvíli po stole a současně na něj tlačte dlaní. Pak kůrou citronu prostrčte zinkový i mě-

děný pásek tak, aby se vzájemně nedotýkaly. Pozorujte magnetickou střelku.

Zkuste tento pokus s bramborem. Ovlivňuje vzdálenost mezi pásky údaj měřicího přístroje?

7. Jak si uděláte jednoduchý galvanický článek

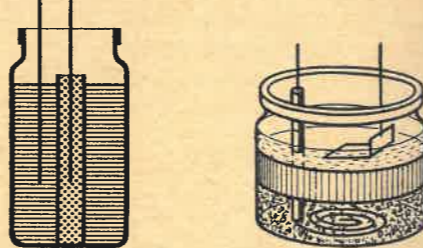
Nemáte-li k dispozici suché baterie, můžete k mnohým pokusům použít jednoduchý galvanický článek. Spolehlivě „pracují“ měděné a zinkové pásky, ponořené do nádoby se zředěnou kyselinou sírovou. Pásky musíme čas od času oklepat, abychom odstranili zachycené plyny. Chemicky můžeme plyny odstranit několika krystalky dvojchromanu draselného.



8. Jiné jednoduché galvanické články

Jednoduchý Daniellův článek k pokusům ve třídě si můžete udělat z mělké sklenice. Nejprve asi do výšky 1,5 cm nasypete vrstvu krystalků síranu měďnatého (tzv. modré skalice), kterou do výše 0,5 cm zalijete

měď zinek



roztokem síranu měďnatého. Do této směsi ponořte spirálu z měděného drátu, opatřenou izolovaným přívodem. Na to pak nalijte vrstvu tekuté sádry a nechte ztuhnout.

Zápornou elektrodu zhotovíte z proužku zinkového plechu, k němuž je připojen drát. Zinkový plíšek ponořte do zředěné kyseliny sírové ve vyšší lahvičce. Nepoužíváte-li článek, můžete toto malé množství kyseliny vylít.

Větší články můžete zhotovit pomocí sklenice a kusu lepenkové trubky.

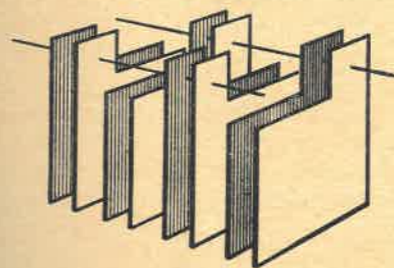
Smíchejte síran měďnatý se sádrou do jemné kašičky a nechte ztuhnout ve sklenici, do jejíhož středu jste dali lepenkovou trubku.

Druhou kaši si smíchejte ze sádry a síranu zinečnatého (tzv. bílé skalice), do něhož jste přidali trochu kyseliny sírové. Jakmile první kaše ztuhla, nalijte tuto druhou směs do prostřední trubky. Než kaše zcela ztuhnou, vložte do nich měděný pásek a zinkovou tyčku, které budou sloužit jako elektrody.

9. Jak si uděláte jednoduchý akumulátor

Rozstříhnete olověný obal z elektrického kabelu. Rozřežte jej na kousky s rozměry 1,5 x 3 cm s krátkým výstupkem na kratší straně každého kousku.

Dále si připravte kousky tenkého dřeva z krabičky od zápalek o rozměru 1,5 x 3 cm, které budou sloužit jako vložky mezi olověnými plátkami.



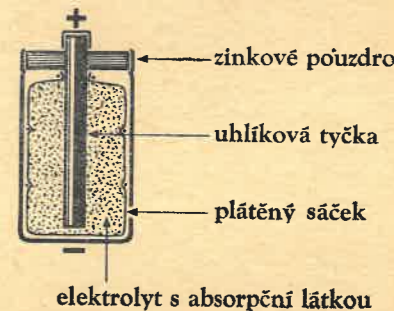
Uspořádejte do řady olověné plátky s výstupky střídavě na opačné straně a oddělte každý plátek dřevěnou vložkou. Spojte výstupky na každé straně měděným drátem.

Ponořte toto uspořádání do zředěné kyseliny sírové a nechte jím procházet nabíjecí proud. Již po několika minutách nabíjení bude akumulátor schopen rozsvítit malou žárovku do kapesní svítilny. Postupné nabíjení a vybíjení zlepšuje kapacitu plátek.

10. Z čeho se skládá suchý článek

Odstraňte vnější obal použitého článku. Pilou na kov rozřízněte článek na polovinu a pozorujte jeho strukturu. Všimněte si uhlíkové tyčinky, která je kladným pólem, zinkové nádoby, která je současně záporným pólem, a chemické látky působící na elektrody

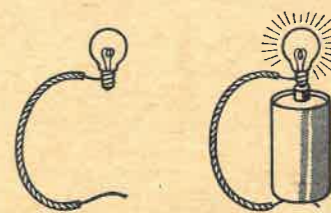
článku. Je to roztok salmiaku ve škrobovém mazu. Všimněte si, jak je zinek salmiakem naleptán a že elektrolyt v zinkové nádobě je zataven roztaveným asfaltem.



11. Použití článku v elektrickém obvodu

Omotejte jeden konec zvonkového drátu kolem šroubové patice žárovky do kapesní svítilny tak, aby ji drát pevně držel. Zbytek drátu zahněte do tvaru písmene C. Přitiskněte střední dotek žárovky na střední elektrodu článku a volný konec nastavte tak, aby se pružně dotýkal dna článku. Máte-li dobré kontakty, žárovka bude svítit. Každá žárovka připojená tímto způsobem se bude chovat stejně; nejvíce však bude svítit ta, která je určena pro malou kapesní svítilnu na jeden článek.

Podívejte se zblízka na žárovku a všimněte si tenkého kovového (volframového) drátku, drženého v určené poloze dvěma silnějšími drátky. Pozorování vám usnadní lupa. Elektrický proud prochází volframovým drátkem, který se značně zahřívá, a tím vydává světlo.



Otočte článek dnem vzhůru a přehodte přívody. Všimněte si, že žárovka stále svítí, i když elektrický proud teče opačným směrem.

Nakreslete si schéma, ukazující cestu proudu přes žárovku k druhému pólu článku. Objasněte si význam termínu elektrický obvod.

12. Držáky žárovek

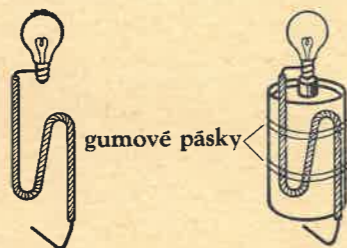
K zachycení žárovek můžete použít hřebíky, šroubovací očka nebo skoby ve tvaru U. Tři hřebíky zabodnuté do korkové zátky



budou přidržovat žárovku. Další dva hřebíky nebo šroubky zabodnuté ze strany korku a dotýkající se dvou svislých hřebíků mohou sloužit jako elektrické přívody.

13. Jak pracuje kapesní svítilna

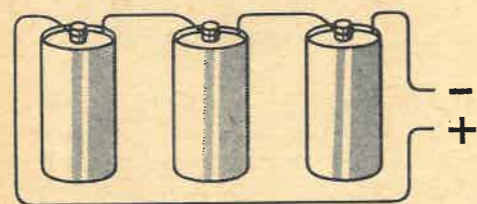
Zohýbejte zvonkový drát a připevňte jej k článku lepicí páskou nebo gumičkami. Seřídte drát tak, aby střední přívod žárovky



se dotýkal prostřední elektrody článku. Volný konec drátu můžeme použít jako vypínač tím, že jej přitlačujeme ke dnu článku.

14. Jak se zapojují články do série

Zapojte tři články sériově (za sebou), jak je znázorněno na obrázku. Dávejte pozor, aby vnější elektroda každého článku byla spojena se střední elektrodou následujícího článku a obráceně. Jsou-li články spo-



články zapojeny za sebou

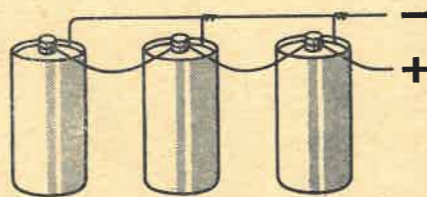
jeny tímto způsobem, je celkové napětí součtem napětí jednotlivých článků. V tom případě je celkové napětí 4,5 V, neboť napětí každého článku je 1,5 V.

Nyní připojte konce drátků k žárovce na 4,5 V. Pak rozpojte okruh a tutéž žárovku připojte k jednomu článku. Všimněte si rozdílů ve svítivosti žárovky.

Připojte tutéž žárovku ke dvěma článkům zapojeným sériově a porovnejte svítivost s případy, kdy byla žárovka připojena k jednomu nebo ke třem článkům.

15. Jak se zapojují články paralelně

Zapojte tři články paralelně (vedle sebe) tím, že připojíte všechny střední elektrody k jednomu drátu a všechny vnější elektrody k druhému drátu. Dráty připojte k objímce a do ní zašroubujte žárovku, určenou na napětí jednoho článku.



články zapojeny vedle sebe

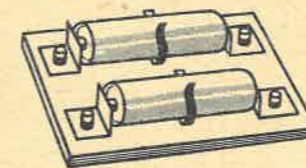
Odpojte jeden článek a všimněte si, že svítivost žárovky se nezmění. Odpojte dva články a přesto uvidíte, že svítivost žárovky je stejná. Jsou-li články spojeny paralelně, je celkové napětí stejné jako napětí jednoho článku.

Určete rozdíl mezi výrazy článek a baterie. (Baterie vzniká spojením dvou nebo více článků.)

16. Držák monočlánků

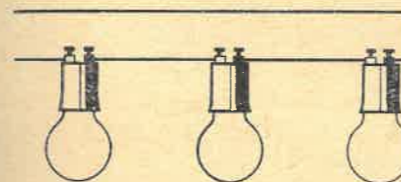
Potřebujete-li k nějakému pokusu několik monočlánků, můžete je upevnit pružnými příchýtkami umístěnými na dřevěné podložce. Příchýtky si můžete zhotovit z ocelového proužku používaného při balení, který ohnete do pravého úhlu a přichytíte k dřevěné podložce zdílkou tak, aby se články daly zapojovat sériově nebo paralelně. Aby články pevněji držely, můžete je připevnit ještě běžnými kruhovými objímkami obepínají-

cími jejich povrch, jak je znázorněno na obrázku.



17. Sériové zapojení žárovek

Zapojte za sebou (sériově) tři žárovky a připojte je k jednomu článku. Dále připojte tytéž tři žárovky ke dvěma článkům zapojeným do série. Nakonec je připojte ke třem sériově zapojeným článkům. Vyšroubujte jednu žárovku a všimněte si, že

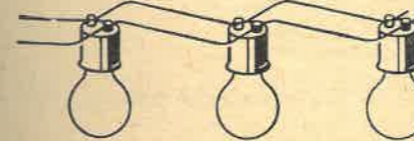


žárovky zapojeny za sebou

také zbývající dvě žárovky zhasnou, protože se přeruší elektrický obvod. Najděte souvislost s osvětlením vánočního stromku. U mnoha osvětlovacích souprav k vánočnímu stromku jsou žárovky zapojeny sériově. Jestliže se spálí jedna žárovka, zhasnou i ostatní, neboť se přeruší elektrický obvod.

18. Paralelní zapojení žárovek

Zapojte tři žárovky vedle sebe (paralelně) a připojte je k jednomu článku. Vyšroubujte

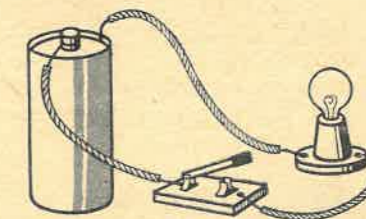


žárovky zapojeny vedle sebe

jednu žárovku a všimněte si, že zbývající dvě svítí dále. Zvětšete svítivost žárovek tím, že zapojíte do okruhu sériově druhý článek. Vyšroubujte nejprve jednu, pak dvě a nakonec tři žárovky. Co jste pozorovali?

19. Jak se dá elektrický obvod ovládat vypínačem

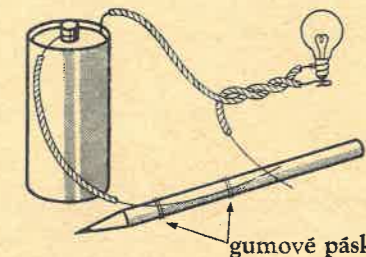
Do elektrického obvodu skládajícího se z článku a žárovky, zapojte nožový vypínač a rozsvěcujte a zhasíňte jím žárovku. Žárovku nahraďte zvonkem nebo bzučákem



a ovládejte je vypínačem. Nahraďte nožový vypínač tlačítkovým vypínačem. Uveďte, kde se lépe hodí nožový a kde tlačítkový vypínač.

20. Jak si uděláte jednoduchý vypínač

Jednoduchý vypínač si můžete udělat tak, že odizolovaný konec zvonkového drátu připevníte dvěma gumičkami k tužce, jak



je znázorněno na obrázku. Pod něj vložte druhý přívod a přitisknutím vznikne dostatečný kontakt.

21. Jiný jednoduchý vypínač

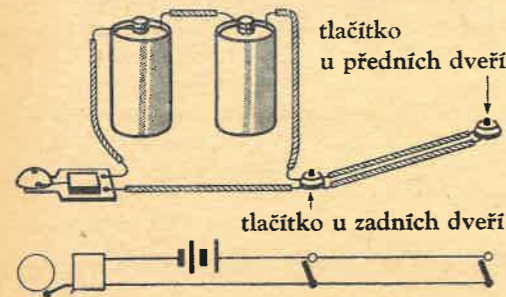
Protáhněte jeden konec zvonkového drátu cívkou od nití a zpevněte jej. Druhý přívod



omotejte kolem cívky (viz druhý obrázek). Volné konce ohněte tak, aby se snadno daly spojit nebo rozpojit.

22. Jak můžete ovládat zvonek dvěma vypínači

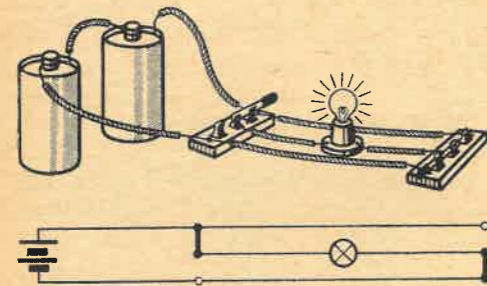
Pomocí dvou článků, dvou tlačítkových vypínačů a elektrického zvonku můžete ukázat, jak se dá zvonek ovládat ze dvou různých míst, jako jsou např. přední vchod



a zadní vchod domku. Rozložte elektrický obvod na stůl, jak je znázorněno na obrázku. Nakreslete elektrické schéma obvodu schematickými značkami.

23. Jak můžete ovládat světlo dvěma vypínači

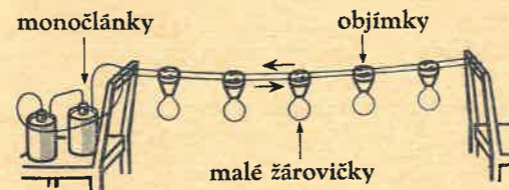
Pomocí dvou dvoustranných nožových vypínačů, dvou monočlánků a žárovky můžete demonstrovat, jak se dá ovládat světlo



na schodišti horním nebo dolním vypínačem. Rozložte elektrický obvod na stole podle obrázku. Nakreslete elektrické schéma obvodu pomocí schematických značek.

24. Miniaturní pouliční osvětlovací systém

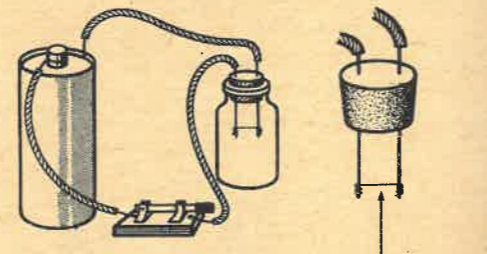
Ustříhněte dva kusy izolovaného zvonkového drátu asi 3 m dlouhé. Na šesti místech každého drátu odstraňte izolaci a v těchto místech paralelně k drátům připojte objímky k malým žárovčkám. Připevněte dráty mezi



dvě židle, jak je znázorněno na obrázku. Na jednom konci nechte dráty volné, na druhém konci je připojte ke dvěma monočlánkům. Do objímek zašroubujte žárovky z kapesní svítilny.

25. Jak se z elektřiny získává teplo a světlo

Prostrčte konce dvou kusů zvonkového drátu plochou korkovou zátkou, která zapadá do malé lahvičky. Dále rozpleťte konec ocelového lanka a ustříhněte kus jednoho pramenu. Konce tohoto tenkého drátku omotejte na vyčnívající konec měděných drátků a vložte zátku do hrdla láhve. Zhotovili jste nejjednodušší model elektrické žárovky.



Zapojte model žárovky do obvodu s jedním nebo více monočlánky a vypínačem. Zapněte vypínač, počkejte, až drátek počne žhnout, a pak jej opět vypněte. Postupujete-li dosti opatrně, můžete „lampičku“ několikrát rozsvítit, než se drátek přepálí. Zanedlouho drátek shoří, neboť bude reagovat s kyslíkem v láhvi. V běžně vyráběných žárovkách není

žádný kyslík a wolframový drátek se zahřívá na takovou teplotu, až začne vydávat jasné světlo. Skleněná baňka kromě toho, že udržuje ochrannou atmosféru kolem drátku, umožňuje také bezpečnou manipulaci se žárovkou.

26. Jak pojistka chrání elektrický obvod

Pojistky jsou bezpečnostní zařízení, které chrání elektrické obvody proti přetížení. Drátek v pojistce se roztaví, když obvodem začne téci nebezpečně velký proud. Prozkoumejte dobré a vypalené pojistky.



Ustříhněte velmi úzký proužek kovové fólie z obalu od cukrovinek a připevněte jej mezi konce dvou vyčnívajících drátků prostrčených korkem. Toto bude představovat model pojistky vhodné pro obvody s monočlánky. Dělejte pokusy s různými typy a šířkami fólie, až pojistka uspokojivě vypíná.

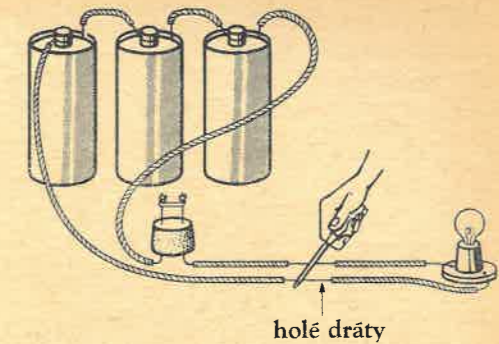
27. Jak krátké spojení přepálí pojistku

Zapojte model pojistky, popsany v předchozím pokusu, do obvodu skládajícího se z několika článků a žárovky. Pak zkratujte přívody k žárovce. Nepřetaví-li se pojistka, ustříhněte užší fólii. Zkoušejte různé druhy a šířky fólií, až pojistka snese proud, je-li obvod správně zapojen, a přetaví se, je-li v obvodu zkrat.

C. MAGNETISMUS A ELEKTRICKÁ ENERGIE

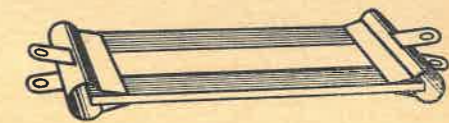
1. Zařízení na stavbu jednoduchých elektrických pomůcek

Různé části pomůcek používaných k elementárním pokusům z elektřiny se skládají zpravidla ze společných prvků, jako jsou



28. Jak si uděláte jednoduchý držák na pojistku

Pro pokusy s pojistkami se hodí hliníková fólie používaná k balení čokolády. Můžete ji rozstříhat na proužky a přichytit na kus

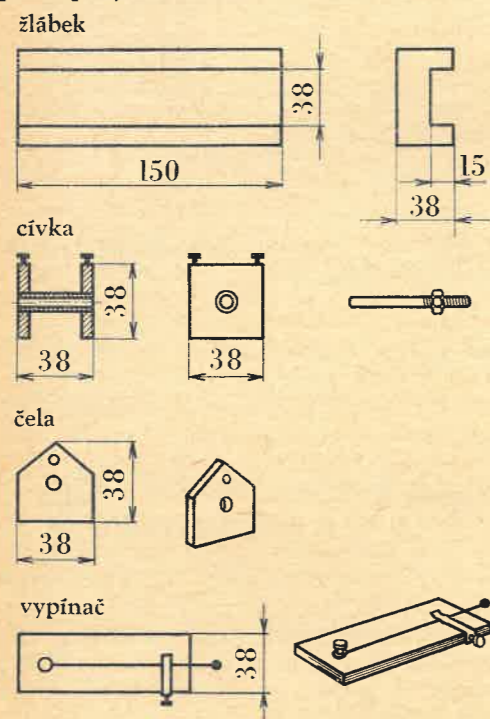


pogumovaného pásku, který ji bude držet napjatou. Pro různé hodnoty maximálního proudu si musíte vyzkoušet různé délky a šířky hliníkové fólie.

29. Jak se mění elektrický odpor s teplotou vodiče

K baterii do kapesní svítilny a žárovce připojte cívku, navinutou z tenkého, asi 2 m dlouhého drátu z měkké oceli, jaký se používá k vázání květin. Zápalkou zahřejte cívku; vzrůst jejího odporu sníží proud natolik, že žárovka přestane jasně svítit.

základní prvky, z nichž se velmi jednoduše dají sestavovat různé pomůcky. Zacházení s těmito pomůckami přináší jisté obtíže, domníváme se však, že je to správné a pro žáky prospěšnější, než kdyby pracovali jen podle pokynů učitele.



Zařízení se skládá z krátkého dřevěného žlábků, který slouží jako podstavec pro všechny pokusy, z kostry pro vinutí cívky se čtvercovými čely, těsně zapadajícími do žlábků, několika zdírek, párových kontaktů atd. Pomocí těchto věcí si můžete např. udělat bzučák na morseovku, zvonkový indikátor, měřicí přístroj na určení elektromagnetického odpuzování a přitahování.

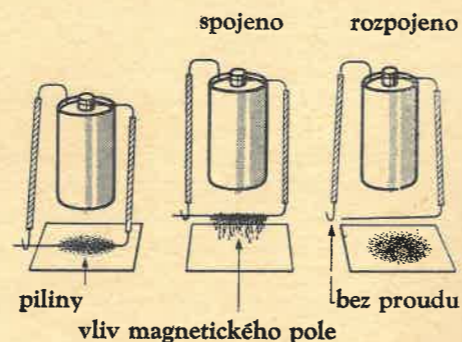
Cívku navinete na kostru se dvěma dřevěnými čtvercovými čely, která mají uprostřed otvory. Do těchto otvorů jsou vlepeny konce lepenkové trubky.

Vhodné jádro získáte ze šroubu z měkké oceli, u něhož odříznete hlavu.

2. Magnetické účinky elektrického proudu

Ustříhnete dva kusy měděného drátu a z jejich konců odstraňte izolaci. Dráty připojte k monočláнку a odizolované konce

zahněte, jak je znázorněno na obrázku. Na kus papíru nasypete trochu ocelových pilin a jimi nechte procházet jeden drát. Spojte elektrický obvod, rychle zvedněte:



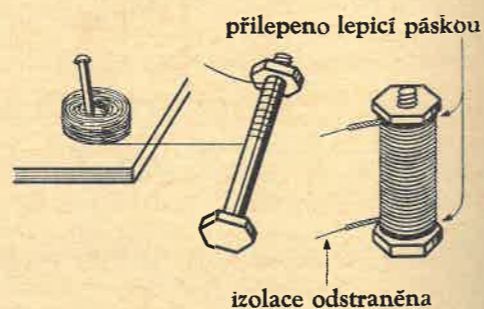
drát a pozorujte piliny. Přerušete obvod — piliny z drátu spadnou. Nenechávejte monočlánek dlouho zapojený; je-li spojen tímto způsobem, rychle se vybějí.

