

Základy měření ve fyzice

Vybavení: papíry A4, mikrometr, laboratorní váhy, pravítko, (mapa ČR)

jméno:	body:
spolupracoval:	

úkol č. 1: Zjistěte objemovou a plošnou hustotu papíru A4 a určete chyby měření

Tloušťka papírů se udává pomocí plošné hustoty v jednotkách g/m^2 . Objemovou hustotu určujeme v kg/m^3 .

V tomto měření budeme ověřovat, zda daný papír splňuje výrobcem udávanou hodnotu plošné hustoty.

1. Navrhněte způsob, jak změřit plošnou a objemovou hustotu papíru A4 s co největší přesností.
2. U všech veličin určete absolutní a relativní chybu měření.
3. Vypočítejte plošnou a objemovou hustotu papíru ve správných jednotkách.
4. Vypočítejte relativní chybu plošné a objemové hustoty. Použijte pravidla pro šíření chyb.

Na závěr určete absolutní chybu obou hustot.

5. Výsledek vhodně zaokrouhlete a запиšte ve tvaru $A = (123 \pm 4)$ jednotek.

	naměřená hodnota	absolutní chyba	relativní chyba
délka			
šířka			
tloušťka			
hmotnost			

	vypočítaná hodnota	absolutní chyba	relativní chyba
plošná hustota:			
objemová hustota:			

závěr:

plošná hustota:	
objemová hustota:	

Porovnání s hodnotou udávanou výrobcem (celkový výsledek)

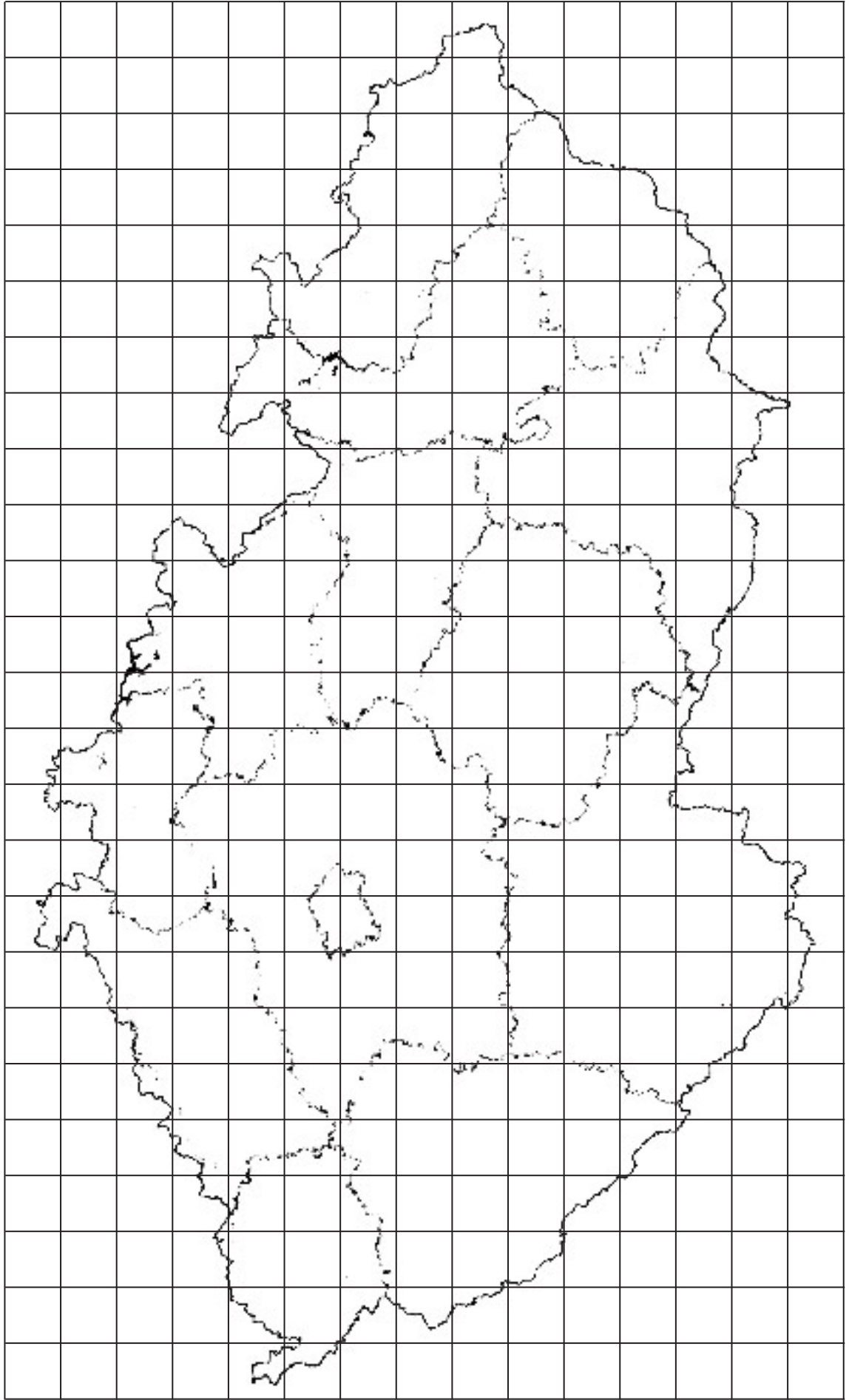
6. Odpovězte na otázky:

a) Které měření bylo nejpřesnější?

b) Proč nemůžeme porovnávat ani sčítat absolutní chyby?

c) Jak by se vaše měření dalo dále zpřesnit?

1 : 2 000 000

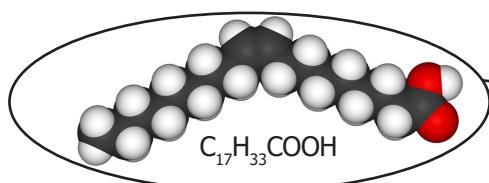


Měření velikosti molekul**Vybavení:** kyselina olejová, benzín, miska, pudr, pipeta,

jméno:	body:
spolupracoval:	

úkol: Změřte přibližnou velikost molekuly kyseliny olejové

Následující metoda představuje jeden z nejjednodušších způsobů, jak přibližně určit velikost molekul. Nejde o to, určit rozměry konkrétní složité molekuly (viz obrázek 1) přesně, ale pokusit se odhadnout alespoň přibližně (řádově) její velikost. Kyselina olejová se vyskytuje například v olivovém oleji, pro účely tohoto měření však využijeme jednu její zajímavou vlastnost. Když se kápne na povrch vody, rozlije se po něm tak, že vznikne vrstva o tloušťce jediné molekuly (viz obrázek 2).



obrázek 1



obrázek 2

Protože jediná kapka kyseliny olejové by pokryla povrch vody o ploše mnoha desítek m^2 , použijeme roztok kyseliny v benzínu s objemovou koncentrací 1:2000. To znamená, že v jedné kapce roztoku bude tvořit jen 1/2000 objemu.

Postup měření

1. Naučte se zacházet s pipetou tak, abyste zvládli spolehlivě odkápnout jednu kapku vody.
2. Pomocí odkapávání kapek nad nádobou určete objem jedné kapky. Zapište hodnotu objemu.
3. Připravte si tenkou vrstvu vody (cca 1 cm) do misky. Po uklidnění hladiny jemně poprašte povrch vody pudrem.
4. Kápněte jednu kapku roztoku z malé výšky na hladinu vody v misce. Odhadněte průměr oblasti pokryté molekulami kyseliny olejové, vypočítejte její plochu a zapište. V případě neúspěchu opakujte.
5. Na základě naměřených hodnot vypočítejte tloušťku vrstvy - velikost molekul. Výpočty a výsledek přehledně zapište.
6. Zopakujte pokus s nově připravenou vodou, použijte jinou koncentraci roztoku.

	naměřená hodnota	= m^3	1/2000
objem kapky			

	naměřený průměr	plocha	= m^2
plocha vrstvy			

výpočty:

závěr:

--

7. Odpovězte na otázky:

(a) Popište rozdíl mezi dvěma provedeními pokusu.

(b) Proč jsme hladinu pokrývali vrstvou pudru?

(c) Proč jsme olej ředili v benzínu, nikoliv ve vodě?

(d) Atom vodíku má průměr 0,12 nm. Porovnejte tento údaj s vaším výsledkem. Jsou ve vzájemné shodě?
(využijte vzorec kyseliny olejové na obrázku 1)

(e) Odhadněte na základě výpočtu, kolik molekul oleje tvořilo skvrnu na hladině vody (uvažte, že objem připadající na jednu molekulu je a^3 , kde a je velikost molekuly)

Termika

jméno:	body:
spolupracoval:	