3. Jiný způsob ukázky magnetických účinků elektrického proudu

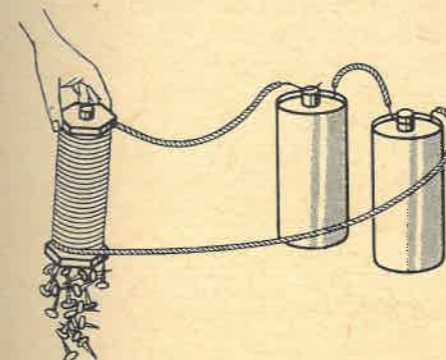
Zopakujte předcházející pokus, ale piliny nahraďte magnetickou střílkou. Pozorujte rozdíly v chování kompasu, postavíte-li jej na drát nebo pod drát.

4. Jak si uděláte elektromagnet ze šroubu

Opatřete si šroub z měkké oceli asi 5 cm dlouhý, matici a dvě podložky. Na každý konec umístěte jednu podložku a maticí našroubujte tak, aby šroub jen málo přesahoval. Na šroub mezi podložky pak navíjete izolovaný zvonkový drát. Na začátku cívky ponechte asi 30 cm drátu vyčnívat jako přívod. Jakmile zaplníte prostor mezi podlož-



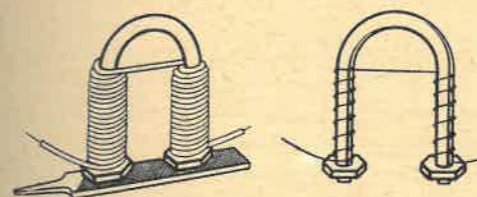
kami několika vrstvami závitů, drát ustříhnete a ponechte opět asi 30 cm dlouhý přívod. Oba konce drátu přitáhněte těsně k cívce a připevněte je lepicí páskou, aby se neodvily. Konce drátu zbavte izolace. Spojte do série dva monočláanky a připojte k elektro-



magnetu. Můžete jím zvedat různé skoby a hřebíky. Máte-li tyto předměty zvednuty, odpojte jeden přívod od baterie. Zvedejte elektromagnetem i jiné předměty z oceli. Zjistujte kompasem póly obou konců elektromagnetu při spojeném elektrickém obvodu.

5. Jak si uděláte elektromagnet ve tvaru podkovy

Opatřete si tenký a dlouhý šroub nebo kus ocelové tyče o průměru asi 5 mm a dlouhý asi 30 cm. Ohněte tyč do tvaru písmene U. Na každé rameno navíjete několik vrstev zvonkového drátu; zakřivenou část ponechte volnou, jak je vidět na obrázku. Navíjete



cívku asi ze tří vrstev nejdříve na jednom ramenu podkovy, pak pokračujte v témž smyslu i na ramenu druhém, kde opět navinete asi tři vrstvy závitů. Přívody ponechte opět asi 30 cm dlouhé. Aby se závity neodvily, zajistěte je lepicí páskou, nejlépe izolopou. Odstraňte izolaci na konci přívodů, připojte dva monočláanky a vyzkoušejte póly elektromagnetu. Jeden pól by měl být se-

verní, druhý jižní. Mají-li oba stejnou polaritu, navíjeli jste cívku v nesprávném smyslu a budete ji muset převinout.

Zkoušejte tímto magnetem zvedat různé ocelové předměty. Porovnejte nosnost tohoto elektromagnetu s nosností permanentního podkovovitého magnetu.

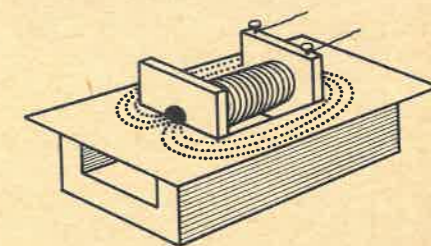
6. Jak se dá zvýšit nosnost elektromagnetu

Navíjete 100 závitů zvonkového drátu na přímý ocelový šroub. Konce vinutí elektromagnetu připojte k jednomu monočláнку a spočítejte, kolik připínáček elektromagnet unese. Pokus opakujte třikrát a vypočítejte střední hodnotu. V pokusech pokračujte, připojte však elektromagnet k baterii ze dvou monočláanky. Ze tří měření určete opět střední hodnotu počtu zvednutých připínáček. Jak se zvýší nosnost elektromagnetu, zvýší-li se protékající elektrický proud?

Navíjete na cívku elektromagnetu ve stejném smyslu dalších 100 závitů. Připojte jeden monočlánek a pozorujte, kolik připínáček elektromagnet zvedne. Opakujte pokus třikrát a určete průměr. Porovnejte tento počet s počtem připínáček zvednutých magnetem o původních 100 závitěch a připojeném k jednomu monočláнку. Jak ovlivnil vzrůst počtu závitů nosnost elektromagnetu? Jakým způsobem je možno zvýšit nosnost elektromagnetu?

7. Magnetické pole cívky

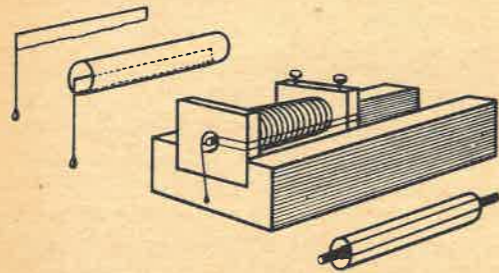
Použijte zařízení, které jste si zhotovili v pokusu 1. Uprostřed pohlednice vystříhnete pravoúhlý otvor, umožňující nasadit



pohlednici na cívku. Pohlednice slouží jako podklad, na němž se mohou tvořit pomocí ocelových pilin různé obrazce magnetických polí, vkládáte-li do cívky různá jádra.

8. Přístroj k měření odporivé síly

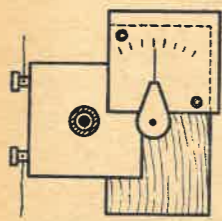
Použijte zařízení zhotovené v pokusu 1. Pro pohyblivou část přístroje potřebujete kus plíšku z plechovky asi 4 až 5 cm dlouhý, na jehož jednom konci je připájen drát. Na konci drátu je přichycena kapka cínu, a tím se udržuje plíšek ve svislé poloze.



Prochází-li vinutím proud, cívka se zmagnetuje. Pevná i pohyblivá část přístroje se zmagnetují souhlasně, a proto se budou vzájemně odpuzovat. Pevnou část tvoří tlustší drát z měkké oceli, přidržovaný gumovým páskem. Přístroj bude ukazovat proud v rozmezí 0–5 ampérů.

9. Přístroj k měření přitažlivé síly

Použijte zařízení zhotovené v pokusu 1 této části. Cívku připevněte stejně jako dříve, ale žlábek položte na bok. Do cívky zasuněte



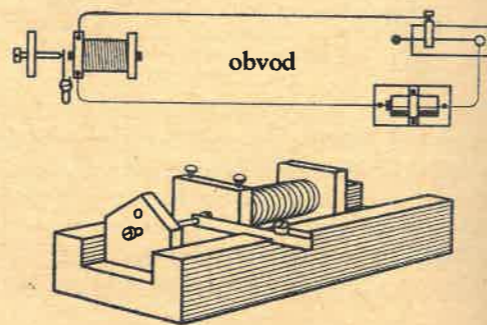
ocelové péro a vinutím nechte procházet proud. Jádro přitahuje kus plíšku ve tvaru hrušky, který je otáčivě přichycen na špendlíku zabodnutém do čela žlábků. Jako ručička poslouží jemný drátek připájený k horní části plíšku. Na kus lepenky, zabodnuté na čelo žlábků připínáčky, si můžete zakreslit stupnici.

To je ukázka několika přístrojů, které můžete sestavit z dřívě popsaných částí. Žáci ve věku 12 let jistě sestaví řadu dalších zařízení, např. elektrické signální zařízení, relé atd.

10. Jak si uděláte telegrafní klíč a zvukový přijímač

Použijte opět zařízení zhotovené v pokusu 1. Nejprve navijte cívku z jakéhokoli měděného drátu a její konce zachyťte do zdířek. Hotovou cívku zatlačte do žlábků a vložte do ní jádro z měkké oceli; je-li třeba, utěsňte kouskem papíru.

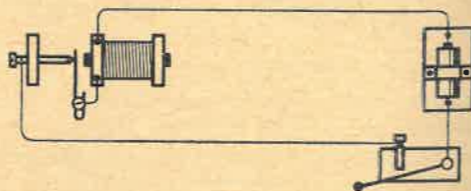
Asi 10 cm dlouhý proužek plechu zamáčkněte do dvou zářezů v hraně žlábků a připevněte zdířkou. Konec pásku se opírá o šroubek, přichycený v dolním otvoru jednoho z čel.



Zapnete-li vypínač, cívka se stane magnetem, přitáhne plíšek, který narazí na kovové jádro, a ozve se cvaknutí; vypnete-li vypínač, plíšek odskočí zpět a nárazem na šroubek vydá další zvuk.

11. Jak si uděláte elektrický bzučák

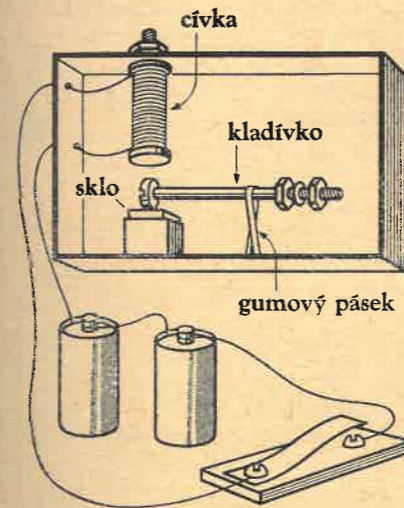
Použijte zařízení zhotovené v pokusu 1. Jednoduchá změna v uspořádání elektrického obvodu z předchozího pokusu (viz



obrázek) změni zvukový přijímač na bzučák. Kontakty se brzy okyslíčí, proto je musíte občas oškrábat kapesním nožem.

12. Telegrafní klíč a telegraf

Cívku zhotovíte pečlivým navinutím 75 až 100 závitů měděného izolovaného drátu na ocelový šroub 6 až 6,5 cm dlouhý. Abyste mohli zachytit cívku ke krabici, ponechte na konci šroubu opatřeném závitem dostatek místa pro dvě matice a tloušťku stěny krabičky. K zhotovení kladívka se nejlépe hodí asi 10 cm dlouhý ocelový šroub o průměru 5 mm s kulatou hlavou. Přichyťte jej k zadní stěně šroubovacím očkem (které je na šroubu umístěno mezi dvěma maticemi) tak, aby se hlava šroubu nacházela právě pod cívkou. Jako kovadlina poslouží kus



tabulového skla, přilepený na dřevěný špalíček. Celou kovadlinu dobře připevněte ke krabici rozehřátým pečtním voskem, popř. jakýmkoli jiným lepidlem. Výška kovadliny by měla být taková, aby poskytovala alespoň 3 mm prostoru pro pohyb kladívka; smí však být jen o málo větší. Zbývá ještě vyřešit odtahování kladívka, když proud cívkou je přerušen. Dobře se zde osvědčil gumový pásek. Přetáhněte jej přes konec kladívka a připínáčky přichyťte ke krabici. Napněte jej tak, aby kladívko od elektromagnetu po přerušení proudu vždy odtáhl.

Nyní zhotovte telegrafní klíč. Opatřete si prkénko asi 8 cm široké, 15,5 cm dlouhé a 0,5 cm tlusté. Z plechovky vystříhnete proužek asi 2,5 x 13 cm. Očistěte jej pečlivě smírkovým papírem nebo ocelovou vlnou, abyste z jeho povrchu odstranili lak a mastnotu. Hodí se také ocelové pero z hodin. Otvory

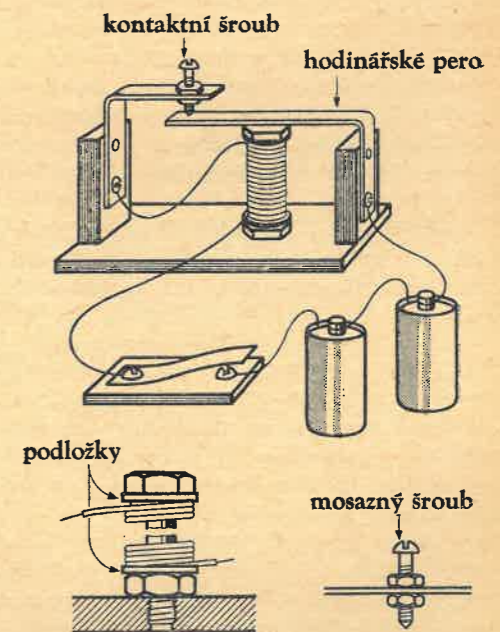
můžete prorazit prudkým úderem kladiva na průbojník nebo na velký hřebík. Na jednom konci prkénka umístěte šroub, na druhém konci šroubem přichyťte plechový proužek tak, aby při zmáčknutí spojoval hlavičku obou šroubů.

Zapojte nyní podle obrázku do série telegrafní přijímač, dva monočlánky a telegrafní klíč. Zkuste odeslat zkušební zprávu. Neozve-li se klapnutí při stlačení klíče, znamená to, že buď je uvolněn některý spoj, nebo že je třeba seřídít gumový pásek.

13. Zhotovení bzučáku jiným způsobem

Bzučák je v podstatě stejné zařízení jako telegraf s tím rozdílem, že místo klapavého zvuku při uzavření obvodu vydává zvuk bzučivý. Je uspořádán tak, že při sepnutém klíči automaticky spojuje a přerušuje obvod mnohokrát za sekundu. Kladívko přitom kmitá tak rychle, že vydává bzučivý zvuk po celou dobu, pokud je klíč spojen. Bzučák je výborné zařízení pro odesílání zpráv – krátké bzučení představuje „tečku“, dlouhé „čárku“. Zní podobně jako rádiové signály, a je proto lepší než telegraf k vysílání a příjmu morseových značek.

Uřízněte z dřevěného prkénka tři kousky o rozměrech 13 x 15,5 cm, 5 x 5 cm a 5 x 7,5 cm a zhotovte z nich podložku a boční nosní-



ky. V podložce asi 6,5 cm od jejího jednoho konce vyvrtejte otvor o průměru o něco menším, než je průměr šroubu magnetu. Šroub k magnetu o průměru 4 mm a dlouhý 8 cm koupíte v železářství. Na něj nasadte dvě podložky jakožto čela pro vinutí cívky. Maticí je stáhněte tak, aby asi 1,5 cm dlouhá část se závitem byla volná. Naviňte pak pečlivě 100 závitů zvonkového drátu a na začátku a na konci cívky nechte asi 45 cm dlouhé přívody. Poslední závit přivažte nebo přilepte lepicí páskou, aby se drát neodvíjel. Cívku pevně našroubujte do předvrtaného otvoru v podložce.

Vibrátor zhotovte z 10,5 cm dlouhého a 2 cm širokého proužku z tenké oceli, ohnutého do pravého úhlu tak, aby jeho rameno bylo 7,5 cm dlouhé. Výborně se k tomuto účelu hodí také kus pera z hodin, které se však musí před ohýbáním změkčit. Při změkčení (popouštění) se pero zahřeje do červeného žáru a nechá se pomalu vychladnout. Na kratším ramenu prorazte průbojníkem nebo velkým hřebíkem a kladivem dva otvory, proužek šroubu přichyťte k malému špalíku a ten připevněte hřebíky nebo vruty k podložce. Musíte dát pozor, aby vibrátor nebyl výše než 3 mm nad magnetem. Není-li nastaven správně, můžete jej seřadit ohýbáním pásku.

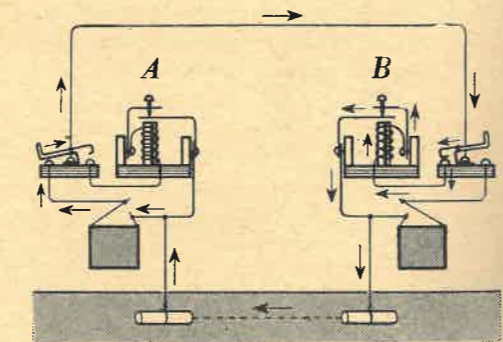
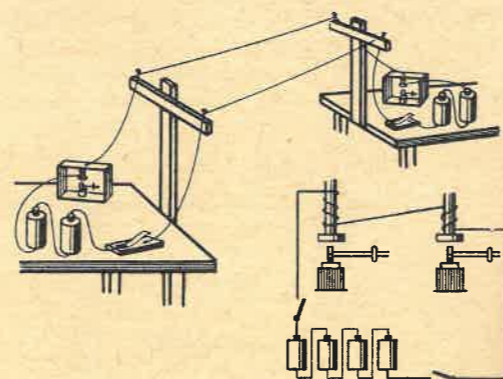
Jako dotykový bod použijte malý mosazný šroubek asi 2,5 cm dlouhý o průměru 6 mm, dva šroubky a asi 5 cm dlouhý ocelový úhelník. Upevněte šroubek do jednoho z otvorů v úhelníku a úhelník přišroubujte na druhý špalík (5 × 7,5 cm) tak, aby po přichycení ve svislé poloze na podložce bylo vodorovné rameno ocelového úhelníku asi 1,5 cm nad vibrátorem.

Nyní připojte k bzučáku dva monočlánky a klíč. Přesvědčte se, že všechny přívody jsou v dobrém kontaktu a že izolace je na všech spojových místech odstraněna. Stiskněte klíč a otáčejte kontaktním šroubkem, až se bude dotýkat vibrátoru. Nezačne-li vibrátor kmitat, očistěte pečlivě povrch pod kontaktem smrkovým papírem nebo ocelovou vlnou. Jakmile začne kmitat, můžete nastavit jeho tón jemným seřízením kontaktního šroubu a ohnutím vibrátoru tak, aby mezi ním a magnetem byla mezera asi na tloušťku nože. Nyní se již můžete cvičit v předávání zpráv. Bzučáky můžete propojit vedením ve třídě i mezi dvěma domy.

14. Jak se zapojuje dvoulinkový telegraf

Zhotovíte-li dva telegrafní přijímače a dva telegrafní klíče, můžete podle obrázku spojit dvě telegrafní stanice.

Telegrafní klíč zhotovíte podobně jako jednoduchý klíč. Pružný plech však ohněte podle obrázku. Tento klíč má tři póly — tři přívody — a slouží též jako přepínač.



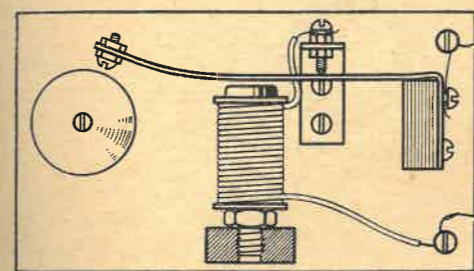
Všimněte si, že klíč z první stanice ovládá přijímač z druhé stanice a naopak.

K „dálkovému vedení“ mezi stanicemi stačí jen jeden vodič, využijete-li vodivosti země. Spojte obě stanice podle obrázku. Vodiče, které mají být připojeny k zemi, připojte k vodovodnímu nebo plynovodnímu potrubí.

15. Jak si zhotovíte elektrický zvonek

Budete potřebovat tři kousky dřevěného prkénka, jedno na podložku s rozměry asi 13 × 18 cm, druhé k zachycení elektromagnetu a třetí k zachycení vibrátoru (obě s rozměry přibližně 5 × 5 cm). Naviňte

aspoň 100 závitů izolovaného zvonkového drátu na 8 cm dlouhý ocelový šroub. Na obou koncích cívky ponechte několik centimetrů volného drátu na přívody. Cívku opět naviňte mezi dvě podložky, držené maticí tak, aby asi 1,5 cm šroubu se závitem přečnívalo. Tímto koncem přichyťte elektromagnet k dřevěnému bloku, jak je znázorněno na obrázku. Elektromagnet pak připevněte doprostřed podložky vhodnými hřebíčky nebo vruty. K zhotovení vibrátoru nebo kla-



dívka se nejlépe hodí změkčené pero z hodin asi 18 cm dlouhé a alespoň 1,5 cm široké. Na jednom konci udělejte otvor a na druhém konci dva, vzdálené od sebe asi 2,5 cm. Do prvního otvoru připevněte malý šroub se dvěma maticemi, které budou sloužit jako kladívko. Druhý konec zahněte asi ve vzdálenosti 4 cm do pravého úhlu a přichyťte dvěma šrouby k dřevěnému špalíku; ten připevněte na dřevěnou podložku. Umístěte ji tak, aby raménko vibrátoru bylo v konečném uspořádání vzdáleno asi 6 mm od elektromagnetu.

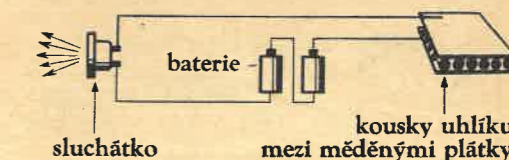
Prerušovač dejte na ocelový úhelník asi 2,5 cm dlouhý, jak je vidět na obrázku. Tvoří jej malý, nejlépe mosazný šroub asi 10 mm dlouhý, opatřený dvěma maticemi. Prerušovač připevněte šrouby k základně ve vzdálenosti asi 9 cm od kladívka tak, aby se vibrátor dal správně nastavit. Před seřízením prerušovače odtáhněte pero od magnetu, aby po nastavení kontaktu byl vibrátor přitlačován dostatečně silně k cívce.

Než připevníte zvon, musíte správným způsobem seřadit kontakty. Schéma zapojení přívodů je zřejmé z obrázku. Připojte dva monočlánky a nastavte správný kontakt prerušovače otáčením šroubu. Zatímco kladívko kmitá, nalezněte nejlepší polohu pro zvon a v té jej připevněte k podložce. Zlepšit provoz zvonku může malé ohnutí pera nebo

změna tlaku kontaktu, změna mezery mezi vibrátorem a elektromagnetem nebo opětovné očištění kontaktu.

16. Jak si sestavíte jednoduchou telefonní linku

Opatřete si dva měděné plátky o plošném obsahu asi 10 cm², provrtejte v nich otvor a připevněte k nim asi 1 m zvonkového drátu na koncích pečlivě zbaveného izolace. Nejlépe je drát k měděným plátkům připájet. Z vybité baterie vyjměte uhlíkové roubíky a rozlámejte je na kousky o délce asi 5 mm. Vyberte si uhlíkové kousky přibližně stejné



velikosti. Dále si opatřete dřevěnou krabičku a budík. Položte budík ciferníkem nahoru na krabičku a na budík položte jeden měděný plátek. Drát od tohoto plátku připojte do série se dvěma monočlánky a od nich k telefonnímu sluchátku a k druhému měděnému plátku. Na první měděný plátek položte kousky uhlíku a přiklopte druhým plátkem. Přiložte sluchátko k uchu — uslyšíte tikání hodin. Horní plátek můžete seřadit posouváním.

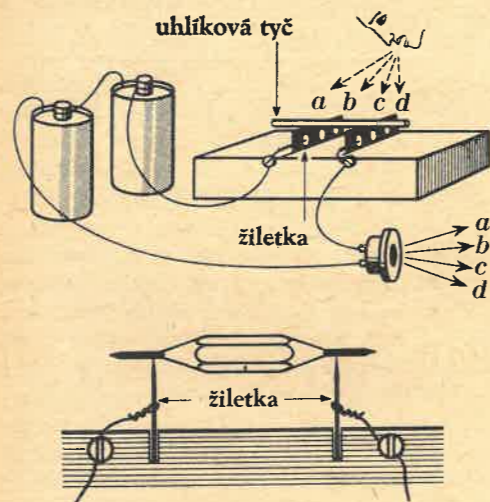
17. Jak si zhotovíte jednoduchý telefonní mikrofon

Špičkou kapesního nože vyryjte dvě rovnoběžné drážky, 4 cm od sebe vzdálené, do vrchní stěny dřevěné krabičky. Do každé drážky zasadte žiletku, aby pevně držela ve svislé poloze. Nebudou-li žiletky držet, připevněte je pečtním voskem (zahřejte žiletku, potřete ji pečtním voskem a ještě teplou ji zatlačte do připravené drážky). Přívody udělejte ovinutím drátu. Dále ořežte na obou koncích kousek tužky a položte ji tuhou na břity žiletok. Tužka musí být tak ořezaná, aby se žiletka dotýkala tuha, nikoli dřeva, a mikrofon je hotov.

Opatřete si vyřazené telefonní sluchátko. Zapojte je do okruhu, jak je znázorněno na obrázku.

Abyste vyzkoušeli zapojení, přiložte k uchu sluchátko a tužku nadzvedněte a opět položte na břity žiletek. Budete-li pohybovat tužkou po břitech, uslyšíte ve sluchátku praskání, podobně jako v rádiu.

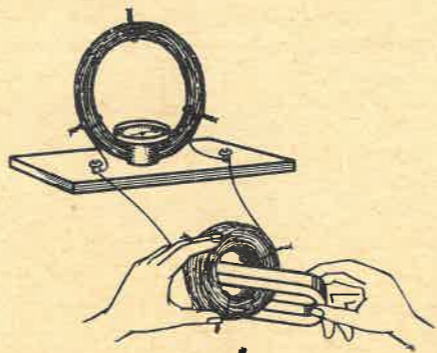
Při seřizování správné hlasitosti položte na krabičku hodinky a poslouchejte tikání; tuhu nastavte tak, abyste tikání slyšeli asi 2 až 3krát silněji než normálně. Když jste našli nejcitlivější místo, odstraňte hodinky a mluvte zřetelně přímo do krabičky. Žák se sluchátkem na uchu uslyší, co mluvíte. Musí si ovšem druhé ucho zakrýt, nebo musíte mít vedení dostatečně dlouhé.



Nyní jste ukázali, že dřevěná krabička reprodukuje váš hlas a přenáší ho po drátech. Jak to vysvětlit? Snadno se přesvědčíte, že zvukové vlny hlasu rozkmitávají krabičku. Dotkněte se prsty krabičky. Zatímco budete vydávat zvuky, ucítíte chvění krabičky. Toto chvění způsobuje, že podobně kmitá také tužka. Tím se přerušuje ustálený stejnosměrný proud v elektrickém obvodu. Elektromagnetem telefonu pak prochází proud pulsující, který rozkmitá membránu sluchátka. Chvějící se membrána vyvolá zvukové vlny stejného druhu jako vlny, které dopadaly na mikrofon. Provedte ještě tyto pokusy: Třete krabičku a poslouchejte. Nechte dopadat na krabičku zrnka písku a sluchátkem naslouchejte, jak dopadají na povrch. Uhoďte do stolu a poslouchejte. Potvrzují tyto pokusy výše uvedené vysvětlení?

18. Vznik elektřiny pomocí magnetu a cívky

K tomuto pokusu budete potřebovat citlivý detektor, který jste si zhotovili v pokusu B 4. Připojte dostatečně dlouhými přívody k proudovému detektoru cívku, navinutou asi z 50 závitů zvonkového drátu. Nasuňte cívku na jeden pól permanentního podkovovitého magnetu a pozorujte přitom magnetku přístroje. Co pozorujete? Cívku z pólu

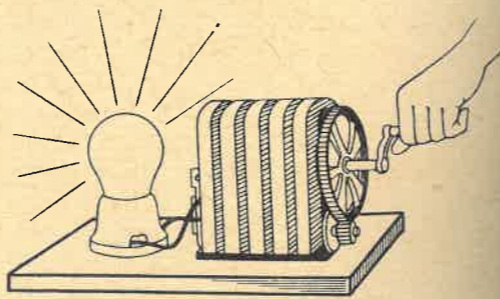


magnetu sesuňte a opět pozorujte magnetku. Co zjišťujete nyní? Pokus opakujte tak, že do dutiny cívky střídavě zasouváte a z ní vysouváte druhý pól permanentního magnetu. Kdykoli indukční čáry protnou vinutí cívky, indukuje se na koncích cívky napětí a připojeným přístrojem projde proud.

19. Ruční generátor elektrického napětí

Potřebujete induktor ze starého nástěnného telefonního přístroje.

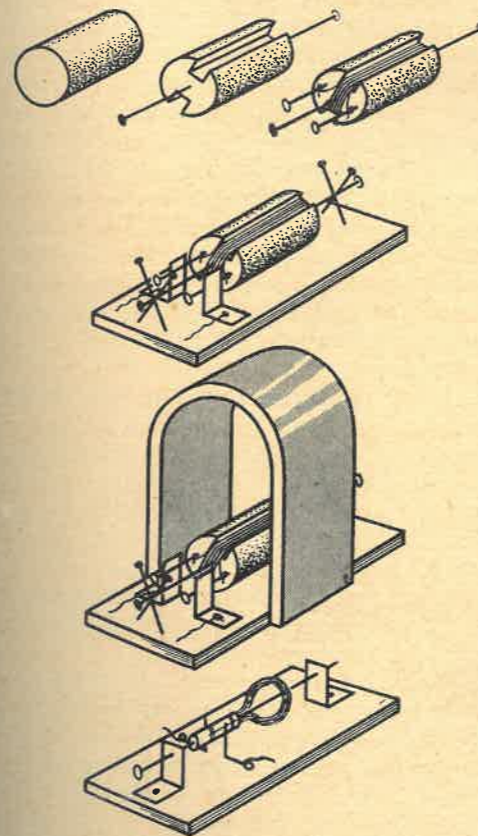
Vyjměte induktor ze skříňky a přichyťte jej na jeden konec prkénka s rozměry přibližně 15,5 x 30 cm. Na druhý konec upevněte objímku na žárovku. K ní připojte vývody induktoru. Do objímky našroubujte 10W žárovku na napětí 100 voltů.



Přístroj je nyní připraven k použití. Otáčejte klikou — žárovka bude svítit. Otáčejte pomalu — žárovka bude svítit slabě. Otáčejte rychle — žárovka bude svítit jasně. Proč? Zavřete oči a zatímco budete otáčet, požádejte některého žáka, aby povoloval a přitahoval žárovku. Dovedete usoudit z námahy vynaložené na otáčení, kdy je žárovka zašroubovaná a kdy je povolena? Proč se hůře otáčí, když žárovka svítí?

20. Jak si uděláte motor ze špendlíků a korku

Rotor motoru zhotovíte navinutím cívky z tenkého izolovaného drátu do zářezu vyříznutého žiletkou v korkové zátce.



Jako osa poslouží dva špendlíky zabodnuté do čel zátky. Konce vinutí (zbavené izolace) ovinete kolem dalších dvou špendlíků, sloužících jako přívodní svorky. Místo kartáčků použijte pásy z tenké hliníkové nebo měděné fólie, přichycené k základně připínáčky.

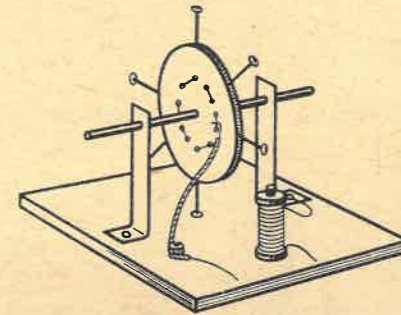
Tento model, napájený z jedné baterie, dokončíte tím, že rotor umístíte do magnetického pole podkovovitého magnetu.

Trpasličí rotor si můžete udělat z jediného špendlíku bez použití korku. Drát nejprve navíjete na tužku a svažte do smyčky bavlněnou nití. Konce jsou rovněž připevněny nití k papírovému válečku (z lepicí pásky), navinutého na špendlík a sloužícího jako komutátor.

Dva malé úhelníčky tvoří podpěru a přívody ke komutátoru jsou zhotoveny z tenkých drátků.

21. Jak si zhotovíte motor založený na přitažlivosti

U tohoto motoru je elektromagnetem přitahován rotor z měkké oceli. Spojitého pohybu dosáhnete tím, že proud v patričnou dobu přerušíte, takže jsou postupně přitahovány různé segmenty rotoru. Segmenty rotoru tvoří šest ocelových hřebíků 7 cm dlouhých, s uříznutými hlavičkami. Jádro elektromagnetu tvoří jeden hřebík.



K zhotovení rotoru vystříhnete z lepenky tři kruhy o průměru 6 cm. V jednom z kruhů vyříznete šest stejně vzdálených radiálních zářezů, do nich vložíte hřebíky a z obou stran přilepte zbývající dvě čela. Dále na rotoru označte kruh o poloměru 2 cm a po jeho obvodu udělejte dvanáct otvorů. Jimi provlékněte holý měděný drát a připevněte jej na osu tak, aby tvořil šest kontaktů. Osu rotoru zhotovte z pletacího drátu.

Elektromagnet sestrojíte tak, že propíchnete hřebíkem dva lepenkové kotouče nebo dvě podložky k vodovodnímu kohoutku, které budou tvořit čela cívky. Na hřebík navíjete dvě vrstvy izolovaného zvonkového

drátu a celý elektromagnet zabodněte do kusu prkénka, které tak bude tvořit podstavec.

Podpěry rotoru zhotovte ze dvou plechových pásků vystřižených např. z plechovky; udělejte do nich otvory pro osu a pro hřebíčky, kterými je přichytíte k podstavci.

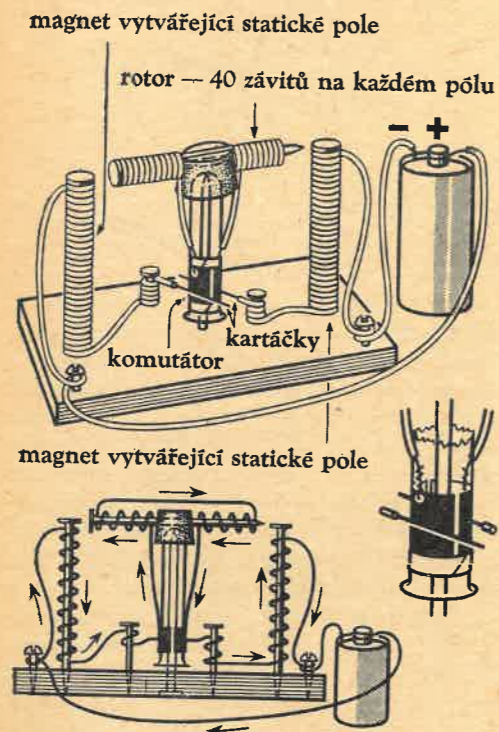
Způsob uspořádání je patrný z obrázku.

Máte-li zdroj nízkého střídavého proudu, např. zvonkový transformátor, můžete jej připojit k elektromagnetu rotoru. Při troše trpělivosti se vám podaří roztočit rotor takovou rychlostí, která odpovídá rychlosti změny střídavého proudu. Tento model představuje činnost motoru v hodinách na měření spotřeby elektriny.

22. Jiný jednoduchý motor

Tento jednoduchý motor vás jistě uspokojí. Využívá proudu z baterie jak k vytvoření statického magnetického pole, tak ke vzbuzení magnetického pole cívky rotoru.

Na základnu uřízněte prkénko $20 \times 25,5$ cm. Uprostřed vyvrtejte malý otvor a zasuňte do



něho hřebík 15,5 cm dlouhý. Naviňte pečlivě 100 závitů izolovaného zvonkového drátu na dva další 15 cm dlouhé hřebíčky a na začátku a na konci cívky ponechte vždy asi 30 cm volného drátu na přívody. Zatlučte hřebíčky do základny ve vzdálenosti 15,5 cm od sebe. Další dva malé hřebíčky zatlučte v úhlopříčce asi 5 cm od středního hřebíčku. Volné konce každé z cívek omotejte několikrát kolem těchto hřebíků a konce drátu ohněte tak, aby se dotýkaly středního hřebíčku. Tyto konce budou sloužit jako kartáčky. Musíte dát pozor, aby cívky byly vinuty ve správném smyslu. Na obrázku je tento správný smysl vinutí zachycen. V jiném zapojení se motor nebude otáčet. Zbývající konce cívek můžete přichytit šroubky v rozích podstavce.

Magnety vytvářející statické magnetické pole a kartáčky, tj. dvě ze čtyř základních částí motoru, jsou nyní hotovy. Zbývá sestavit těleso rotoru a komutátor. Vyvrtejte napříč horní části 4 cm korkové zátky otvor a prostrčte jím 13 cm dlouhý hřebík. Na každé jeho rameno naviňte asi 40 závitů izolovaného zvonkového drátu v tom smyslu, jaký je znázorněn na obrázku. Volné konce zbavte izolace. Ve středu korku udělejte opatrně prohlubeň a zakulaťte ji kapesním nožem. Do prohlubeniny vložte uzavřený konec zkumavky dlouhé 10,5 nebo 13 cm a těleso rotoru je hotovo.

Komutátor zhotovíte z měděného plíšku asi 4 cm dlouhého. Vystříhnete z něho dva pravoúhlé kousky dostatečně široké, aby obepínaly zkumavku s mezerou 6 mm mezi sebou, a zahnete je tak, aby přiléhaly na zkumavku. Propíchněte do nich malé otvory a do každého přichytíte jeden z volných konců (bez izolace) vinutí rotoru. Pak pevně tyto komutátorové plíšky přichytíte nahoře i dole lepicí páskou.

Nasaďte zhotovený rotor na vertikální nosník a kartáčky přiložte na komutátor. Je-li vše v pořádku, připojte jeden článek nebo baterii ze dvou článků spojených za sebou a lehkým tukuťnutím uveďte rotor do rychlého pohybu. Neroztočí-li se, zkontrolujte, zda kartáčky tvoří lehký, ale bezpečný kontakt. Někdy také pomůže změna úhlu kartáčků. Abyste tuto možnost vyzkoušeli, odviňte konce drátků z hřebíků a držte je lehce prsty proti plátkům komutátoru. Natáčejte je, vždy vzájemně rovnoběžně, pod různými úhly, zatímco váš pomocník bude

otáčet rotorem. Vyznačte bod, v němž rotor získá maximální rychlost, a upevněte kartáčky v této poloze. S trochou trpělivosti

dosáhnete jistě úspěchu a tato instruktivní a zajímavá hračka vás bohatě odmění za námahu spojenou s její přípravou.

D. TEPLA A SVĚTLO Z ELEKTRICKÉ ENERGIE

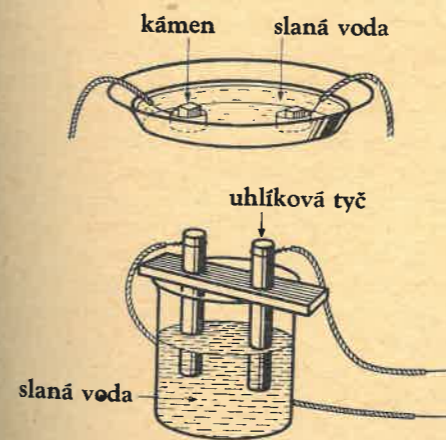
1. Jak získáte teplo a světlo z elektrické energie

Viz pokus B 25 této kapitoly.

2. Jak si uděláte jednoduchý reostat

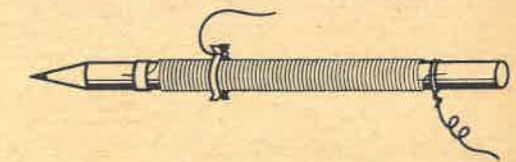
V některých z následujících pokusů budete potřebovat snižovat velikost elektrického proudu.

Toho můžete dosáhnout tím, že necháte proud procházet špatným vodičem, zvaným odpor nebo reostat, zařazeným do elektrického obvodu. Existuje několik různých typů reostatů. Nejjednodušší je tzv. vodní reostat. Voda je špatným vodičem elektriny, bude-li



3. Reostat z odporového drátu

Malý reostat k řízení osvětlení jeviště u malého loutkového divadla nebo k snižování a zvyšování intenzity světla elektrické žárovky můžete zhotovit z neizolovaného chromniklového drátu o průměru 0,3 mm.

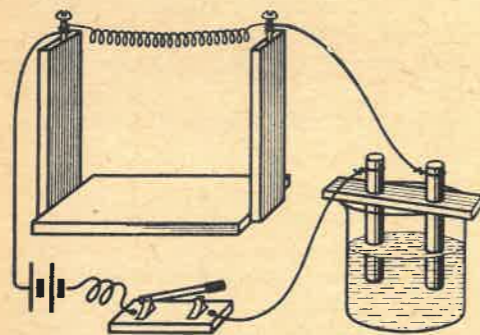


proto nádoba s vodou tvořit jeden úsek, kterým musí elektrický proud projít, velikost proudu značně poklesne. Čistá voda proud téměř nevede. Přidáte-li do vody několik zrnek soli, voda se stane pro vaše další pokusy dostatečně vodivou. Čím delší dráhu musí proud touto slanou vodou projít, tím menší proud prochází obvodem. Velikost proudu upravíte tak, že zvětšíte nebo zmenšíte vzdálenost elektrod ponořených do slané vody. Tento přístroj můžete připojit nejvýše na napětí 24 V, jinak je životu nebezpečný.

Naviňte asi 100 závitů na tužku a jeden konec zachyťte na dva až tři závitů tlustého měděného drátu, který bude sloužit jako přívodní svorka. Druhý konec odporového drátu přichyťte lepicí páskou. Jako pohyblivý přívod (jezdce) použijte krokosvorku, k níž je připojen spojovací drát.

4. Jak pomocí elektřiny rozžhíváte drát

V tomto pokusu budete mít možnost studovat, jak se působením elektrického proudu zahřívají různé druhy drátů. Postavte dřevěný stojan skládající se z podstavce o rozměrech přibližně 15×15 cm a dvou svislých nosníků asi 20 cm vysokých. Do horní části každého nosníku zašroubujte vrut asi do poloviny délky nebo zatlučte hřebík. Abyste si zhotovili spirálu, pečlivě navíňte na tužku do jedné vrstvy 1,5 m dlouhý ocelový drát o průměru 0,3 až 0,6 mm. Stáhněte spirálu z tužky a roztáhněte ji tak, aby dosahovala od jednoho nosníku k druhému; její konce omotejte kolem vrutů, aby byla dobře zavěšena. Zapojte ji do série s vodním reostatem a připojte ke zdroji napětí nejvýše 24 V. Než obvod spojíte, přesvědčte se, že reostat je nařízen na největší odpor. Pak postupně snižujte odpor a pozorujte, jak se drát ohřívá až do rudého žáru. Přiblížte se ke spirále rukou. Dotkněte se drátu kouskem papíru nebo dřevěnou třískou a nechte je se vznítit. Zvyšujte proud, až se drát přepálí.

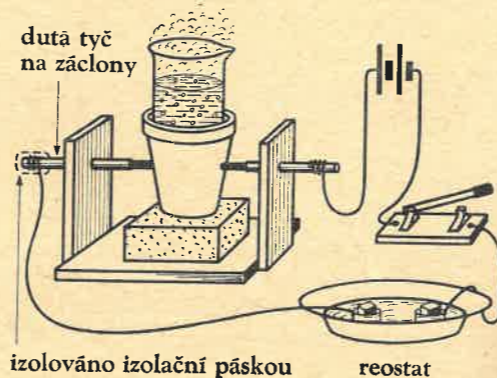


Místo ocelového drátu užíjte drát chrom-niklový nebo jiný odporový drát. Můžete jej ohřát mnohem více než ostatní dráty, aniž se přepálí? Lze z tohoto pokusu usoudit, jak se dá sestavit elektrický vařič?

5. Jak si uděláte elektrickou obloukovou pec

Elektrický oblouk nevydává jen velmi jasné světlo, ale je také jedním z nejvydatnějších známých zdrojů tepla. Nejjasnější bod na konci uhlíkové tyče dosahuje teploty až $3\ 760\text{ }^\circ\text{C}$! (Teplota varu vody je $100\text{ }^\circ\text{C}$. Ocel se taví při $1\ 535\text{ }^\circ\text{C}$.)

Na malou obloukovou pec je zapotřebí květináč, dva uhlíkové roubíky ze suchých článků, dva kousky duté tyče na záclony a několik kousků dřeva.



V hliněném květináči o průměru 8 cm vyvrtejte na opačných stranách, asi 2,5 cm ode dna, dva otvory. Nemáte-li vrták, můžete otvory udělat trojúhelníkovým pilníkem nebo jakýmkoli kovovým předmětem s ostrými hranami. Otvory upravte pilníkem tak, aby jimi uhlíky mohly volně procházet. Dále uřízněte dva asi 12 cm dlouhé kusy duté tyče na záclony. Nemáte-li lepší nástroj na řezání trubek, můžete tyto tenké tyče snadno uříznout tak, že po jejich obvodu uděláte trojúhelníkovým pilníkem zářez a pak je v tomto místě zlomíte. Do kovových trubek pak uhlíky vložte a podstatná část pece je hotova.

Nyní budete potřebovat konstrukci k zachycení jednotlivých částí. Přitlučte hřebíky dvě dřevěné destičky asi 15 cm dlouhé kolmo k podstavci s rozměry asi 15×15 cm. Mezi ně na podstavec položte půlku cihly nebo i kus plochého kamene a na něj postavte připravený květináč. Pec můžete zdokonalit tím, že cihlu k podstavci a květináč k cihle přilepíte osinkovým (azbestovým) cementem. Naneste tenkou vrstvu cementu na dno a přitiskněte květináč na cihlu. Pak odměřte takovou výšku otvorů v postranních dřevěných nosnících, aby jimi a otvory v květináči mohly procházet ve vodorovné poloze kovové trubky s uhlíky. Vyvrtejte otvory dosti veliké, aby v nich trubky mohly hladce procházet. Máte-li vše připraveno, vložte tyče s uhlíky do otvorů.

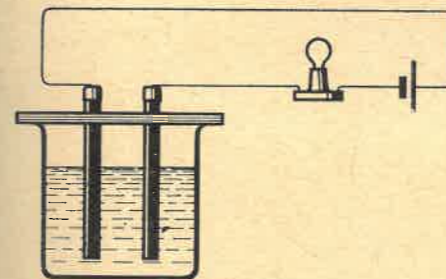
Zapojte pec do série s vodním reostatem a připojte ke zdroji napětí nejvýše 24 V. Při chodu pece noste tmavé brýle, oslnivé světlo poškozuje zrak.

E. CHEMICKÉ ÚČINKY ELEKTRICKÉHO PROUDU

V kapitole IX, v pokusu A 1 na str. 95 jsme ukázali, jak se při průchodu elektrického proudu voda rozkládá. To je pouze jeden příklad obecného jevu; mnoho látek je procházejícím elektrickým proudem ovlivněno podobným způsobem. Tento proces se nazývá elektrolýza a látky, které se tímto způsobem chovají, se nazývají elektrolyty. Jevy jsou často komplikovány tím, že dochází k vzájemnému působení produktů elektrolýzy s elektrodami, kterými je proud do elektrolytu zaváděn; v následujících pokusech budete moci studovat některé ze základních principů elektrolýzy.

1. Jevy vodivosti v různých druzích kapalin

Kapaliny se dají rozdělit do dvou skupin. Do první skupiny patří např. destilovaná voda, oleje, metylalkohol; do druhé skupiny kyseliny a louhy, např. zředěná kyselina sírová, chlorovodíková, dusičnan stříbrný atd.



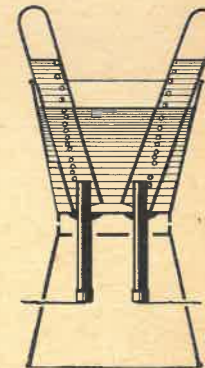
Dva malé uhlíkové roubíky ze suchých článků zasuňte do otvorů vzdálených asi 2,5 cm od sebe v dřevěném prkénku 2,5 cm širokém a 10 cm dlouhém. K mosazným čepičkám na uhlících připájejte měděný drát a zapojte je do elektrického obvodu s 6voltovou baterií a kontrolní žárovkou 2,5 voltů, jak je znázorněno na obrázku.

Zkoumanou kapalinu nalijte do malé nádoby a ponořte do ní uhlíkové roubíky. Zjistíte, že některé kapaliny nevedou elektřinu, z jiných se uvolňují plyny a v některých případech dochází na povrchu roubíků k chemickým změnám.

2. Shromažďování plynných produktů elektrolýzy

Jímáte-li plyny vznikající při elektrolýze, můžete je určit. Jednoduchý přístroj k tomuto účelu, zvaný voltametr nebo coulometr, můžete sestavit z kelímku na limonádu, kterého použijete jako nádobu na

zkoumanou kapalinu, uhlíkových tyčí jako elektrod a malých zkumavek nebo tub od léků na zachycení plynů. Podobně jako v pokusu 1 připájejte k uhlíkům měděné dráty a uhlíky upevněte do otvorů, vyvrtných korkovým vrtákem do dna dvou na sebe postavených kelímků; spodní kelímek slouží jako podstavec přístroje. Dejte kelímky dny na sebe a vhodným lepidlem připevněte uhlíky do otvorů tak, aby v horní části vyčnívaly asi o 2,5 cm. Přívodní dráty protáhněte otvory v bočních stěnách dolního kelímku. Do horního kelímku a obou zkumavek nalijte zředěnou kyselinu chlorovodíkovou; zkumavky pak obraťte dnem vzhůru tak, aby každá z nich byla nad jednou z uhlíkových tyčí. Připojte příводы k 6voltové baterii jako v pokusu 1 a sledujte účinky proudu. Protože je chlór rozpustný v elektrolytu, musíte chvíli počkat, až se roztok nasytí; konečné shromážděné objemy vodíku a chlóru však budou stejné.



3. Bělící lázeň pomocí elektrolýzy

Asi do poloviny sklenice nalijte vodu a v ní rozpustíte tolik kuchyňské soli, kolik je možno. Mezi uhlíkové roubíky voltametry, popsaného v předchozím pokusu, vložte lepenkový klín, který rozdělí kelímek na dvě části. Do kelímku nalijte solný roztok a do každé části vložte červený lakmusový papírek. Uhlíkové roubíky připojte k baterii s napětím 7,5 voltu. Na katodě (záporná elektroda) se ihned začnou vytvářet bublinky vodíku, ale z důvodu uvedeného v minulém

pokusu se na anodě (kladná elektroda) neobjeví bublinky chlóru okamžitě. Asi za 20 minut lakmusový papírek v anodové části kelímku zbledlá, kdežto lakmusový papír v části u katody zmodrá, neboť se tvoří hydroxid sodný.

Jakmile se objeví bublinky chlóru, přerušete proud, odstraňte klín a kapalinu dobře promíchejte. Vytvoří se chlornan sodný. To je sloučenina, která je obsažena v bělicích lázních; vyzkoušejte její účinek na vodě zbarvené kapkou inkoustu ve zkumavce.

4. Vyzkoušejte elektrolýzu speciálních roztoků

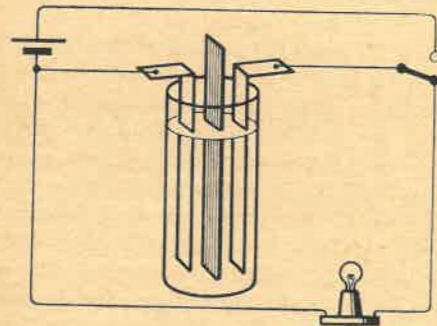
a) sirníku zinečnatého, b) octanu olovnatého.

a) Nalijte do voltmetru slabý roztok sirníku zinečnatého a pomocí 9voltové baterie provádějte jeho elektrolýzu. Téměř okamžitě se na katodě objeví houbovitá vrstva zinku.

b) Nalijte vodu asi do poloviny sklenice a dodejte několik gramů octanu olovnatého. Abyste zamezili srážení, míchejte roztok skleněnou tyčinkou, namočenou v kyselině octové. Kapalinu pak nalijte do voltmetru a připojte k baterii jako v předchozím pokusu. Na katodě se rychle bude usazovat olovo ve tvaru „stroměčku“ a je velmi pěkné pozorovat, jak roste.

5. Činnost jednoduchého olověného akumulátoru

Z olověných plechů tloušťky 1,5 mm nastříhejte proužky 15 cm dlouhé a asi 15 mm široké, které použijete jako pláty akumulátoru. Na konci každého plátu proražte otvor a jím provlékněte měděný spojovací drát. Vyperte pláty ve vodě a vyčistěte je ocelovou vlnou nebo smirkovým plátnem. Oddělte je



184

dřevěnými dláhami a vložte do kádinky s vařícím se roztokem slabě ředěné kyseliny sírové. Ohněte také horní části plátů tak, aby se vzájemně nemohly dotýkat. Připojíte-li přístroj k 6voltové baterii a necháte-li procházet proud, objeví se na jedné soustavě desek kysličník olovičitý, na druhé houbovitě olovo. To se projeví tak, že po několika minutách se jedna část plátů zbarví do červeno-hněda, zatímco druhá část zůstane šedá. Jakmile se toto stane, odpojte baterii a místo ní připojte 2voltovou žárovku. Nerozsvítí-li se žárovka, připojte pláty k baterii znovu na dalších několik minut a zopakujte zkoušku se žárovkou.

Uspořádejte si nyní obvod podle obrázku tak, aby se pláty mohly nabíjet nebo vybíjet přes žárovku přepnutím klíče. Nabíjete baterii jednu minutu a pak ji vybíjete přes žárovku a zaznamenávejte si čas, po který žárovka svítí. Opakujte pokus s nabíjecími dobami 2, 3 a 4 minuty a zaznamenávejte příslušné časy vybíjení přes žárovku.

Jako další krok udělejte podobný pokus s pláty ponořenými do kyseliny jen do poloviny. Vložte do kyseliny teploměr a dávejte pozor, jestli se nabíjením po určitou dobu teplota změní. Máte-li možnost, snažte se zjistit změnu hustoty kyseliny po půlhodinovém nabíjení.

6. Jak si uděláte použitelný akumulátor

Formování plátů, jak bylo popsáno v předcházejícím pokusu, je vhodné pouze k demonstračním účelům.

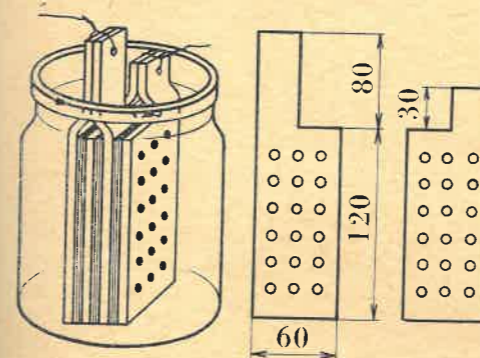
Abyste si vyrobili skutečný, pracující akumulátor, musíte použít větší a tlustší pláty s otvory zaplněnými příslušnými chemikáliemi.

Použijte pláty olova tlusté asi 5 mm – stačí vyklepané vodovodní nebo plynové trubky. Z nich si připravte pláty uvedených rozměrů a v nich provrtejte otvory, jež zaplníte pastami připravenými z následujících chemikálií:

Kladné pláty	Záporné pláty
1 část kysličníku olovnatého (tzv. klejtu)	6 částí kysličníku olovnatého
4 části suříku	1 část kyseliny sírové
1 část kyseliny sírové	

Dále budete potřebovat dřevěné přepážky asi 5 mm tlusté, v nichž jsou navíc vyvrtné otvory.

Sestavte pláty, střídavě je prokládejte dřevěnými přepážkami a svažte je dohromady provázkem nebo gumičkou. Vložte je do sklenice od zavařeniny a sklenici naplňte ředěnou kyselinou sírovou, aby dosahovala těsně nad pláty.



Článek nabíjete způsobem již dříve uvedeným. Je-li článek nabitý, kladné pláty budou mít čokoládově červenou barvu, záporné budou světle šedé.

7. Elektrolytické pokovování niklem a mědí (galvanostegie)

Elektrolytické pokovování spočívá ve vytvoření vrstvičky kovu na předmětu, použitím ve voltmetru jako katoda a ponořením do roztoku soli kovu, kterým se pokovuje. Abyste dosáhli trvalých výsledků, musíte předmět pečlivě očistit a odmastit; musíte použít správný kov na anodě, pečlivě připravit roztok a pokovovat při teplotě asi 5 °C. Měděnou anodu při pomědování a niklovou anodu při poniklování stačí pouze odmastit.

Spolehlivě pracují tyto roztoky:

Měděná lázeň	
síran měďnatý	200 g
kyselina sírová	60 g
vodou doplnit na	1 000 ml

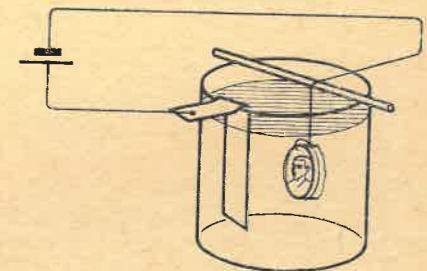
Niklová lázeň	
síran nikelnatý	240 g
chlorid nikelnatý	54 g
kyselina bórová	30 g
vodou doplnit na	1 000 ml

Pomědování. Elektrolyt vlijte do nádoby a ponořte do něho měděný pásek, který slouží jako anoda. Mosazný pásek očistěte jemným smirkovým plátnem a odmastěte jej směsí magnézia (kysličníku hořečnatého) a vody nanesené na čisticí vlně. Opláchněte jej ve vodě, ponořte do lázně a spojte se záporným pólem 3voltové baterie. Okruh uzavřete připojením anody na kladný pól baterie. Pozorujte vznikající měděnou vrstvu. Příliš velký proud má za následek vytváření houbovité vrstvy; správná hodnota proudu pro kompaktní vrstvu je 4 ampéry na plochu 100 cm².

Poniklování. Na katodu zavěste očištěný a odmaštěný proužek mědi. Jako anodu můžete použít úlomek niklu. Připojte baterii jako v předcházejícím případě a vytvoří se vrstva niklu. Povrch předmětu po omytí můžete vyleštit růžovou vatou nebo jemným hadříkem, posypaným cigaretovým popelem.

8. Jak si pomocí elektrolýzy okopírujete odznak nebo medaili

Tohoto procesu zvaného elektrotypie se často používá v průmyslu. Nejprve si musíte opatřit otisk předmětu, který pak různými metodami uděláte vodivým a elektrolýtický na něj nanese vrstvičku mědi. Kopii můžete vyztužit např. literinou.



Nejprve zahřejte odznak nad čistým plamenem Bunsenova hořáku a do konce krátké svíčky nebo parafínové tyče udělejte jeho otisk. Povrch otisku učiňte vodivým tak, že na něj s výšky naškrábete tuhu, nebo jej potáhněte koloidním grafitem. Jiný způsob: Na otisk nasypete trochu ocelových pilin, namočených do roztoku síranu měďnatého; protože železo měď ze sloučeniny vytlačuje, vytvoří se na povrchu otisku měděná vrstvička. Zahřejte nyní kousek měděného drátu

185

a zamačkněte jej do vosku takovým způsobem, že vytvoří kontakt s vodivým povrchem, ale nijak nenaruší tvar odznaku. Drát použijte rovněž k zavěšení otisku v pokovovací lázni. Do roztoku proti otisku zavěste pásek mědi, který bude sloužit jako anoda. Do elektrického obvodu vložte malý reostat, připojte obvod k 3voltové baterii a nechejte

jej zapojen po celou noc. Druhý den naleznete na otisku tlustou vrstvu vyloučené mědi. Vyloupněte ji z formy a je-li jí nutno zpevnit, nalijte do ní roztavenou pájku a na zadní stěnu připájejte zapínací špendlík. V případě nutnosti můžete odznak ještě pokovit, jak již bylo popsáno v předchozím pokusu.

Světlo

A. SVĚTLO SE ŠÍŘÍ PŘÍMOČAŘE

1. Stopy dráhy

Vyhledejte prašnou silnici nebo písčité břeh. Upřete zrak na nějaký vzdálený předmět a kráčejte směrem k němu, aniž byste se odchýlili od směru pohledu. Pozorujte pak stopy, které jste za sebou zanechali — uvidíte, že jsou rozloženy podél přímky.

2. Pokus s provázkem

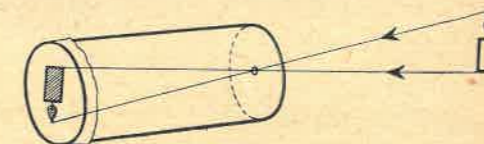
Jeden konec provázku alespoň 25 m dlouhého přivažte ke sloupu nebo ke stromu. Napněte provaz a přiložte jej k oku. Dívejte se ve směru provázku — uvidíte předmět, ke kterému je provázek přivázán. Nyní se podívejte jiným směrem, než je směr provázku — předmět již nevidíte. Tento pokus ukazuje, že se světlo šíří od předmětu do oka po přímce.

3. Pokus s kartami

Vystříhňte z tuhého papíru čtyři čtvercové karty o straně asi 10 cm a připevněte je k malé dřevěné podložce tak, aby stály ve svislé poloze; do každé karty propíchněte přesně ve stejném místě malý otvor. Uspořádejte karty ve vzdálenosti asi 30 cm za sebou do jedné přímky, aby bylo vidět všemi čtyřmi otvory. Za kartami postavte svíčku tak, aby její plamen bylo vidět otvory v kartách. Nyní jednu kartu poněkud vytáhněte ze zákrytu s ostatními kartami a snažte se pohledem otvory opět uvidět plamen svíčky. Podaří se vám to? Proč ne? Co to dokazuje?

4. Kamera s malým otvorem

Jednoduchou kameru si můžete zhotovit z plechovky, do jejíhož dna uděláte malý otvor a jejíž horní konec zakryjete hedvábným nebo pauzovacím papírem. Kolem plechovky pak ještě oviňte tmavý balicí papír, aby se vytvořil válec přesahující plechovku.

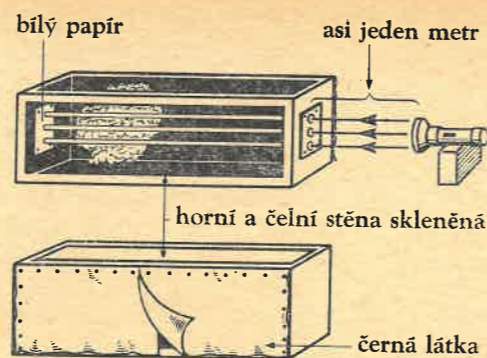


Válec bude chránit stínítko před přímým dopadem denního světla a umožní tak lepší pozorování obrazu svíčky nebo okna. Co můžete říci o obrazech předmětů? Lze z toho usoudit, že se světlo šíří přímočaře?

5. Kouřová krabice ke studiu šíření světelných paprsků

Opatřete si nebo si udělejte dřevěnou krabici asi 30 cm širokou a 60 cm dlouhou. Do horní a přední stěny krabice upevněte skleněná okénka, zadní stěnu nechte otevřenou a zakryjte ji volně visící černou záclonou, jak je znázorněno na obrázku. Záclonu udělejte ze dvou částí, které se uprostřed krabice asi 10 cm překrývají. Vnitřek krabice natřete černou matnou barvou. Asi uprostřed jedné boční stěny a asi 8 až 10 cm od přední skleněné stěny vyřízněte okénko 10 cm dlouhé a 5 cm široké. Jím budou vcházet světelné paprsky do krabice. Okénko můžete zakrývat tuhým papírem s různými druhy otvorů. Jako první pokus udělejte do černého papíru tři stejně od sebe vzdálené otvory

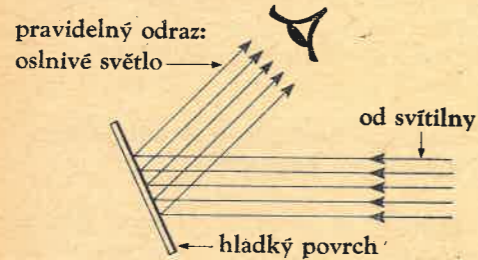
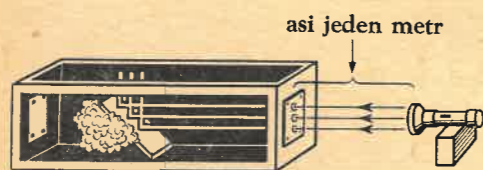
o průměru asi 5 mm. Papír připevněte na okénko přepínačky. Naplňte krabici kouřem, který získáte ze suchého ztrouchnivělého dřeva nebo z doutnajících cigaret, položených na popelník umístěný v rohu krabice. Dále asi 1 m od krabice položte kapesní svítilnu. Seřídte její světlo tak, aby světelný kužel byl co nejméně rozbíhavý, a namiřte jej na otvory v okénku. Pozorujte kouřem zviditelněné svazky světelných paprsků v krabici. Ukazuje tento pokus, že se světlo šíří přímočaře?



B. ODRAZ SVĚTLA

1. Odraz světla v kouřové krabici

Naplňte kouřovou krabici kouřem. Nechte procházet světelný kužel kapesní svítilny okénkem se třemi otvory jako v posledním

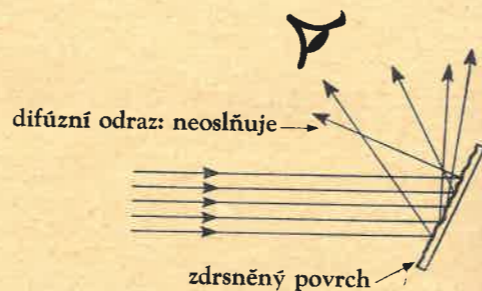


pokus. Dovnitř krabice dejte rovinné zrcadlo a všimněte si, že po odrazu na něm jsou světelné paprsky stále dobře a jasné viditelné.

2. Rozptýlené světlo v kouřové krabici

Položte kus celofánu na skleněnou tabulku a zdrsňte jej ocelovou vlnou, až se vytvoří rovnoměrně matný povrch. Lepidlem nebo gumovými páskami přichyťte na tabulku skla. Vše postavte do dráhy světelným paprskům v kouřové krabici a pozorujte

výsledný jev. Tento případ porovnejte s odrazem světla z předchozího pokusu. Podívejte se přímo proti paprsku odraženému od hlad-



kého zrcátka. Zopakujte s odrazem na zdrsňeném celofánu. Popište pozorované rozdíly.

3. Odraz gumového míče

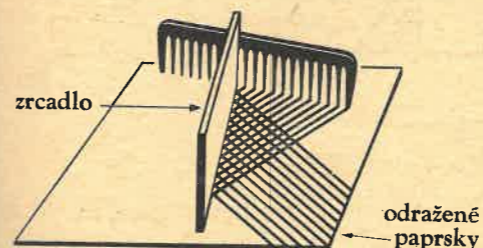
Studujte odraz gumového míče od podlahy nebo od stěn při kolmém nebo šikmém dopadu na odrážející plochu. Pečlivým pozorováním se snažte porovnat úhly, pod nimiž se míč od stěn odráží.

4. Odraz na zrcadle

Položte na podlahu rovinné zrcadlo, aby na ně dopadalo sluneční světlo a odráželo se na něm. V místě, kde světelný paprsek dopadá na zrcadlo, postavte kolmo k ploše zrcadla sací slámkou. Pozorujte úhly mezi dopadajícím paprskem a slámkou a mezi odraženým paprskem a slámkou.

5. Odražené světelné svazky paprsků

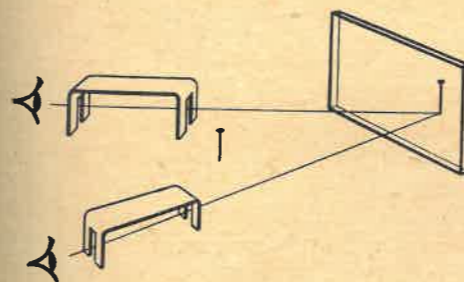
Dejte hřeben postavený kolmo k bílé lepence do dopadajícího slunečního světla. Nakloňte lepenku tak, aby vzniklé světelné svazky paprsků byly několik centimetrů



dlouhé. Šikmo do cesty paprskům postavte zrcadlo. Všimněte si, že svazky dopadající na zrcadlo se odrážejí pod stejným úhlem, s jakým na ně dopadly. Otáčejte zrcátkem a pozorujte, jak se otáčejí odražené paprsky.

6. Jak si uděláte zaměřovací lavičky ke studiu odraženého světla

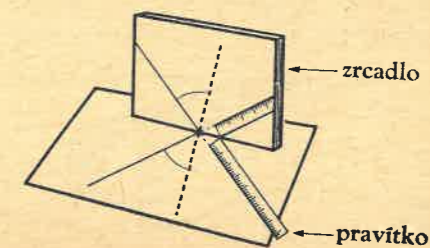
Ačkoli „špendlíková optika“ se už nyní tolik neuvžívá, dává tato metoda přesné výsledky. Zde často dochází k záměně, neboť špendlíky se současně používají jako pozorované předměty i jako výtčky pro dráhu světelného paprsku. Této záměně se vyhnete, použijete-li při prvních pokusech



zaměřovací lavičky. Kus plechu o rozměru 12 x 1,5 cm ohněte do tvaru lavičky; do každého konce pásku tvořícího nohy lavičky vyříznete pilkou na kov šterbinu. Špendlík použijte jako pozorovaný předmět a na jeho obraz v zrcadle se dívejte šterbinami laviček. Dráhy světelných paprsků vyznačte tužkou na podložku.

7. Zákony odrazu

Na listu papíru udělejte podle pravítka čárkovanou čáru. K ní vedte pod libovolným úhlem plnou čáru. Do bodu, kde se obě čáry protínají, postavte kolmo k listu papíru rovinné zrcátko. Otáčejte zrcátkem tak dlouho, až bude čárkovaná čára ležet se svým obrazem v jedné přímce. Dívejte se nyní do zrcátka a polohu pravítka upravte tak,

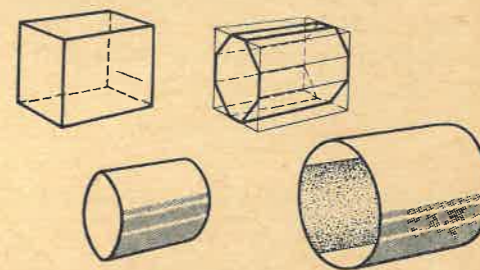


aby jeho hrana byla v jedné přímce s obrazem plné čáry. Tužkou pak vytáhněte tuto plnou čáru a změřte úhloměrem úhly, které svírají obě plné čáry s čárkovanou čarou.

Několikrát tento pokus opakujte, pokaždé však zvolte jinou velikost úhlu. Těmito pokusy si ověřte, že se světlo odráží vždy pod stejným úhlem, pod kterým na zrcadlo dopadá.

8. Jak si uděláte válcovou čočku pro světelnou krabici k sledování chodu paprsků

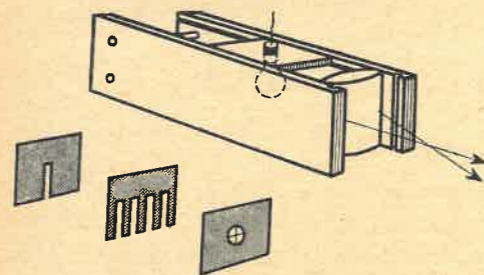
Opilujte hrany kusu plexiskla o rozměrech 5 x 3 x 6 cm. Obrušujte jej pak uvnitř plechovky, jejíž stěny jsou polepeny smirkovým



papírem. Nakonec jej vyleštíte leštěnkou na kovy a čisticí vlnou.

9. Jak si uděláte krabici k sledování světelných paprsků

V této krabici můžete použít válcovou čočku, jejíž zhotovení je popsáno v pokusu B 8. Přístroj se skládá ze dvou bočních stěn o rozměrech 22×6 cm, držných na jednom konci pohromadě dvěma tyčemi; na druhém konci je umístěna čočka. Při použití spočívá přístroj na papíru přichyceném připínáčky k rýsovacímu prknu. Zdrojem světla je 12voltová 24wattová automobilová žárovka. Objímka žárovky je opatřena mosaz-



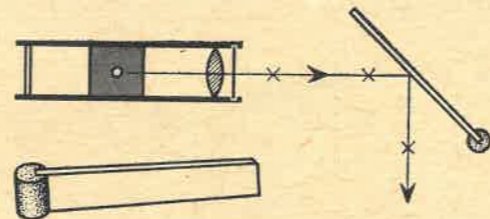
nou trubičkou, která těsně zapadá do otvoru v dřevěném víčku, tvořícím horní kryt přístroje. Do drážky před čočku se vkládají stínítka a filtry. Karta z tuhého papíru se štěrbinou vytvoří úzký svazek paprsků a pomocí hřebenu získáte řadu svazků světelných paprsků. Sbíhavé rovnoběžné nebo rozbíhavé svazky paprsků získáte vhodným nastavením posuvného víčka se žárovkou. Všechny běžné pokusy sesvětelnými paprsky se dají provádět tímto přístrojem, do něhož se vkládají rovinná zrcadla, skleněné kvádry a hranoly. Pružný lesklý pásek plechu poslouží jako model dutého nebo vypuklého zrcadla.

U pokusů s čočkami a při studiu lomu světla zasuněte žárovku co nejnižší, aby světlo nemohlo procházet nad horní částí stínítek. Světelnou krabici opatřenou lepenkovým stínítkem a otvorem uprostřed a nitkovým křížem ze dvou zkřížených drátků můžete použít jako zdroj světla při pokusech na optické lavici.

10. Zákony odrazu světla pomocí světelné krabice

Proužek skleněného zrcátka můžete držet ve svislé poloze tím, že jej vložíte do zářezu v korkové zátku. Chod světelných paprsků

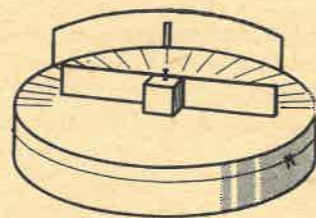
označte na papíru křížky. Dráhu dopadajících a odražených paprsků dostanete spojením křížků plnou čarou. Vyznačte přímkou ještě rovinu zrcadla, v bodě dopadu paprsku na zrcadlo vztýčte kolmici a můžete se pře-



svědčit, že úhel, který svírá paprsek na zrcadlo dopadající s kolmicí (úhel dopadu), je stejně veliký jako úhel, který s kolmicí svírá paprsek od zrcadla odražený (úhel odrazu), a že se paprsek dopadající, kolmice i paprsek odražený nacházejí v téže rovině, tj. v rovině papíru.

11. Jednoduchý optický kotouč

Opatřete si mělkou plechovku zhruba stejného poloměru, jako je poloměr běžného úhlooměru. Z bílého kladívkového papíru vystříhnete kruh, přilepte jej na horní stěny plechovky a označte na něm úhlové stupně.



Dále přichyťte úzký proužek zrcátka na malý dřevěný špalíček a hřebíkem jej přichyťte otáčivě doprostřed kruhového kotouče. V obdélníkovém kovovém stínítku vystříhnete úzkou štěrbinu, jak je znázorněno na obrázku. Stínítko pak zahněte po obvodu plechovky a štěrbinu nastavte přesně proti značce 90° na kruhové stupnici. Plechovku pak postavte na optickou lavici a štěrbinou nechte procházet úzký svazek slunečního světla nebo jiného vzdáleného světelného zdroje tak, aby dopadal přesně doprostřed kruhového kotouče. Nejprve nastavte zrcátko do polohy, kdy odražený paprsek je totožný s dopadajícím, pak otočte zrcátko o 10° . O jaký úhel se otočí odražený paprsek?

12. Zrcátko na hůlce

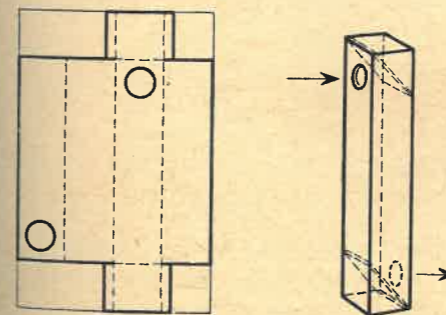
Sponkami na papír přichyťte zrcátko na konec pravítka. Postavte se na jednu stranu pootevřených dveří a držte zrcátko ve vzni-



klé štěrbině. Vysvětlete, jak vám odraz světla umožní dívat se za roh.

13. Jak si uděláte model periskopu

Rovnoběžně s delší stranou pohlednice udělejte ve vzdálenostech po 2 cm tři rýhy, které rozdělí kartu do čtyř pruhů. Na obou koncích odstříhnete 2 cm široké kousky, jak je znázorněno na obrázku. V naznačených polohách vyříznete korkovrtem nebo



vyrazte průbojníkem kruhové otvory a pak kartu složte do tvaru pravouhlé krabičky. Proti otvorům přilepte lepicí páskou nebo modelovací hlinou malá zrcátka. Aby periskop správně fungoval, musí zrcátka svírat se stěnou trubice úhel 45° .

14. Jak si uděláte kaleidoskop

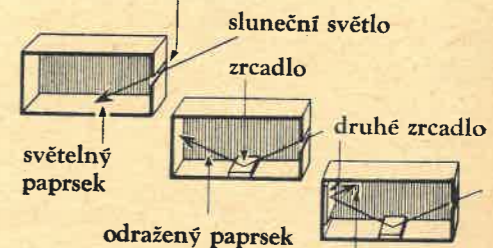
Spojte gumovými pásky nebo lepicí páskou dvě skleněná zrcátka s rozměry přibližně 10×3 cm a stejně velký proužek tuhého papíru. Dívejte se ve směru osy takto vytvořeného trojbokého hranolu. Pozorované předměty budou tvořit pravidelné obrazce. Nemáte-li postříbřená skla, postačí, jestliže sklíčka z vnější strany začerníte.



15. Dvojnásobný odraz

V jedné stěně malé lepenkové krabičky vyříznete asi 1 cm širokou štěrbinu. Štěrbinu udělejte přes celou šířku krabice, aby sahala až ke dnu. Položte krabici na boční stěnu

štěrbinu v krabici

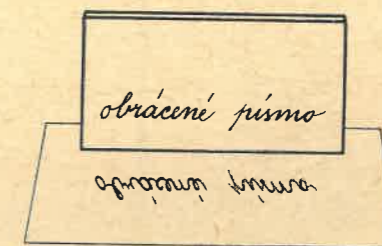


podruhé odražený paprsek

a položte ji do jasného slunečního světla. Seřídte její polohu tak, aby úzký svazek světla zanechával na dně jasnou stopu. Do krabice pak vložte zrcátko, jak je znázorněno na obrázku.

16. Obrácené písmo

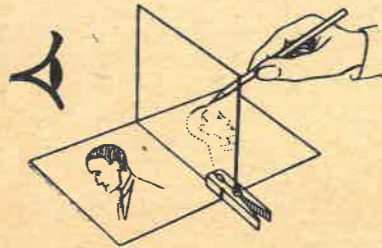
Udělejte si nějaký obrácený nápis tím, že pod list bílého papíru podložíte úhlový



papír obráceně. Napišete-li něco na bílý papír, budete mít na druhé straně papíru obrácenou kopii tohoto nápisu. Přečtete obrácený nápis pomocí zrcátka. Pište něco na list papíru a pozorujte tužku pomocí zrcátka.

17. Kopírování obrázků pomocí odrazu

Dřevěným kolíčkem na prádlo přichyťte na stole ve svislé poloze kousek čistého skla. Na jednu stranu skleněné přepážky umístěte obrázek, který chcete kopírovat, a na druhou stranu položte list bílého papíru. Dívejte se přes sklo na bílý papír a obtahujte kresbu

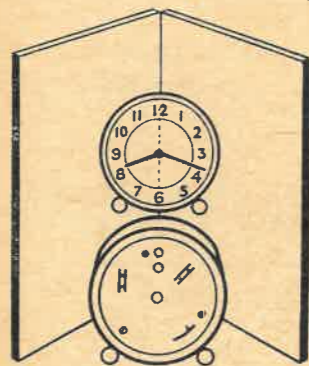


podle jejího odrazu. Proč musí být skleněná stěna ve svislé poloze? Čím se liší kopie od originálu? Vysvětlete, proč se postup zlepšil, jestliže list papíru, na kterém kreslíte, odstíníte od denního světla.

18. Hodiny a zrcadlo

Postavte dvě zrcadla do pravého úhlu, aby se jejich hrany dotýkaly. Můžete je spojit kousky lepicí pásky. Postavte před zrcadla hodiny tak, aby byly otočeny přesně

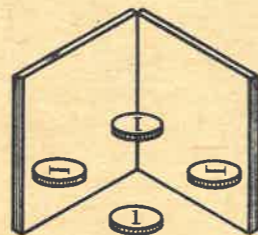
zrcadla do pravého úhlu



proti spojnici obou zrcadel. Pozorujte obraz hodin a porovnejte jej s obrazem v jednoduchém zrcadle.

19. Peníze pomocí odrazu

Lepicí páskou spojte dohromady dvě zrcátka a postavte je na stůl podle obrázku. Mezi zrcadla položte minci a pozorujte,

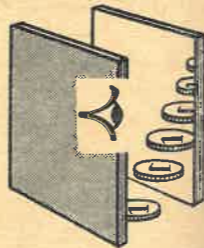


mince

kolik obrazů se vytvoří. Zkoušejte zvětšit jejich počet změnou úhlu mezi zrcadly. Postavte mezi zrcadla hořící svíčku a pozorujte její obrazy.

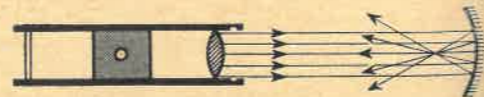
20. Odraz světla na rovnoběžných zrcadlech

Postavte dvě zrcadla na hrany, odražejími plochami proti sobě. Mezi zrcadla dejte minci nebo hořící svíčku. Pohleďte do jednoho zrcadla a pozorujte, kolik obrazů se vytvořilo. Pak se podívejte do druhého zrcadla.



21. Odraz světla od dutého zrcadla pomocí světelné krabice

Použijte světelnou krabici, popsanou v pokusu B 9. Ohniskovou vzdálenost zakřivě-

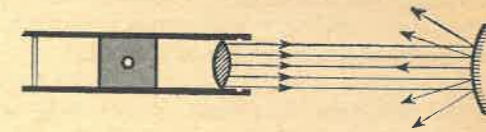


ného plíšku nebo části kovového kroužku můžete změřit přímo, použijete-li svazek rovnoběžných paprsků.

22. Odraz světla od vypuklého zrcadla

Opatřete si vypuklé zrcátko, jako je např. automobilové zpětné zrcátko. Zrcátko umístěte do světelné krabice a pozorujte směr paprsků odražených od vypuklého zrcadla; použijte např. svazku rovnoběžných paprsků,

které dopadají na vypuklé zrcadlo. Co usoudíte o odražených svazcích paprsků?



C. LOM SVĚTLA A JEHO POUŽITÍ

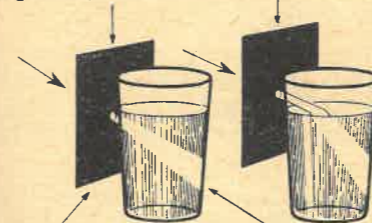
1. Tyč se zdá být zlomená

Do vysoké nádoby s vodou vložte tyč tak, aby část vyčnívala šikmo nad hladinu. Všimněte si, že v místě, kde tyč vchází do vody, se vám bude zdát zlomená. Tento jev je způsobem lomem světelných paprsků při průchodu z vody do vzduchu. Světlo se šíří rychleji ve vzduchu než ve vodě, takže při průchodu z jednoho prostředí do druhého se poněkud odkloní od původního směru šíření.

2. Lom světelného svazku

Vodu ve sklenici zkalte několika kapkami mléka. Do listu černého papíru udělejte malý otvor. Postavte sklenici do přímého slunečního světla a před ní držte černý papír. Otvorem bude procházet svazek svě-

dírka nad vodní hladinou
dírka pod vodní hladinou



černý papír

sklenice s vodou

tlých paprsků. Držte papír v takové výši, aby svazek procházel právě pod vodní hladinou, a pozorujte jeho směr ve sklenici. Nyní pozvedněte papír do takové výše, aby svazek dopadal na hladinu. Pozorujte jeho směr. Dělejte pokusy s různými směry a pokuste se zjistit, jak úhel dopadajícího paprsku ovlivňuje směr šíření paprsku ve vodě.

3. Sklenice

ke studiu lomu paprsků

Natřete povrch lahvičky od léků černou barvou. Na boční stěně vyškrabte kruh a láhev naplňte vodou, aby její hladina sahala právě doprostřed kruhu. Posviťte baterkou na otvor v lahvičce tak, aby světlo dopadalo na hladinu vody v lahvičce, a pozorujte směr šíření světelných svazků ve vodě. Několik kapek mléka zlepšit viditelnost světelného paprsku. Úhly dopadu a lomu můžete měřit úhloměrem.



4. Lom pomocí kouřové krabice

Na okénko kouřové krabice (viz pokus A 5) upevněte kus černého papíru s jedním otvorem o průměru asi 8 mm. Zamířte světelný kužel z kapesní svítky na krabici jako v předcházejících pokusech. Naplňte velkou hranatou sklenicí vodou, do níž jste



přidali několik kapek mléka nebo špetku škrobu nebo mouky, aby se voda zakalila. Zazátkujte láhev. Krabici naplňte kouřem. Držte láhev kolmo na směr paprsků a pozorujte směr šíření světla ve vodě. Potom nakládejte láhev pod různými úhly a pozorujte, jak je dráha světelného svazku lahví ovlivněna.

5. Mince se objeví pomocí lomu světla

Položte na dno čajového šálku minci. Postavte se tak, aby okraj šálku zakrýval vašemu pohledu minci, ležící na dně. Zůstaňte v této poloze a nechte někdo jiný opatrně nalije do šálku vodu. Co pozorujete? Jak se to dá vysvětlit?

6. Jak optický hranol ovlivňuje světelné paprsky

Použijte kouřovou krabici stejným způsobem jako v pokusu C 4. Optický hranol umístěte tak, aby jím procházel úzký svazek paprsků, a pozorujte, jak se na rozhraní optických prostředí světlo láme.

7. Jak čočky ovlivňují světelné paprsky

K těmto pokusům můžete použít čočky ze starých brýlí nebo z vyřazených optických přístrojů, nebo si můžete koupit stolní lupy, popř. jiná zvětšovací skla.

Zakryjte okénko kouřové krabice černým papírem se třemi otvory. Otvory udělejte stejně daleko od sebe, ale tak, aby vzdálenost krajních otvorů byla menší, než je průměr čočky. Položte kapesní svítilnu podobně jako v předchozích pokusech. Naplňte krabici kouřem a do cesty třem světelným svazkům postavte dvojvypuklou čočku tak, aby střední paprsek dopadal přesně do jejího středu. Pozorujte světelné paprsky dopadající na protilehlé kraje čočky. Jak jsou čočkou ovlivněny?

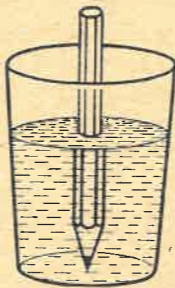
Opakujte pokus s dvojdutou čočkou. Porovnejte výsledky tohoto pokusu s výsledky pokusu C 6.

8. Jednoduchá čočka ze dna sklenice

Některé sklenice mají dutá nebo vypuklá dna. Tato dna se dají některou z uvedených metod (str. 214) odříznout a jejich okraje obrousit. Ačkoli tyto čočky mají mnoho vad, můžete pomocí nich ukázat, jak soustředěním slunečních paprsků může vzniknout požár od ležících sklenic v suché trávě, křoví apod.

9. Jak čočky zvětšují

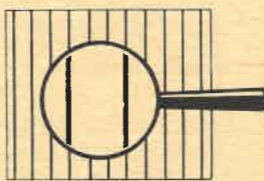
Ponořte tužku (nebo prst) do sklenice s vodou a dívejte se na ni ze strany. Je zvětšena? Pozorujte ryбку v kulatém akváriu z boční strany a shora. Zvětšuje akvárium s vodou ryбку? Pozorujte i jiné předměty v kulových nebo válcových skleněných nádobách. To, co pozorujete, jsou zvětšené obrazy předmětů v nádobách.



Skleněné kuličky se chovají také jako čočky.

10. Jak změříte zvětšení čočky

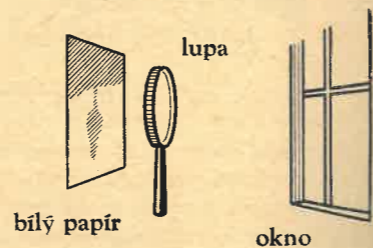
Zaostřete stolní lupu na linkovaný papír. Určete počet proužků vně čočky, připadajících



na jeden proužek uvnitř čočky. Lupa zobrazená na obrázku zvětšuje třikrát.

11. Jak vypuklá čočka vytváří obraz předmětu

Zatemněte v místnosti všechna okna až na jedno. Některý žák drží u okna čočku namířenou ven na krajinu. Přibližujte se

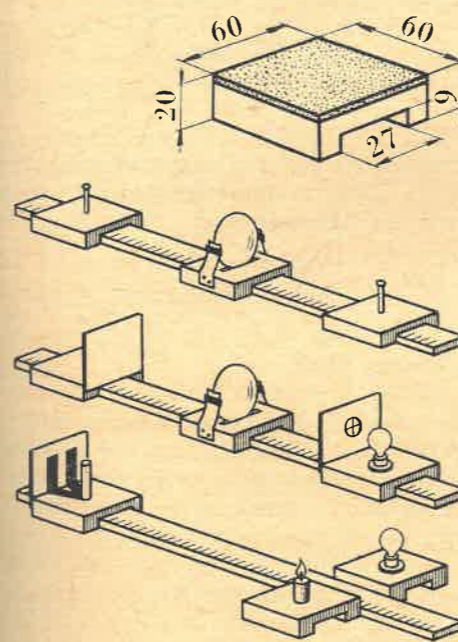


k čočce pomalu listem bílého papíru, až se na něm vytvoří obraz. Jaká je poloha zobrazené krajiny?

12. Jednoduchý přístroj ke studiu čoček

Ke konstrukci optické lavice potřebujete pevnou podložku, držák na zrcadla a čočky a vhodné zařízení k měření jejich vzájemných vzdáleností.

Základem tohoto jednoduchého přístroje je centimetrová stupnice položená na optické lavici. Jako držáky můžete použít dřevěné kvádry s drážkami, které se dají položit

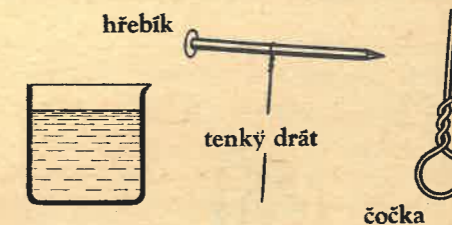


na podložku. Vrstva korku nebo měkké lepenky přilepená na horní stranu kvádrů umožňuje snadné zapichování špendlíků používaných při zobrazování. Proužky plechu přišroubované k bočním stěnám kvádrů tvoří vhodné držáky na čočky. Zářez v horní části kvádrů pomáhá udržovat čočku v dané poloze a gumové trubičky nasazené na plechové proužky zvyšují pevnost sevření.

Zdroje světla a stínítka můžete improvizovat z karet tuhého papíru a žárovek do kapesní svítilny, připevněných ke kvádrům. Vyplatí se zhotovit si úplnou soupravu těchto pomůcek, abyste se mohli pokusit o samostatnou práci s čočkami. Zářezy si snadno uděláte dlátem, když jste předtím udělali do kvádrů dva zářezy pilkou.

13. Jednoduchý mikroskop

Navinutím jednoho závitu měděného drátu kolem hřebíku si udělejte jednoduchou smyčku. Ponořte smyčku do vody a když ji vytáhnete, dívejte se přes vzniklou kapku. Budete mít mikroskop, podobný prvním mikroskopům. Takováto čočka často zvětšuje čtyřikrát až pětikrát.



Klepnete-li ostře drátkem o hranu sklenice, kapka vody odpadne. V důsledku přilnavosti vody k drátku vytvoří zbývající voda čočku, která je uprostřed velmi tenká, tj. vytvoří se dutá čočka.

14. Mikroskop z vodních kapek

Kápněte pečlivě vodní kapku na tenké sklíčko. Přiblížte se ke kapce okem a dívejte se přes ni a podložní sklíčko na nějaký malý předmět. Kapka slouží jako jednoduchý mikroskop.

15. Model složeného mikroskopu

Upevněte čočku s malou ohniskovou vzdáleností na optickou lavici, kterou jste zhotovili v pokusu C 12. Na jedné straně čočky postavte stínítka s okénkem a za něj rozsvícenou svíčku. Na druhé straně čočky posunujte list bílého kladívkového papíru, až najdete místo, v kterém se na něm vytvoří nejjasnější obraz stínítka z druhé strany čočky. Odstraňte pak bílý papír a místo něho, kousek dál od první čočky, dejte druhou dvojdutou čočku. Dívejte se oběma čočkami na stínítka. Budete je vidět zvětšené.

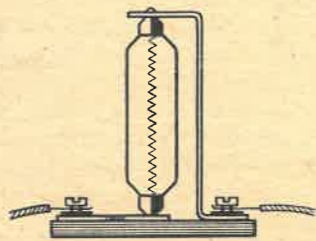
16. Model dalekohledu

Na jeden konec optické lavice umístěte čočku s velkou ohniskovou vzdáleností a přístroj zamířte z okna na nějaký vzdálený

předmět. Podobně jako v předcházejícím pokusu dejte na opačné straně čočky bílý kladívkový papír do místa, kde se vytvoří nejostřejší obraz krajiny. Dále umístěte čočku s malou ohniskovou vzdáleností za papír, ale ne dále, než je její ohnisková vzdálenost. Odstraňte pak papír a dívejte se oběma čočkami na krajinu.

17. Jak si uděláte čárový zdroj světla

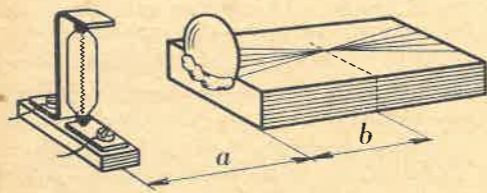
Užitečným čárovým zdrojem světla při pokusech z optiky je žárovka používaná ve směrovkách nebo u vnitřního osvětlení



u aut. Vhodný držák si zhotovíte z překližky a elektrické přírady k čepičkám z plechových proužků, přišroubovaných k dřevěné podložce vruty nebo zdířkami.

18. Vztah mezi obrazem a předmětem u čočky

Čočku můžete přichytit plastelínou na čelní stěnu dřevěného kvádrů. Ostrý obraz předmětu se vytvoří v průsečíku lomených paprsků po průchodu čočkou. Změřte-li

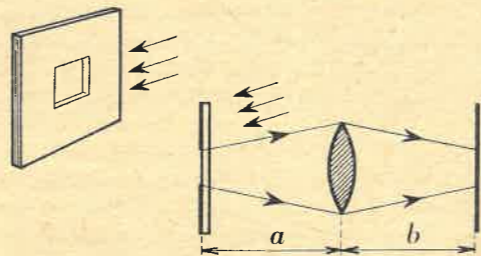


v každém případě vzdálenost předmětu od čočky (a) a vzdálenost obrazu (b) za čočkou (v obrazovém prostoru čočky), můžete ověřit, že při zobrazování čočkou platí rovnice:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

19. Vztah obrazu a předmětu u čočky (bez zdroje světla)

Zdroj světla se dá nahradit čtvercovým zrcátkem o straně asi 5 cm. Předmětem je pak čtverec o straně 1 cm uprostřed zrcátka, z něhož bylo odstraněno postříbření.



Na zrcátko necháme dopadat světlo, jak je znázorněno na obrázku, a v obrazovém prostoru čočky hledáme ostrý obraz okénka na stínítku. Můžeme také určit podíl

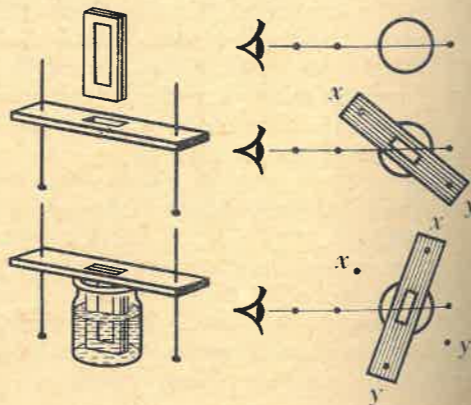
$$\frac{\text{velikost obrazu}}{\text{velikost předmětu}}$$

20. Mezný úhel

Ze dvou sklíček k mikroskopu udělejte vzduchovou komůrku. Z kovové fólie vyřízněte rámeček a přilepte jej mezi sklíčka kanadským balzámem. Vše upevněte do štěrbin v dřevěné latce asi 20 cm dlouhé. Na koncích dřevěné latky prostrčte pletací jehlice, jak je znázorněno na obrázku.

Latku položte na sklenici s vodou tak, aby vzduchová komůrka byla ponořena ve vodě, a polohu jehlic upravte tak, aby se právě dotýkaly papíru, na němž sklenice stojí.

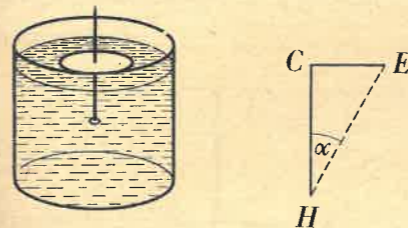
Základní přímkou, procházející středem podstavy sklenice, vytyčte třemi špendlíky.



Otáčejte latí, až nastane úplný odraz světla; v této poloze se vzduchová bublina zrcadlí. Existují dvě takové polohy a v každé označte body, v kterých se jehlice dotýkají papíru.

21. Mezný úhel pro vodu

Z voskového lepenkového papíru vyřízněte kotouč o průměru 4 cm. Středem kotouče prostrčte dlouhý špendlík a položte jej na vodní hladinu v nějaké nádobě tak, aby špendlíková hlavička směřovala dolů. Dívejte se na vodní hladinu shora a polohu špendlíkové hlavičky nastavte tak, aby byla

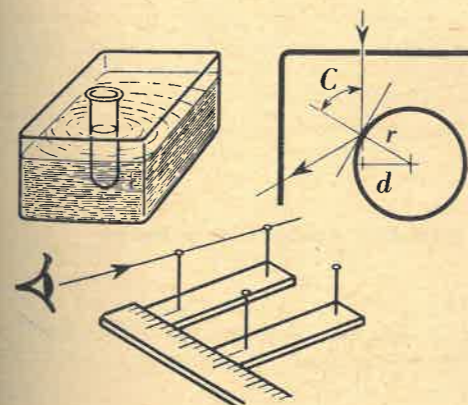


zakryta papírovým kotoučem. V této poloze se světelný paprsek od špendlíkové hlavičky láme tak, že se šíří rovnoběžně s hladinou a nemůže dopadnout do oka.

Úhel můžete změřit přímo, nebo jej určíte tak, že v podílu $\frac{CE}{CH}$ změříte příslušné vzdálenosti a použijete tabulky funkce tangens.

22. Jiný pokus s mezným úhlem

Vložte malou zkumavku nebo skleněnou tubu od léků do pravouhlé skleněné nádoby

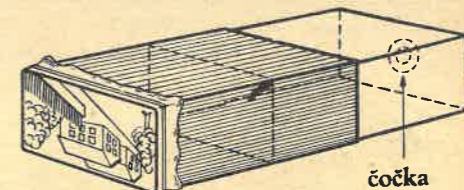


a pozorujte ji bočními stěnami. Vnitřní stěny zkumavky se budou chovat jako válcová čočka, ale hrany budou vypadat, jako by byly postříbřené.

Z diagramu znázorňujícího chod paprsků je vidět, že $\sin C = \frac{d}{r}$. Tyto dvě vzdálenosti můžete změřit pomocí zaměřovacích lavic, jejichž konce jsou přitisknuty k pravítku, rovnoběžnému s boční stěnou nádoby.

23. Jak pracuje kamera

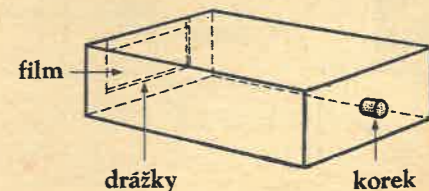
Opatřete si dvě krabice, které se dají do sebe těsně zasunovat. U každé krabice uřízněte dno a otevřenými konci nasuňte jednu krabici na druhou. U jedné krabice navíc odstraňte zadní stěnu a potáhněte ji



kusem pergamenového nebo hedvábného papíru. Na druhém konci vyřízněte otvor a do něho připevněte vypuklou čočku. Nyní zasunujte a vysunujte krabici, až na papírovém stínítku dostanete zaostřený obraz krajiny. Ve skutečné kameře je místo stínítka citlivý fotografický film.

24. Fotografování pomocí kamery s malým otvorem

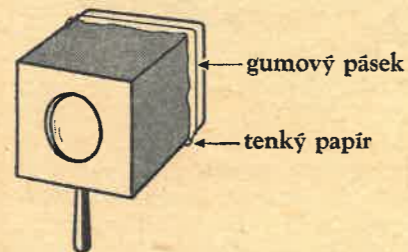
Udělejte si kameru s malým otvorem (viz pokus A 4 této kapitoly) z dřevěné krabičky, jejíž vnitřek natřete černě. Uprostřed jednoho konce krabičky vyvrtejte otvor o průměru 1 cm a na vnitřní stěně krabičky jej zakryjte tenkou kovovou fólií. Uprostřed kovové fólie propíchněte jehlou velmi malý otvor.



Na opačném konci krabičky připevněte drážky, do nichž se dá zasunout ustříhnutý kus filmu. Do vnějšího otvoru nasadte korkovou zátku, aby zakrývala otvor v kovové fólii. V zatemněné místnosti ustříhnete z fotografického filmu příslušně veliký kus a zasuňte jej do drážek kamery. Zakryjte pak vršek krabice a vyjděte s kamerou ven. Zamiřte kameru na scénu, kterou chcete vyfotografovat. Odstraňte na jednu až dvě sekundy korkovou zátku a opět ji nasadte na otvor. Po celou dobu osvětlení (expozice) se kamera nesmí pohnout. V zatemněné místnosti film vyjměte a vyvolejte jej.

25. Jednoduchá temná komora

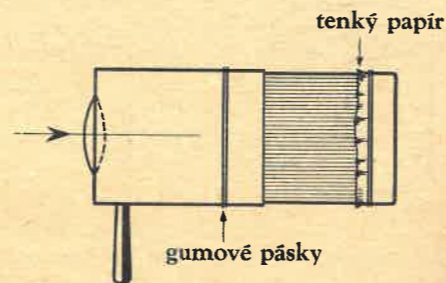
Jednoduchou temnou komoru si můžete sestavit takto: Pomocí lupy zaostříte obraz vzdáleného kopce nebo stromu na kus tuhého papíru. Změřte vzdálenost mezi čočkou



a papírem a takto vysokou ustříhnete malou lepenkovou krabici. Uprostřed jejího dna vyříznete otvor o něco menší, než je čočka. Na tento otvor připevněte čočku pomocí jiného kusu tuhého papíru opatřeného stejným otvorem jako dno krabice. Přes otevřený konec krabice natáhněte list tenkého hedvábného nebo pauzovacího papíru. Tuto komoru můžete použít v zatemněné místnosti s čočkou namířenou na okno.

26. Temná komora se zaostřováním

Komoru se zaostřováním si můžete z větší části udělat stejně jako předchozí typ, popsaný v pokusu C 25. Druhá krabice se musí

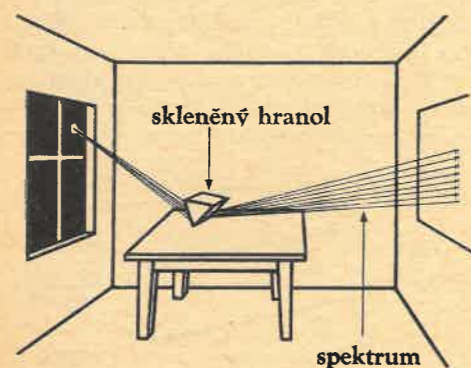


snadno zasouvat do první, aby se dalo zaostřovat. Čím je pozorovaný objekt jasnější a stínítko papíru tmavší, tím lepší budou výsledky.

D. BAREVNÁ SVĚTLA

1. Jaká je barva slunečního světla?

Zatemněte místnost, do níž svítí přímé sluneční světlo. Do rolety udělejte malý



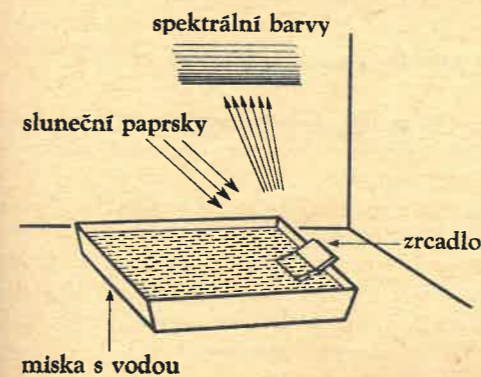
otvor, jímž prochází úzký paprsek světla. Do dráhy slunečních paprsků vložte skleněný hranol; na protilehlé straně pozorujete, že se sluneční světlo rozložilo na řadu barevných světél; těmto barevným světélům říkáme spektrum. Umíte určit barvy v slunečním světle?

2. Skládání spektrálních barev

Do dráhy barevných paprsků, na opačné straně hranolu než dopadá bílé sluneční světlo, vložte lupu. Co se stane s barevnými pruhy na stěně?

3. Jiný způsob vytvoření spektra

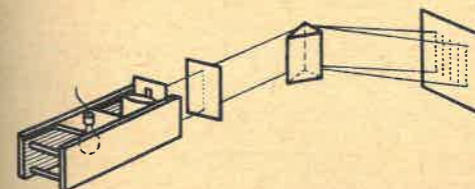
Postavte plochou misku s vodou do jasného slunečního světla. Opřete pravoúhlé kapesní



zrcátko o boční stěnu misky a seřídte tak, aby na stěně vznikly barevné pruhy — spektrum.

4. Studium spektra pomocí světelné krabice

Dobré spektrum získáte pomocí skleněného hranolu umístěného do svazku rovnoběžných paprsků vycházejících ze světelné krabice. Před čočku ve světelné krabici dejte úzkou štěrbinu, kterou můžete vyříznout

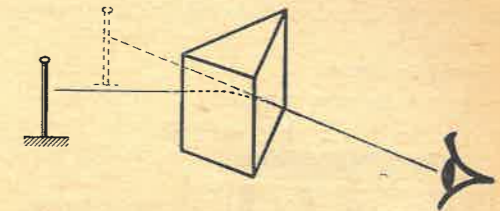


z tuhého papíru. Vkládáním filtrů zhotovených z obarvené želatiny a barevných papírů do dráhy paprsků můžete vymezit jisté barvy. Použijete-li např. purpurový papír, budou na stínítku vidět pouze červené a modré pruhy.

5. Jak můžete pozorovat čárové spektrum

Jednoduchou světelnou štěrbinu zhotovíte ze zrcátka nebo matné fotografické desky, jejíž zadní postříbřenou nebo matnou

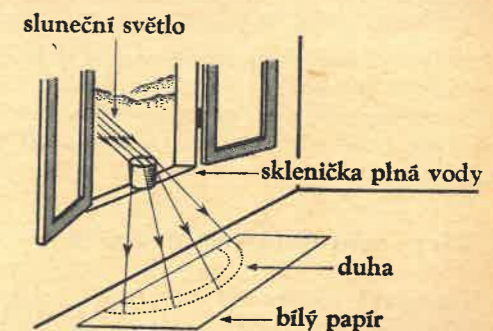
plochu seškrábnete jehlou. Štěrbinu můžete také nahradit lesklou jehlou zapíchnutou



rovnoběžně s lámavou hranou hranolu a osvětlenou daným světlem.

6. Jak si uděláte duhu

Postavte plnou sklenici vody na okenní římsu do ostrého slunečního světla tak, aby poněkud přečnívala přes vnitřní hranu okna.



Na podlahu rozprostřete arch bílého papíru. Vytvoří se na něm duha, tj. pás spektrálních barev.

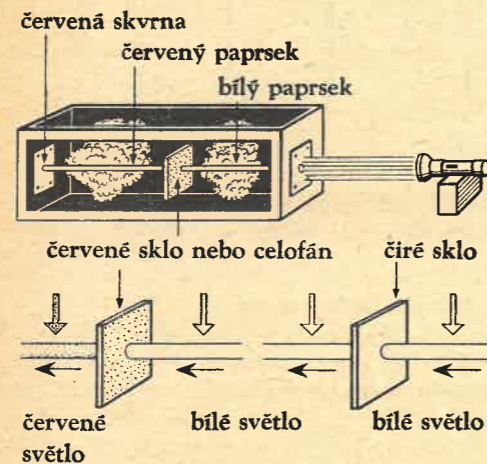
7. Duha jiným způsobem

Časně ráno nebo pozdě odpoledne za jasného slunečního dne rozstříkujte vodu z hadice, otočení zády ke slunci proti tmavému pozadí, např. proti stromům. Uvidíte nádhernou duhu.

8. Barva průhledných předmětů

Použijte kouřovou krabici (viz pokus A 5). Nechte do krabice vstupovat úzký světelný paprsek. Do dráhy světelným paprskům postavte kousek čirého skla nebo celofánu a všimněte si, že svazek paprsků na bílém

stínítka v krabici je bílý. Nyní dejte do dráhy svazku bílých paprsků červené sklo nebo celofán. Uvidíte, že světlo dopadající na bílé stínítka je červené. Všechny ostatní barvy



bílého světla byly pohlceny červenou látkou. Opakujte pokusy s jinými průhlednými látkami. Poznáte, že takovéto látky mají svou barvu díky barvě, kterou propouštějí, zatímco ostatní barvy se v látce pohlcují.

9. Barva neprůsvitných předmětů

Vytvořte v zatemněné místnosti na stěně nebo na listu bílého papíru spektrum. Dejte do modrého světla spektra červenou látku. Jakou barvu bude mít? Dejte látku do zeleného a žlutého světla. Jak se jeví? Položte ji do červeného světla. Jaká je nyní? Opakujte pokus s modrou, zelenou a žlutou látkou. Zjistíte, že se barva látky jeví jako černá s výjimkou případu, kdy dopadající světlo je stejné barvy, jako je barva látky samotné. Neprůsvitné látky mají tedy takovou barvu, jakou odrážejí; ostatní barvy světla se v látce pohlcují.

10. Míchání barevných prášků

Vezměte modrou a žlutou křídou, rozdrťte ji na prášek a smíchejte. Výsledná barva bude zelená. Tyto prášky však nejsou čistá barviva. Všimněte si, že zelená se ve spektru nachází mezi žlutou a modrou. Žlutý prášek absorbuje všechny barvy kromě žluté a zelené. Modrý prášek absorbuje všechny barvy

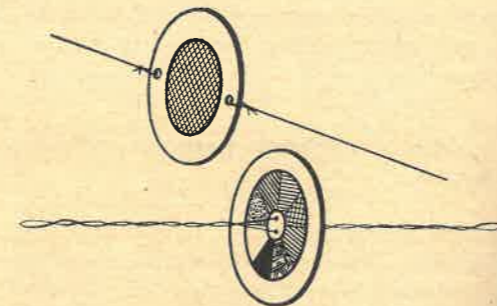
s výjimkou modré a zelené. Žlutý a modrý prášek tedy pohltí modrou i žlutou barvu a zbývající zelená se odráží do oka.

Udělejte podobný pokus smícháním barev na malířské paletě.

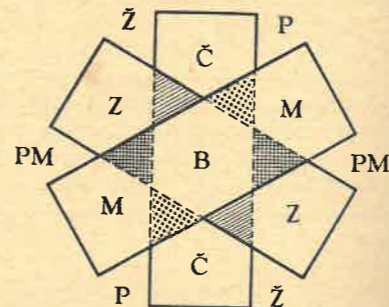
11. Míchání barevných světél

a) K míchání barevných světél můžete použít lepenkové kotouče, obarvené vodovými barvami.

Jedna z mnoha možností je obarvit jednu stranu 10 cm disku žloutkově žlutou barvou a druhou stranu kotouče modrou barvou. Zavěsíte-li kotouč na provázek a otáčíte-li jím mezi prsty, výsledkem bude téměř bílá barva v závislosti na tom, jak vhodně jste zvolili výchozí barvy.



Jiné barevné směsi můžete zkoumat způsobem, jaký se používá u tzv. barevných vlčků. Radiální výseky zabarvíte např. střídavě červenou a zelenou barvou. Výsledná směs červeného a zeleného světla odrážená do oka otáčejícím se kotoučem na provázku je v tomto případě žlutá.



b) Tři krabice, popsané v pokusu s paprsky z elementární optiky, můžete použít k míchání barevných světél. Hodí se také libovolná krabice, obsahující automobilovou žárovku.

Před krabicí postavte červené, zelené a modré filtry a na bílé stínítka vrhněte obdélníkové světelné stopy.

Červená a zelená dávají žlutou, modrá a červená purpurovou, zelená a modrá „paví modř“, červená, zelená a modrá dávají téměř bílou.

12. Barvy v tenké mýdlové vrstvě

Udělejte si silný mýdlový roztok jako na mýdlové bubliny. Tímto roztokem naplňte mělkou misku a do ní ponořte pohárek na vajíčko nebo čajový pohár, až se na nich vytvoří tenká vrstvička mýdlového roztoku. Tu pak držte v silném světle a pozorujte vzniklé barvy.

13. Barvy v olejové vrstvě

Naplňte mělkou misku vodou. Obarvěte vodu černým inkoustem, až je velmi tmavá. Položte misku na okno, kde je jasné venkovní světlo, ne však přímé sluneční světlo. Dívejte se na vodní hladinu tak, aby se vám do oka odráželo světlo z oblohy. Na vodní

hladinu u bližšího okraje misky kápněte jednu kapku oleje nebo benzínu. Uvidíte zářivou duhu barev, rozprostírající se až k opačné straně misky. Fouknete-li na hladinu, můžete pozorovat měnící se barevné spektrum.

14. Barvy pomocí péra

Dívejte se koncem ptačího péra na plamen svíčky. Měli byste na každé straně skutečného plamene vidět další dva až tři plamínky a zploštělé X se čtyřmi barevnými rameny. Máte-li dobré péro, uvidíte v každém z čtyř ramen dva modré a dva červené pásy.

15. Jak se mění barvy

Barevné ilustrace časopisu nalepte na tuhý papír. Vysypte tři polévkové lžíce soli na talíř a přidejte několik lžic lihu, promíchejte a zapalte. Tato směs vydává velmi jasné světlo, obsahující pouze žlutou barvu. Pozorujte v tomto světle v zatemněné místnosti obrázky a všimněte si, jak se všechny barvy kromě žluté změní.

E. SVĚTELNÁ PROJEKCE

Abyste dostali na stínítka zřetelné obrázky, musí mít čočky dobrou kvalitu. Můžete sice použít obyčejné zvětšovací sklo, ale lepší výsledky získáte pomocí čoček ze starých fotografických přístrojů. Používá-li se čočka tímto způsobem, nazývá se objektiv a dosažené zvětšení závisí na její ohniskové vzdálenosti.

Neprůsvitné předměty musí být silně osvětleny, protože čočkou prochází pouze světlo odrážené od jejich povrchu. Průsvitné předměty mohou být osvětleny zezadu; v tomto případě se za filmem nebo diapozitivem používá ještě navíc kondenzující čočka (kondenzor), která zajistí rovnoměrné osvětlení obrázku na plátně.

1. Jak si uděláte projektor na barevné obrázky*)

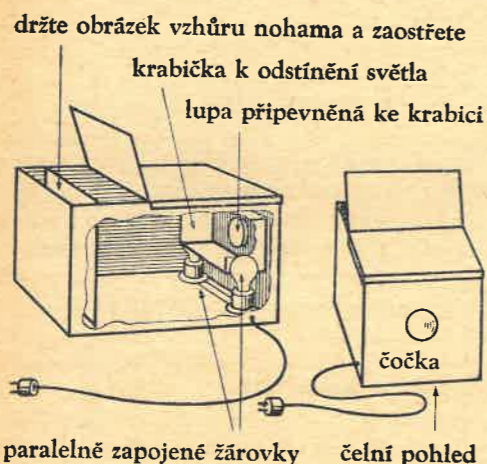
Projektor na barevné obrázky je znázorněn na připojeném obrázku. Použijte krabice poněkud delší, než je ohnisková vzdálenost zvolené čočky. Pro většinu čoček bude stačit krabice dlouhá 30 až 100 cm. Malou krabič-

ku od cukrovinek připevněte dovnitř jako stínítka pro čočku. Spojte paralelně dvě objímky na žárovky a dejte je po obou stranách stínítka. Dvě 60W žárovky by měly dávat dostatečné osvětlení. Přední část víka větší krabice přilepte k bočním stěnám lepicí páskou, zadní část nechte odklápěcí.

Vložte do zadní části krabice obrázek „vzhůru nohama“ a pohybujte jím dopředu a dozadu, až dostanete na stěně nebo na stínítka před projektorem jeho ostrý

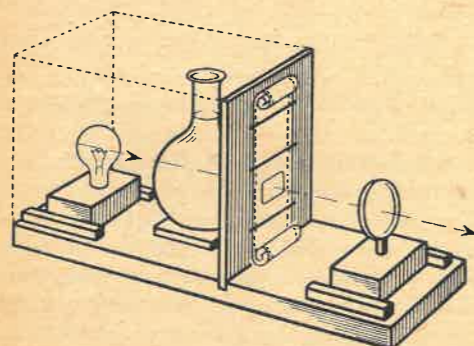
*Přístroj sestává a obsluhuje výhradně učitel; žáci pokus jen pozorují.

a zvětšený obraz. Protože přístroj nemá dobré větrání a z 60W žárovek se uvolní značné teplo, nesmí být přístroj zapojen dlouho, aby nevznikl požár.



2. Konstrukce projektoru na diapositivy

Podstavec přístroje tvoří prkno o rozměrech $40 \times 30 \times 2$ cm. Překližka 10 cm široká a 25 cm dlouhá, zasazená do drážky v podstavci, je nosičem filmového pásu. Otvor 35×23 mm vyříznutý v této překližce tvoří výstupní rámeček pro umístění promítaného obrázku. Filmový pás je k okénku přidržován ve svislé poloze příchytkami, zhotovenými z drátěných sponek na papír. Tyto příchytky se dají snadno ohnout na šířku filmu; jejich konce se nakrátko ustříhnou a zaostří pilníkem, aby se daly snadno zamáčknout na příslušném místě do překližky. Cívky nejsou zapotřebí, neboť posunutí filmu se snadno provede potáhnutím za jeden nebo druhý konec filmu.



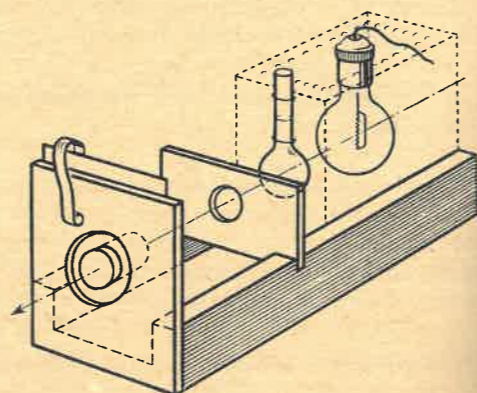
Zdrojem světla je automobilová žárovka v objímce umístěné na dřevěném kvádru. Správná poloha žárovky se dá nastavit posunutím kvádru mezi dvěma lištami, přichycenými hřebíčky k podstavci. Karafu nebo baňku s vodou můžete použít jako kondenzor. Musíte ji nastavit tak, aby celý otvor byl osvětlen. Když jste našli správnou polohu, můžete lampu a kondenzor k základně připevnit.

Čočku objektivu nasadte na dřevěný kolík, pevně zasazený do otvoru vyvrtaného v dřevěném kvádru. Tento kvádr se může snadno pohybovat mezi dvěma lištami. Zasunováním a vysunováním dřevěného kolíku můžete nastavit čočku objektivu do stejné výšky nad podstavcem, jako je střed osvětlovací lampy a kondenzoru.

Lampa a kondenzor se opatří krytem z překližky, kovu nebo tuhého papíru, jak je znázorněno čárkovaně na obrázku. Při promítání je nutno místnost zatemnit. Větrání přístroje je nedostačující, proto nesmí být přístroj dlouho v provozu, aby nevznikl požár.

3. Jednoduchý mikroprojektor

Optický systém tohoto přístroje je tentýž jako u předcházejícího projektoru. Je však použito objektivu o malé ohniskové vzdálenosti, aby se dosáhlo velkého zvětšení, neboť mikrofotografie mají malé rozměry. Jako zdroje světla je použito 12voltové automobilové žárovky, kondenzorem bude malá skleněná baňka o průměru 1,5 až 2 cm, vyfouknutá na konci tenké skleněné trubičky. Čočku objektivu získáte z mikroskopu.



Podstavec přístroje tvoří malý dřevěný žlábek s rozměry $10 \times 7 \times 4$ cm zhotovený z latky $10 \times 5 \times 1$ cm, na níž jsou ze stran hřebíčky připevněny 4 cm široké dřevěné latky. Rozměry samozřejmě nejsou závazné a mohou se měnit podle materiálu. Držák objektivu získáte uzavřením jednoho konce žlábků překližkou o rozměrech 9×7 cm, opatřenou uprostřed otvorem o průměru 2,5 cm.

Do žlábků nasadte na lampu kryt, který jednoduše zhotovíte upevněním automobilové žárovky s objímkou uvnitř pravoúhlé plechové krabičky od čaje nebo kakaa. Otvory provrtané po obvodu víčka umožňují ventilaci a otvor o průměru 1,5 cm slouží jako lůžko pro kondenzor. V této poloze je kondenzor pevně držen měděnými drátky, obepínajícími krček baňky a procházejícími otvory v čele plechovky.

Destička, na které je upevněn promítaný předmět, zapadá do zářezů v bočních stěnách žlábků, takže předmět je držen ve svislé poloze a světlo z kondenzoru může jím pro-

cházet. Polohu zářezu určíte způsobem popsaným níže.

Objektiv mikroskopu je těsně upevněn v otvoru vyvrtaném do překližky o rozměru 7×4 cm. Překližka je sponkou držena těsně na koncovém čele a je nastavena do takové výše, aby byla v optické ose celého systému.

Obrázek ukazuje jednotlivé součásti přístroje nasazené dále od sebe, než budou ve skutečnosti; je to proto, aby byla zřetelnější vidět jejich relativní poloha. Abyste tento přístroj seřídili, musíte pohybovat dopředu osvětlovací lampou a kondenzorem tak dlouho, až bude světlo procházet objektivem a vytvářet obraz (např. obraz botanického preparátu) na skleněnou matnici o straně asi 30 cm, vzdálené asi 60 cm od konce žlábků. Najdete-li správnou polohu pro umístění destičky s promítaným předmětem, udělejte pilkou v bočních stěnách zářezy, do nichž budete vkládat destičky s dalšími preparáty. Tento přístroj se dá také použít k promítání Newtonových kroužků a difrakčních obrazců.

Lidské tělo

A. NAŠE SMYSLY

1. Čich

V jednom rohu místnosti, v níž jsou rovnoměrně rozsazeni naprosto klidně sedící žáci, položte kousek látky nebo vaty, na kterou jste nakapali éter nebo čpavek.

Řekněte žákům, aby zvedli ruku, jakmile ucítí pach. Pozorujte, jak se pach šíří vzduchem v místnosti.

Uvedte příklady, kdy nás čich chrání před nebezpečím.

2. Nejlepší vzdálenost při čtení

Požádejte žáky, aby něco přečetli a přitom drželi knihu v nejvhodnější vzdálenosti; zpravidla to bývá asi 25–30 cm. Je-li tato vzdálenost větší nebo menší, je třeba ji upravit brylemi.

3. Adaptace oka

Stočte 10 až 12 listů bílého papíru do duté trubky tak, aby každý list tvořil dvě vrstvy. Na trubku navlékněte gumový pásek, postavte



ji na potištěnou stránku knihy a k hornímu otvoru přitiskněte oko tak, aby shora ani zdola nepronikalo dovnitř světlo. Zpočátku nebudete moci nic přečíst. Kdybyste byli schopni okamžitě přečíst určitá slova, naviňte na trubku ještě několik listů papíru.

Zavřete druhé oko a dívejte se dále jednu nebo dvě minuty do trubky, aniž vpustíte dovnitř světlo. Po chvíli se začne text objevovat v matném světle, procházejícím bílým papírem.

Jakmile budete moci jasně číst, rychle se podívejte do zrcátka a zapamatujte si velikost zřítelnice oka (tzv. pupily). Sledujte pozorně zřítelnicí jednu minutu v jasném světle místnosti a všimněte si, jak se mění velikost zřítelnice.

Vymenujte některé přednosti této schopnosti oka měnit velikost zřítelnice: stahování zřítelnice chrání oko před velmi jasným světlem; její rozšíření nám umožňuje vidět i ve velmi slabém světle; přizpůsobování (adaptace) zřítelnice chrání zrak před poškozením.

4. Dokážete najít slepou skvrnu?

Na sítnici, kde do oka vstupuje zrakový nerv, je malá slepá skvrna o průměru několika milimetrů. Tuto slepou skvrnu můžete najít velmi jednoduchým pokusem.

Na bílý list papíru nakreslete černý bod a asi 5 cm napravo od něho černý křížek. Zavřete levé oko a pravým se dívejte upřeně na černý bod. Zvedněte nyní list papíru a zvolna jej přibližujte k oku, aniž se přestanete na černý bod dívat. V určité vzdálenosti papíru od oka přestanete křížek vidět; jeho obraz dopadl na slepou skvrnu na sítnici. O slepé skvrně na sítnici v levém oku se můžete přesvědčit zase tak, že zavřete pravé

oko a levým upřeně hledíte na křížek. Když papír k oku přibližujete, v určité vzdálenosti černý bod zmizí.

5. Optické klamy

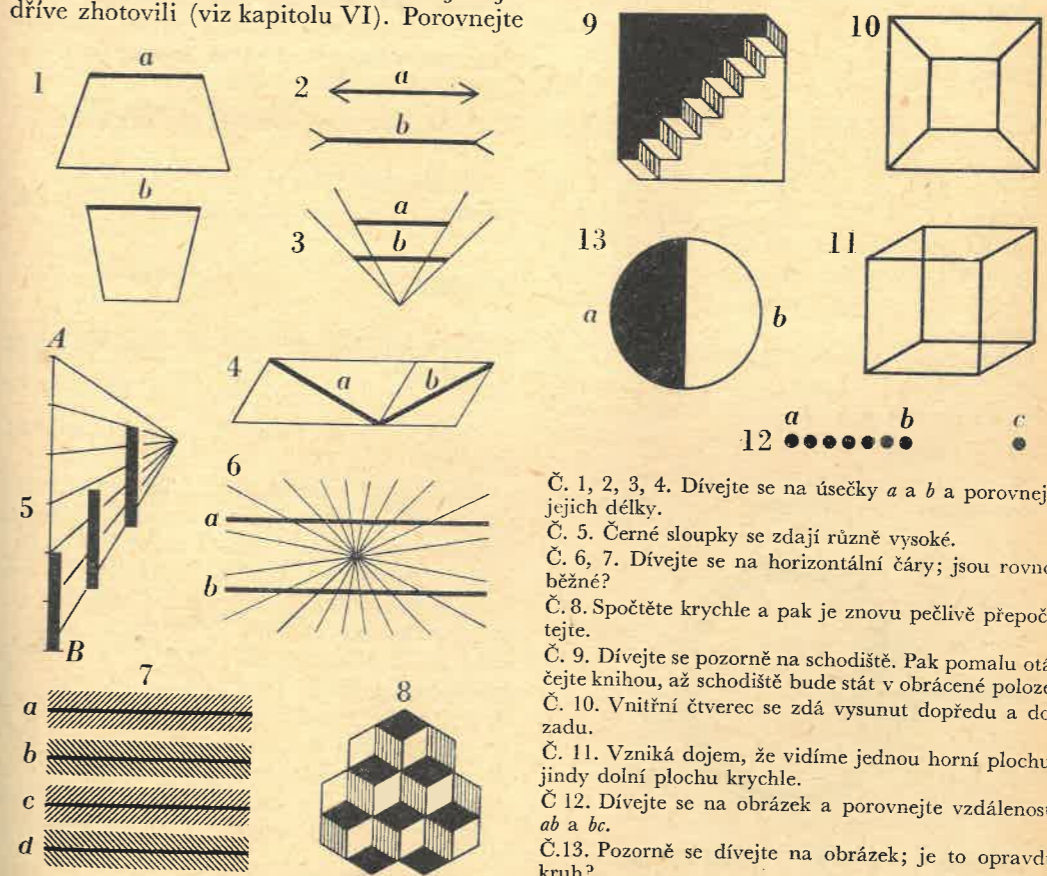
Každodenně se setkáváme s řadou překvapivých optických klamů. Jsou-li Slunce a Měsíc těsně nad horizontem, zdají se nám mnohem větší, než jsou-li vysoko na obloze. Když se na ně díváme, jak vycházejí, zdá se nám, že se pohybují mnohem rychleji, než když jsou na obloze nad námi. Měření slunečního nebo měsíčního průměru pomocí přesných přístrojů nebo jejich zdánlivého pohybu při východu a západu nepotvrzují však naše první dojmy. Naše odhady velikostí a vzdáleností u horizontu jsou nepřesné, přizpůsobujeme je pozemským předmětům, s nimiž je srovnáváme.

Rychlost pohybu Slunce nebo Měsíce při východu nebo západu měřte theodolitem nebo astrolábem a sextantem, které jste již dříve zhotovili (viz kapitolu VI). Porovnejte

tento pohyb s pohybem, když jsou Slunce nebo Měsíc na obloze nejvýše (v nadhlavníku).

Vidění není jen statickým procesem stále se měnícího okolí. Je nutno se naučit používat oči jako kterýkoli jiný přístroj. Odhad vzdáleností, směru a polohy nespočívá jen na tom, co vnímá sítnice. Podílejí se na nich celkové pohyby svalů, které ovlivňují zakřivení čočky a které pohybují oční koulí v očníci, rovněž i těch svalů, které pohybují celou hlavou. Všechny podněty z těchto svalů přicházejí do mozku. Zkušenosti každodenního života nás učí koordinaci pohybu těla v závislosti na pohybech oka a světelném obrazu na sítnici.

Je všeobecně známo, že se světlo šíří přímočaře. Zvykli jsme si vidět věci za sebou v jedné řadě. Avšak jemné vazby v mozku, které nám umožňují pochopit věci tím, že se na ně díváme, nebo zaměřit pohled na předmět, jehož se dotýkáme, se snadno naruší.



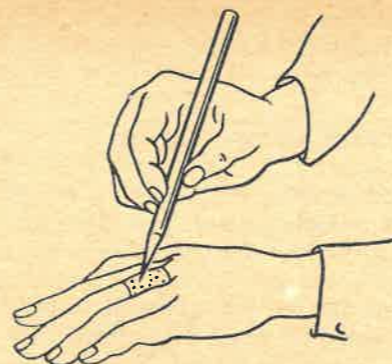
- Č. 1, 2, 3, 4. Dívejte se na úsečky *a* a *b* a porovnejte jejich délky.
- Č. 5. Černé sloupky se zdají různě vysoké.
- Č. 6, 7. Dívejte se na horizontální čáry; jsou rovnoběžné?
- Č. 8. Spočítejte krychle a pak je znovu pečlivě přepočítejte.
- Č. 9. Dívejte se pozorně na schodiště. Pak pomalu otáčejte knihou, až schodiště bude stát v obrácené poloze.
- Č. 10. Vnitřní čtverec se zdá vysunut dopředu a dozadu.
- Č. 11. Vzniká dojem, že vidíme jednu horní plochu, jindy dolní plochu krychle.
- Č. 12. Dívejte se na obrázek a porovnejte vzdálenosti *ab* a *bc*.
- Č. 13. Pozorně se dívejte na obrázek; je to opravdu kruh?

Na obrázcích jsou některé optické klamy. Přesvědčte se přesným měřením, že vaše dojmy nejsou správné.

6. Pocity doteku

Vyznačte tužkou čtverec 1 cm² na hřbetě prvního článku prostředního prstu. Zašpičatělou tužkou se dotýkejte kůže na mnoha místech uvnitř čtverce. Nervová zakončení, která zaznamenávají pocity dotyku, tepla, chladu a bolesti, jsou umístěna v kůži. Najděte ve čtverci body, které přenášejí každý z těchto vzruchů.

Vyjmenujte několik příkladů, kdy pocity dotyku, tepla, chladu a bolesti vás ochrání před zraněním.



7. Vyzkoušejte si pocity tělesné teploty

Viz kapitola XIII, pokus B 1, str. 139.

B. NĚKTERÉ ORGÁNY LIDSKÉHO TĚLA

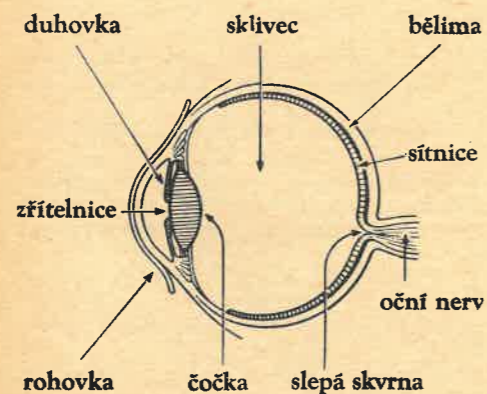
I. OKO

1. Pitva oka

Použijeme oko ovce nebo skotu. Nejprve odstraníme svrchní průhlednou vrstvu — rohovku. Tím se odkryje duhovka a za ní je čočka.

Čočka rozděluje oko na dvě části: přední, obsahující řídkou kapalinu zvanou oční mok, a za ní část s rosolovitou hmotou, zvaná sklivec.

Odstraníme-li čočku a sklivec, uvidíme citlivý povrch — sítnici. Největší hustota citlivých buněk je v místě proti čočce a nazývá se žlutá skvrna. Nervy přenášející



vzruchy vycházejí otvorem ve vnější vrstvě zvané bělma; toto místo proto není citlivé na světlo a nazývá se slepá skvrna.

2. Jak oční čočka vytváří obraz na sítnici

Viz kapitola XVI, pokus C 11 (str. 194) — vytváření obrazu vypuklou čočkou.

II. SRDCE

1. Jednoduchý přístroj na poslech tepu srdce

Udělejte si stetoskop k poslechu srdeční činnosti.

Uspokojivý stetoskop k demonstračním účelům si můžete udělat z malé nálevky, skleněné trubice ve tvaru T nebo Y a z několika gumových hadiček. Natáhněte asi 7 až 8 cm dlouhý kus gumové hadičky na zúžený konec nálevky (vhodná je skleněná laboratorní nálevka). Na druhý konec krátké gumové hadičky nasadte skleněnou T-trubicí, na jejíž obě ramena jsou nasazeny delší gumové hadičky.



Stetoskop se používá tak, že jeden žák pevně přitiskne nálevku v místě svého srdce, zatímco druhý drží konce dlouhých gumových hadiček v uších. Tep srdce je slyšet velmi zřetelně. Lékař pomocí stetoskopu zjišťuje, zda je srdeční činnost normální.

Po tomto pokusu se zmíníme o tom, jak srdce pracuje, a o jeho důležitosti pro zachování dobrého zdraví. Můžeme rovněž upozornit na nebezpečí, které by mohlo ovlivnit správnou činnost srdce, a na nemoci, které někdy vyvolávají srdeční poruchy.

2. Zjišťování tepu

Ukažte žákům vhodnou metodu k zjišťování tepu: sevřete zápěstí dvěma prsty, palcem lehce přitlačujte na tepnu. Cvičte se v určování počtu tepů za minutu tím, že počítáte tepe za 15 a 30 vteřin.

3. Vliv tělesného cvičení na tep

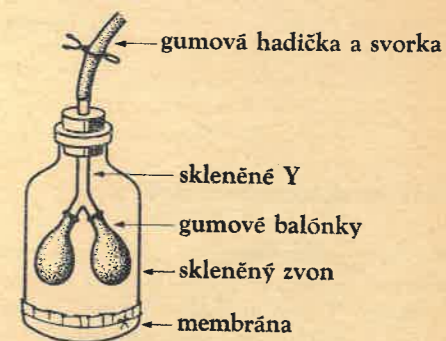
Zjistěte si navzájem počet tepů za minutu v klidu a pak po namáhavém cvičení. Výsledky shrňte do přehledné tabulky.

III. PLÍCE

1. Jak pracují plíce

Předvedte činnost bránice pomocí přístroje znázorněného na obrázku. Gumové balónky představují plíce, skleněná trubice průduš-

nici a láhev bez dna představuje hrudní koš. Snížením bránice se sníží tlak v hrudní dutině a vzduch začne proudit do plic.



Zvednutím bránice se proud vzduchu obrátí. Zkuste pohybovat membránou při uzavřené svorce.

2. Objem plic

Objem vzduchu, který mohou plíce pojmout, se určuje velmi snadno.

Baňatou láhev opatřenou zátkou se dvěma otvory naplňte vodou. Jedním otvorem prostrčte gumovou trubičku; druhý otvor bude výstupní. Láhev postavte obráceně do větší nádoby a některý žák do ní zhluboka vydechne gumovou hadičkou. Výstupní otvor pak zakryjte rukou a láhev vyndejte z nádoby. Odměrným válcem zjistěte množství vody potřebné k opětovnému naplnění láhve. Toto množství vody se rovná objemu vzduchu vydechnutému z plic.

Pokyny pro učitele

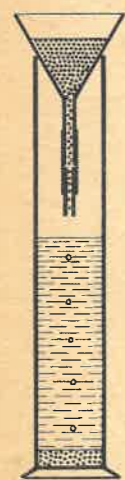
1. Čištění skleněného nádobí

V 1 litru vody rozpustíte 100 g koncentrované kyseliny sírové a 100 g dvojchromanu draselného. Tento roztok můžete opětovně používat k mytí skleněného nádobí.

Upozornění: Dbejte pečlivě na to, aby vám tato silná žravina nepotřísnila kůži nebo šaty. Při ředění koncentrované kyseliny sírové použijte kameninovou nádobu. Kyselinu přiléváte do vody velmi pomalu, protože při rozpouštění se uvolňuje značné množství tepla.

K odstranění nečistoty známého původu by měl učitel využít svých znalostí chemie. Jestliže špinavá nádoba obsahovala zásady nebo soli se zásaditou reakcí, zkusíme ji vyčistit nejprve pomocí slabě zředěné kyseliny; je-li nádoba znečištěna manganistanem draselným (hypermanganem), je možno ji vyčistit roztokem síranu sodného okyseleného zředěnou kyselinou solnou atd.

Zásady sklo pomalu poškozují, takže láhve, v nichž byl po delší dobu hydroxid sodný apod., už nikdy nebudou bezvadně průhledné.



2. Čištění rtuti

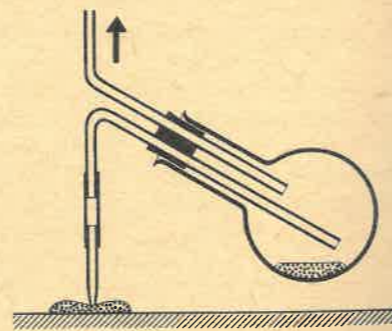
Jestliže rtuť tekoucí po rovné ploše začíná vytvářet stružky, je to znamením, že by se měla přechistit. Čištění lze provést tak, že rtuť kapeme do vysokého válce naplněného kyselinou dusičnou, zředěnou alespoň 1 : 10. Velmi dobrého účinku dosáhneme, když rtuť necháme protékat kapilárou, připojenou k nálevce, protože rtuť pak prochází kyselinou ve formě malých kapek. Přechištěnou rtuť protřepeme s vodou v tlustostěnné nádobě,

abychom ji zbavili zbytků kyseliny. Nakonec necháme rtuť prokapat dírkou, propíchnutou špendlíkem ve filtračním papíru, naskládaném (obvyklým způsobem do nálevky. Poslední kapky rtuti můžeme v nálevce nechat do příštího čištění. Požadujeme-li rtuť obzvláště suchou, můžeme ji před konečnou filtrací zahřívát na vzduchu.

3. Sbíráání rozlité rtuti a odstraňování vzduchových bublin¹⁾

Plníme-li trubici rtuť, vzniknou v ní obvykle vzduchové bubliny. Abychom je odstranili, uzavřeme trubici, která ještě není zcela naplněna, prstem a převrátíme ji. Velká vzduchová bublina se přemístí k hornímu konci a při svém pohybu posbírá menší bubliny. Když trubici obrátíme do původní polohy, velká bublina se vrátí a vymizí. Pak trubici doplníme potřebným množstvím rtuti.

Rtuť rozlitou na misce, na stole nebo na podlaze můžeme sebrat tak, že ji nasajeme do tzv. stříčky.



¹⁾ Převzato z knihy H. N. Saunders: The Teaching of General Science in Tropical Secondary Schools, London, Oxford University Press, 1955. (Unesco Handbooks on the Teaching of Science in Tropical Countries, vol. 7.)

4. Biologické sbírky

Tyto sbírky mají malou hodnotu, pokud nejsou udržovány v dobrých podmínkách, které se liší pro různé druhy sbírek.

Rostliny: Sbírká usušených vzorků se nazývá herbář. Má sloužit jako zásoba již určených rostlin, na něž je možno při vyučování odkazovat, i jako pomůcka při určování čerstvě nasbíraných vzorků. Učitel musí mít vždy po ruce dostatek materiálu, na němž by mohl demonstrovat různé druhy květů, listů, plodů a kořenů. Vzorek není kompletní, pokud neobsahuje všechny části rostliny. Jelikož květy a plody se obvykle nevyskytují současně, bude nutné sbírat vzorky téže rostliny v různých obdobích.

Sušení rostlin se provádí lisováním mezi listy novinového papíru. K tomuto účelu je sice možno zakoupit též speciální papír, noviny však poslouží stejně dobře, zvláště když z obou stran vzorku dáme po dvou až třech listech. Současně lze lisovat i větší počet vrstev vzorků. Sušení uspíšeme tím, že vždy mezi několik vrstev vložíme vlnitou lepenku. K lisování můžeme použít dostatečně zatěžkané rýsovací prkno. Rychlejšího sušení však dosáhneme mezi dvěma rámy s drátěným pletivem staženými pérovými svorkami, šrouby nebo řemínky. Po několik prvních dní bychom měli vzorky denně překládat mezi nový suchý papír; když poněkud zaschnou, není třeba měnit papír tak často.

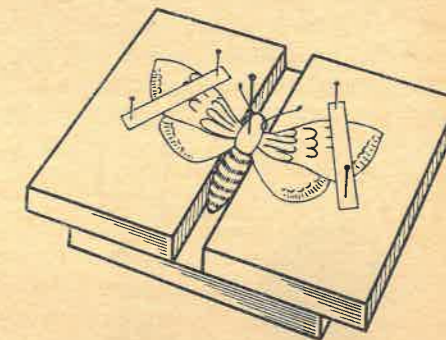
Každý vzorek má být opatřen štítkem, na němž je uvedeno: a) název vzorku a jeho rod; b) jméno osoby nebo skupiny, která vzorek určila; c) místo a datum nálezu; d) jméno nálezce.

Plody a další objemné části vzorků lze označit a uložit odděleně; malá semena je možno vložit do sáčku a připevnit ke kartónu.

Hmyz: Nejvhodnější metodou usmrcování je vložit hmyz do širokohrdlé láhve s vhodným jedem.

Hmyz po vhození do láhve pouze znečistí. K jeho usmrcení je třeba ponechat jej v láhvi po několik hodin. Po této době můžeme exemplář přenést na napínací desku (napínadlo). Obvyklý typ napínadla s půlkruhovou drážkou můžeme nahradit dvěma deskami z lisovaného korku nebo tlusté lepenky, které jsou připevněny k třetí desce tak, aby mezi nimi vznikla mezera (viz obrázek). Celé zařízení musí být dostatečně

velké, aby bylo možno na ně hmyz dobře upevnit. Polohu exempláře v žlábků zajistíme dlouhým a tenkým „entomologickým“ špendlíkem, kterým propíchneme střed hmyzí hrudi. Křídla, nohy a tykadla pak opatrně roztáhneme jemnou pinzetou a uchytneme úzkými proužky papíru. (Proužky připevníme



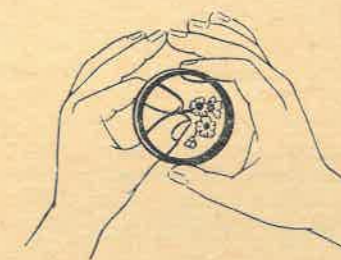
špendlíky, které se však nesmějí hmyzu dotýkat.) Když je vzorek důkladně vysušen, můžeme proužky papíru odstranit, neboť jednotlivé části hmyzího těla si zachovají svoji polohu. Stanou se však křehké, takže se nesmíme pokoušet vytáhnout špendlík z hrudi. Jeho pomocí naopak přeneseme hmyz na vhodné místo ve sbírce. Sbírkou umístíme do plechové nebo dřevěné krabice, na jejíž dno položíme desku z lepenky nebo lisovaného korku a jejíž víko nahradíme skleněnou deskou.

5. Botanické vzorky

Abychom vzorky uchovali čerstvé do doby, než je budeme lisovat, vložíme je v uzavřené krabici do chladničky. Vydrží týden čerstvé a tuhé.

6. Práce s lupou

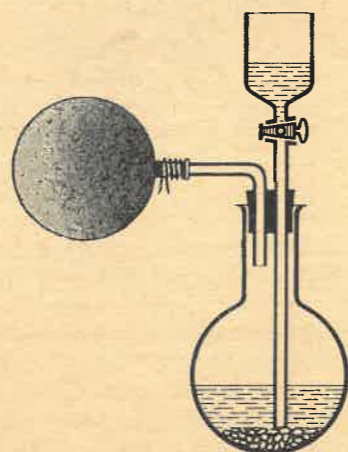
Pro mladší žáky je obtížné udržet lupu i pozorovaný předmět v klidu, a tudíž vidět předmět ostře. Pozorování lupou se velmi



usnadní, když předmět uchopíme palcem a ukazováčkem jedné ruky, lupu týmiž prsty druhé ruky a špičky obou prostředníků přitiskneme k sobě.

7. Balónky s vodíkem¹⁾

Při plnění dětských balónků vodíkem můžeme obyčejnou nálevku nahradit nálevkou s kohoutem. Plnicí trubka má být co nejširší. Okraj balónku přivážeme až na její konec. To nám umožní zavázat balónek,



aniž bychom ho předtím z trubky sejmuli. Nálevkou nalijeme do tlustostěnné baňky nebo láhve obsahující kousky zinku a zředěnou kyselinu sírovou a kohout uzavřeme.

8. Živný roztok pro pěstování rostlin

V 1 litru destilované vody rozpustíme tyto soli (měly by být chemicky čisté):
 0,70 g dusičnanu draselného,
 0,25 g síranu vápenatého (krystalického),
 0,25 g kyselého fosforečnanu vápenatého (krystalického),
 0,25 g síranu hořečnatého (krystalického),
 0,08 g chloridu sodného,
 0,005 g chloridu železitého (krystalického);
 do roztoku pak přidáme:
 1 ml 0,06 % roztoku kyseliny borité,
 1 ml 0,04 % roztoku chloridu mangana-tého.

¹⁾ Převzato z knihy H. N. Saunders: The Teaching of General Science in Tropical Secondary School London, Oxford University Press, 1955. (Unesco Handbooks on the Teaching of Science in Tropical Countries, vol. 7.

9. Barviva

Obvykle kupujeme již hotová barviva v roztoku. Zde uvádíme jen několik předpisů, které by mohly být užitečné:

a) Anilin-sulfát. Do nasyceného roztoku anilin-sulfátu přidáme několik kapek zředěné kyseliny sírové.

b) Boraxkarmín. Ve 100 ml vody rozpustíme 4 g boraxu. Přidáme 3 g karmínu a roztok zahříváme, dokud se karmín nerozpustí. Pak přidáme 100 ml 70 % etylalkoholu a roztok zfiltrujeme.

c) Safranin. 1 g safraninu rozpustíme buď ve 100 ml vody nebo ve 100 ml 50 % etylalkoholu.

10. Mořská voda

Náhražku mořské vody připravíme tak, že ve 2 l obyčejné vody rozpustíme:

45,0 g chloridu sodného,
 3,5 g síranu hořečnatého,
 5,0 g chloridu hořečnatého,
 2,0 g síranu draselného.

11. Vápenná voda

Vápenná voda je nasycený roztok hydroxidu vápenatého, který je však ve vodě špatně rozpustný. Roztok vhodný ke školním pokusům připravíme tak, že do 1 l destilované vody přidáme asi 10 g hašeného vápna, důkladně protřepeme, necháme ustát a čirý roztok slijeme.

12. Roztok lakmusu

Při rozkladu lakmusu se uvolňuje teplo. Roztok proto připravujeme extrakcí kousků lakmusu ve studené destilované vodě. Roztok uchováváme v lahvích umožňujících přístup vzduchu, neboť jinak roztok ztratí barvu.

13. Elektrolyty pro akumulátory

a) Olověný akumulátor. Podle stavu akumulátoru má roztok kyseliny sírové tuto hustotu (v kg m⁻³):

úplně nabitý	1 280
z poloviny nabitý	1 210
vybitý	1 150

Uvedené hodnoty jsou pouze přibližné. V praxi se řídíme doporučeními výrobce, která jsou uvedena buď přímo na akumulátoru, nebo v návodu k použití. Zde je podán návod na přípravu roztoku kyseliny sírové o hustotě přibližně 1 280 kg m⁻³.

Do kádinky, naplněné ze dvou třetin destilovanou vodou, přidáváme pomalu za neustálého míchání koncentrovanou kyselinu sírovou tak dlouho, až se roztok téměř vaří. Pak roztok ochladíme a znovu přidáme se stejnou opatrností kyselinu, dokud se roztok nezačne vařit. Po ochlazení na pokojovou teplotu opravíme hustotu podle údaje hustoměru buď přidáním vody nebo kyseliny.

b) Akumulátor niklokadmiový. Jako elektrolyt slouží roztok hydroxidu draselného o hustotě 1 190–1 210 kg m⁻³. Roztok o této hustotě dostaneme rozpuštěním jednoho váhového dílu tuhého hydroxidu draselného (jakostního druhu „čistý“) ve třech váhových dílech destilované vody.

14. Indikátorový papírek k určování polaritý baterie

Filtrační nebo sací papír namočíme do roztoku síranu sodného, do něhož bylo přidáno několik kapek fenolftaleinu. Před použitím papír navlhčete a přiložte k němu dráty vedoucí od pólů baterie tak, aby mezi nimi byla malá mezera. V místě, kde se dotýká drát od záporného pólu, papír zčervená.

15. Lázně pro galvanické pokovování

Mědicí lázeň pro matné povlaky:

160 až 230 g/l síranu měďnatého,
 60 až 78 g/l koncentrované kyseliny sírové.

Jemně pracující lázeň:

200 g/l síranu měďnatého,
 12 g/l dvojsíranu hlinito-draselného,
 31 ml/l koncentrované kyseliny sírové.

Chemikálie rozpouštíme v destilované vodě. Elektrický proud procházející elektrolytem závisí na velikosti plochy elektrody, na níž se má kov vylučovat. Proudová hustota by neměla překročit u mědicích lázní 20 mA/cm². Povrch vyloučeného kovu bude

obvykle matný. Silnější vrstvu můžeme vyleštit. Před pokovováním je nutno povrch předmětu důkladně očistit a odmastit.

16. Chemické stříbření zrcadel

Připravíme dva zásobní roztoky. Roztok A: 30 g dusičnanu stříbrného rozpustíme v 1 l destilované vody. Pak přikapáváme čpavek tak dlouho, až se vzniklá sraženina právě rozpustí. Roztok B: 60 g vinanu sodno-draselného (Seignettovy soli) rozpustíme v 800 ml vody. Pak přidáme 10 ml koncentrovaného formaldehydu (čerstvého!) a doplníme vodou na 1 l. Těsně před použitím se smíchají 3 díly roztoku A a jeden díl roztoku B.

Povrch určený ke stříbření je nutno nejprve velmi důkladně očistit a zbavit všech stop mastnoty. Doporučuje se např. ponořit předmět na 5 minut do koncentrovaného roztoku saponátu („Jaru“) a pak dokonale opláchnout destilovanou vodou. Při vlastním stříbření ponoříme určený povrch těsně pod hladinu stříbrného roztoku tak, aby zbývající části předmětu nebyly s roztokem ve styku. Stříbření trvá asi 20 minut. Po jeho ukončení předmět dokonale opláchneme v tekoucí vodě.

17. Papír citlivý na teplo

Do vodného roztoku chloridu amonného přidejte vodný roztok chloridu kobaltnatého (na jejich poměru nezáleží). Vzniklý roztok rozřeďte, až bude mít bledě růžovou barvu. Filtrační papír, ponořený do tohoto roztoku a opět usušený, bude téměř bezbarvý; budete-li jej zahřívát, změní se jeho barva na jasně zelenou.

18. Komerční lepidla

Na trhu se prodává celá řada lepidel pro speciální použití a bude dobré, když si je přehledně rozdělíme. Porcelán, sklo a kov se dají lepit lepidly na porcelán. Přijdou-li však opravované předměty do styku s horkou vodou, pak zaručený výsledek dávají pouze nová epoxidová lepidla, jako je např. ChS-Epoxy 1200. Papír a lepenka se dají lepit skoro vším. Nejčistší a nejsnazší při použití jsou rostlinné klíhy. Příklady komerčních lepidel: Ago, Dukol, Umakol aj. Tex-

tilní tkaniny, kůže a koberce se nejlépe lepí pomocí termoplastických a kaučukových lepidel, jako např. Alkapren, Resolvan atd.

Dvě různé plastické hmoty se dají slepovat jen obtížně. Za běžných podmínek se nejlepší výsledky docílují pomocí lepidel založených na stejné bázi, jako je lepená plastická hmota; např. kousky PVC můžeme lepit lepidlem na PVC jako např. Plastofix, Vukoplast PC. Přítlačná lepidla jako např. Umacol jsou velmi vhodná pro lepení laminátových plastických hmot na jiné materiály.

Kaučuková lepidla se dají odstranit z rukou benzínem. Většina jiných domácích lepidel pustí mýdlem a vodou.

Existuje mnoho typů lepidel vhodných na dřevo. Jako příklady dobrých lepidel uvedme: horké živočišné klijhy (klijh v tabulkách), studené živočišné a rybí klijhy, kaseinové tmely při použití zastudena (Etifol, Mirofix, Firmus), močovinné pryskyřice (Dukol, Formit, Formitol, Urycol), emulze PVA (Umacol P, Umacol P 10).

Živočišné klijhy a emulze nejsou odolné vůči studené vodě; pryskyřičná lepidla odolávají studené vodě a po krátkou dobu i horké. Kaseinová lepidla jsou méně pevná, dosti dobře odolávají teplu a vlhkosti, ale zabarvují některá dřeva.

Lepení vyžaduje určitou dobu. Čím více námahy věnujete přípravě a vlastnímu lepení, tím lepší bude výsledek.

19. Lepidla, vosky, slitiny

Ve své laboratoři si můžete snadno vyrobit další lepicí látky podle následujících předpisů:

Lepidla

Lepidlo odolávající kyselinám

- 1 díl kaučukového roztoku,
- 2 díly lněného oleje,
- 3 díly dýmkařské sádry (v prášku).

Lepidlo na akvária

- a) Smícháme stejné díly práškové síry, chloridu amonného a ocelových pilin. Přidáme vařící lněný olej a vše důkladně promícháme. Abychom získali hustou pastu, přidáme bělobu olovnatou. Lepidlo musíme použít, dokud je tekuté.

- b) Smíchejte suřík (mínium) s dostatečným množstvím lepidla na pozlátku na jemnou pastu a ihned použijte k lepení. Před napuštěním vodou nechte akvárium několik dní ustát a dobře je vypláchněte.

Celuloidové lepidlo

Malé kousky celuloidu rozpustíte v acetonu nebo amylocetátu.

Toto lepidlo je vhodné při výrobě malých akumulátorů.

Lepidlo na měkkou ocel

- 90 dílů jemných ocelových pilin,
- 1 díl sirného květu,
- 1 díl chloridu amonného.

Těsně před použitím smíchejte s vodou na pastu.

Vosky

Chattertonův tmel

- 1 díl asfaltu,
- 1 díl pryskyřice.

Roztavte dohromady a přidejte tři díly malých kousků surového lisovaného kaučuku.

Faradayovo lepidlo

- 5 dílů pryskyřice,
- 1 díl včelího vosku,
- 1 díl okru žlutého.

Roztavte v plechovce pryskyřici a včelí vosk a zamíchejte do nich okr.

Slitiny

Woodův kov (bod tání 70 °C)

- 2 díly olova,
- 4 díly cínu,
- 8 dílů vizmutu,
- 2 díly kadmia.

Darcetova slitina (bod tání 70 °C)

- 5 dílů olova,
- 3 díly cínu,
- 8 dílů vizmutu.

20. Izolační materiál pro pokusy z elektrostatiky

Roztavte trochu parafínu v plechovce, ponořené ve vodní lázni. Za stálého míchání přidejte sirný květ, až se vytvoří pastovitá

hmota. Z té pak můžete vymodelovat zátku do hrdla láhve nebo odlít destičky podle potřeby.

21. Náhrada okulárového nitkového kříže

K tomuto účelu můžete použít vytaženou skleněnou trubičku nebo jednoduché nylonové vlákno. Sejměte z optického přístroje opěrný kroužek. Rámeček k uchycení vlákna zhotovíte z měděného drátku zahnutého do tvaru U tak, aby obě ramena byla od sebe vzdálena asi o 1 cm více, než je průměr kroužku. Ramena podložte pod vlákno, to na ně pevně přilepte a přečnávající konce odstraňte. Nyní zvedněte rámeček a umístěte vlákno do správné polohy nad opěrný kroužek. Připevněte jej lepidlem a po zaschnutí seřídte jeho konce.

Uspokojivé vlákno si můžete také vyrobit z lepidla, jako je např. Kanagom tak, že na kousku papíru necháte poněkud zaschnout kapičku lepidla. Pomocí špendlíku nebo špičky trubičky pak můžete po doteku kapky vytáhnout velmi jemné vlákno. To připevníte na opěrný kroužek výše popsaným způsobem, nebo získáte-li trochu praxe, můžete nitkový kříž připevnit na okulár přímo.

22. Pájení

Pájka je slitina 66 % cínu a 34 % olova a používá se k mechanickému a elektrickému spojování dvou kovů. Obvykle ji získáte ve tvaru tyčí nebo drátků. Používá se v roztaženém stavu za pomoci hrotu páječky. Ten se dá ohřívat elektricky (v tomto případě stačí obvykle topení s příkonem 75 W) nebo nad plynovým hořákem.

Povrch hrotu musí být dobře očištěn oškrábáním nebo ponořením do pájecí pasty, jinak pájka na měděném hrotu nebude držet. Jakmile se hrot rozeřeje na správnou teplotu, rozteče se kapka cínu z tyčinky po celé ploše očištěného hrotu. Tento proces, který předchází vlastnímu pájení, se nazývá pocínování.

Také povrchy spojovaných míst se musí nejprve očistit a pocínovat. Potřebné teplo v tomto případě získáme přitlačením horkého měděného hrotu na pájený předmět. Když se pájka začne tavit, může se rozetřít po dané ploše mírným roztíráním hrotem páječky.

Jakmile jsou obě plochy pocínovány, přiložte je do správné polohy k sobě a zahřejte hrotem páječky. Pájka na obou plochách se spojí a po vychladnutí vytvoří pevný spoj. Při pájení velkých ploch je zapotřebí více tepla, takže k zahřátí předmětu na požadovanou teplotu je někdy nutno použít plamen.

Tři základní předpoklady úspěšného pájení jsou čistota, použití pájecí pasty a teplo.

Pájecí činidla

Kalafuna je nejpraktičtějším pájecím činidlem, zvláště na měď, mosaz, pocínovaný plech; není však dostatečně vhodná na železo nebo ocel.

Zreagovaný chlorid zinečnatý (neboli „pájecí vodička“) je nejsnáze použitelné pájecí činidlo, je však korozivní a při zapojení elektrických obvodů je lépe se mu vyhnout. Dá se snadno připravit nalitím kyseliny chlorovodíkové na kousky zinkového plechu. Po skončení reakce můžeme kapalinu prefiltrat do širokohrdlé nádoby.

K mnoha speciálním účelům se prodávají různá komerční pájecí činidla. Jedním z nejlepších pro všeobecné použití je u nás Eumetol.

V poslední době se prodává také pájecí pasta. Tato kombinace pájky a pájecího činidla se nanáší štětcem a k docílení uspokojivého spojení je pouze zapotřebí příslušné místo zahřát hrotem páječky.

Pro spojování olova s olovem nebo mosazi s olovem se používá lůj, zatímco kalafuna nebo „pájecí vodička“ se hodí na spoje z mosazi, mědi, pocínovaného plechu a zinku; „pájecí vodička“ je vhodná na železo a stříbro. Po pájení se má „pájecí vodička“ odstranit omytím vodou a kalafuna nebo Eumetol denaturovaným lihem.

23. Černý nátěr na tabuli

Vyhovující černý nátěr na tabuli si můžete vyrobit podle předpisu:

- 100 g šelaku,
- 1 000 ml lihu,
- 100 g pemzy,
- 100 g jemné černé lampové (lampových sazí).

Smíchejte nejprve luh se šelakem, protože šelak se dlouho rozpouští. Trochu lihu si dejte stranou, abyste jej mohli smíchat s lam-

povou černí. Tento roztok pak přefiltrujte přes jemnou látku, přidejte k prvnímu roztoku a před použitím dobře promíchejte.

24. „Matná čern“

Tato barva je vhodná k natírání vnitřků optických přístrojů, aby se odstranily nežádané světelné odrazy a aby se paprsky méně rozptylovaly a obrazy byly ostřejší. Lampovou čern smícháte s lepidlem na pozlátka a za stálého míchání přidáváte terpentýn, až dostanete směs dostatečně zředěnou pro natírání.

25. Fluorescenční roztok

Rozpusťte 1 g fluoresceinu ve 100 ml denaturovaného lihu. (Tento roztok je velmi užitečný, neboť dráha procházejícího světelného paprsku je zřetelně viditelná.)

26. Řezání skla

a) Skleněné tabule

Nejprve si připravte pevnou, rovnou plochu, na kterou můžete položit sklo, např. rovný stůl, na který přehodíte příkrývku nebo plst.

Pomocí pravítka a diamantového nože vyryjte do skla žádanou čáru. Otočte pak tabulku a jemně klepejte do skla podél vyznačené čáry dřevěným koncem nože. Nepraskne-li sklo samo podél žádané čáry, otočte tabulku zpět do původní polohy, uchopte opačné části rukama a prudce sklo ohněte kolem nějaké hrany, přiložené v místě vyryté čáry.

b) Skleněné trubky

Skleněné trubky se nejlépe řezou nožem na sklo. Takovýto „věčný“ nůž si můžete snadno opatřit. Často se také používá pilník, ale jím se ve skle vytvoří místo ostré pukliny zaoblená rýha.

V žádaném místě udělejte rýhu, uchopte obě strany trubky vždy mezi palec a ukazováček a za mírného prohýbání nahoru táhněte konce od sebe.

Chcete-li uříznout velmi krátký kousek, uchopte trubku jednou rukou a místo s vrypem umístěte na pevný trn, např. na

kohoutek od plynu. Prudce pak uhoďte do krátkého kusu trubky nějakým tvrdým předmětem.

Chcete-li hladce uříznout trubku o větším průměru, musíte udělat vryp po celém jejím obvodu. Přiložte-li nyní opatrně do jedné části vrypu roztavenou kapku ze skleněné tyčinky, vzniknou na obou stranách po obvodu trubky praskliny. Nesetkají-li se obě praskliny v jednom bodě, podepřete trubku v tomto místě a ohnutím už hladce oddělíte obě její části.

c) Odstranění dna láhve

V požadované výšce udělejte vryp po celém obvodu láhve. Po každé straně tohoto vrypu naviňte pásky vlhkého sacího papíru. Na vryp nasměrujte malý špičatý plynový plamínek a jakmile v tomto místě začne sklo prskat, začněte pomalu lahví otáčet.

Nemáte-li k dispozici malý plynový plamen, můžete dno oddělit jiným způsobem. Přesvědčte se, zda je láhev vysušená a dobře zazátkovaná. Omotejte pak ve vodorovné poloze láhev dobře absorbující bavlněnou nití, zavažte ji plochým uzlem a odstříhnete zbývající konce. Vyrovněte nit pečlivě tak, aby byla přesně ve stejné výšce ode dna láhve po celém jejím obvodu. Položte nyní láhev na bok a pomocí očního kapátka nakapejte na nit petrolej. Dejte pozor, aby petrolej nestékal po skle; nepovede-li se vám to, setřete petrolej kouskem hadříku nebo filtračním papírem. Položte nyní láhev, která je stále ve vodorovné poloze, na dva od sebe vzdálené dřevěné špalíčky, zapalte nit a otáčejte oběma rukama láhev kolem její podélné osy, až bude nit hořet rovnoměrně po celé délce. Nyní postavte láhev na stůl do svislé polohy a nechte nit dohořet. V tomto stadiu by se měla láhev sama od sebe rozdělit na dvě části podél čáry hoření. Jestliže však plamen dohoří a láhev se neodddělí, obraťte ji dnem vzhůru a v této svislé poloze opatrně ponořte do studené vody. Musíte však láhev držet přesně ve svislé poloze a nesmíte ji ponořit nad čáru, vyznačenou nití.

Ostré hrany láhve můžete ohladit pilníkem nebo obroušením na rovné skleněné podložce, na kterou jste předtím nanесли trochu karborundového brusného prášku.

(Tyto láhve se dají použít při pokusech s elektrolýzou nebo jako skleněný zvon. Při použití jako skleněný zvon je nutno láhev

opatřit vzduchotěsným kruhovým uzávěrem z měkké gumy.)

d) V případě a) a c) můžete také použít střídavý nebo stejnosměrný proud.

V místě požadované pukliny oviňte jeden závit chromniklového drátu a zaveďte do něho proud. Rozžhavený drát způsobí ve skle v místě vrypu prasklinu.

27. Hasicí přístroj

Pomůcky k hašení ohně musí být umístěny na snadno přístupných a předem určených místech. Učitel i žáci by se měli seznámit s jejich správným a rychlým použitím.

28. Lékárnička první pomoci

Lékárnička první pomoci má být umístěna v každé laboratoři nebo v přípravně a nejlépe v samostatné skřínce. Její obsah musí být udržován v dobrém stavu a učitel musí znát základní zásady poskytování první pomoci.

29. Šelakový nátěr

Rozpusťte 1 díl šelaku v 5 dílech lihu a natírejte měkkým štětcem.

30. Příprava běžných slitin

Slitiny s nízkým bodem tání

Tyto slitiny se dají obecně připravovat pomocí Bunsenova hořáku. Nejprve se spolu roztaví vizmut a olovo a pak se přidávají ostatní kovy. Aby se zabránilo nadbytečnému oxidování, udržuje se teplota pokud možno co nejnižší. Údaje v tabulce značí váhové díly.

slitina	olovo	čín	vizmut	kadmium
Woodův kov	4	2	7	1
pájka	1	1	0	0
slitina na pojistkové dráty	8,5	2,5	1,3	0

Slitiny s vyšším bodem tání

Tyto slitiny se dají připravit v elektrické peci. Nejprve roztavíte měď a pak přidáváte další kovy.

slitina	měď	čín	zinek
bronz	80	5	15
mosaz, kujná	58	0	42
mosaz, litinová	72	4	24

31. Navinutí spirálové pružiny

Pro navinutí běžné pružiny se nejlépe hodí drát z oceli o průměru přibližně 0,4 mm. Najděte si asi 15 cm dlouhý hřebík a upevněte jeho špičku mezi čelisti ruční vrtačky. Čelistmi uchyte také jeden konec drátu. Vrtačku upevněte ve vodorovné poloze do svěráku. Otáčejte rukojetí vrtačky a současně silně táhněte za volný konec drátu. Abyste zabránili poranění ruky, držte drát v kožené rukavici nebo v kousku látky. Jakmile je pružina dostatečně dlouhá, ohněte kleštěmi volný konec drátu kolem hřebíku a zbytek odstříhnete. Drát se poněkud odvine, ale to nevádí. Uvolněte drát z čelistí vrtačky, odstřípněte konce takto vytvořené spirálové pružiny a vyjměte hřebík. Plochými kleštěmi uchopte poslední dva závity pružiny a ohněte je do pravého úhlu, aby se vytvořilo oko. Totéž udělejte na opačném konci pružiny.