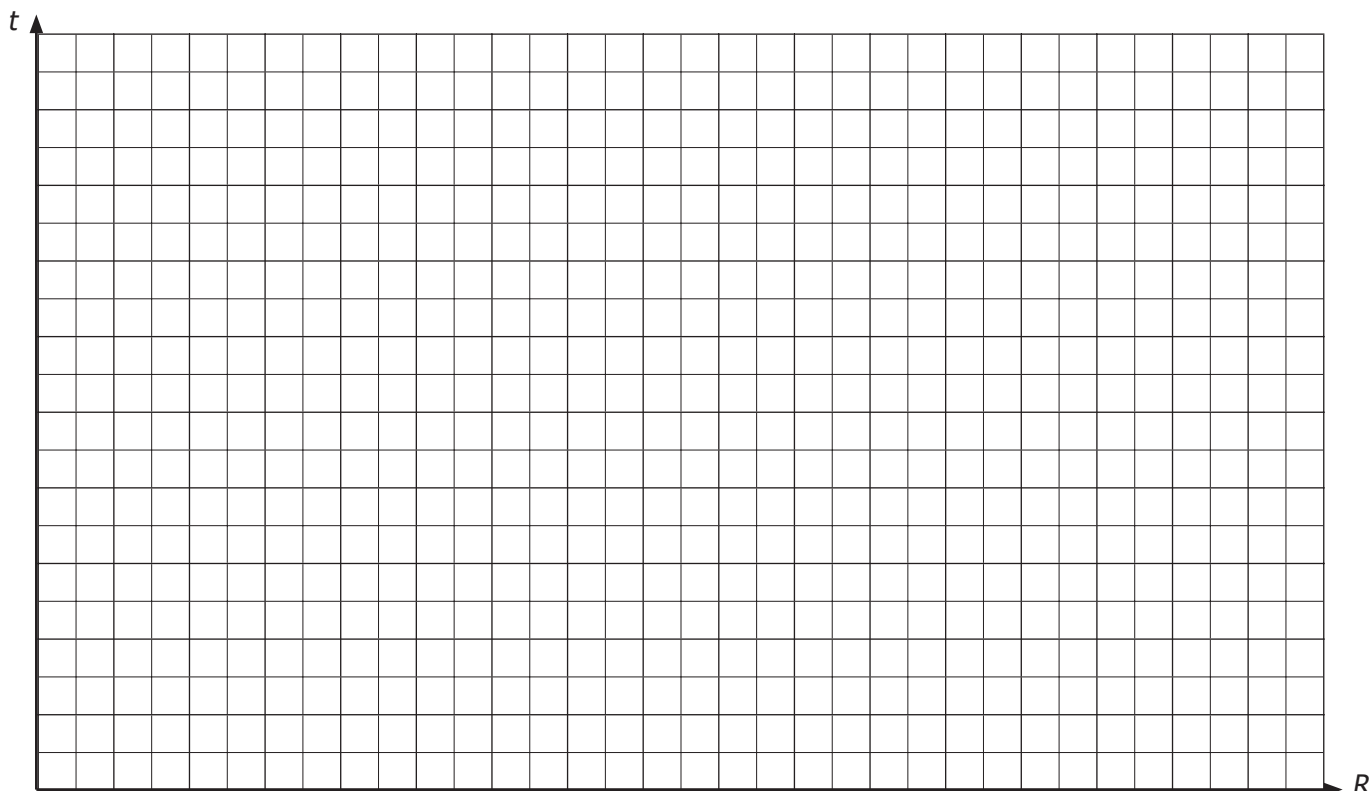
úkol č. 1: Proved'te kalibraci termistoru

Vybavení: termistor, multimetr, nádoba s ledem, vařící voda, lihový teploměr.

Aby bylo možné sestavit termistorový teploměr, je nutné jej správně zkalibrovat. To znamená přiřadit hodnotám odporu správné hodnoty teploty.

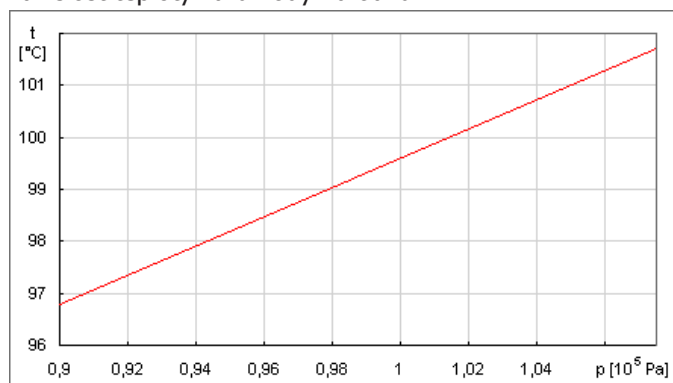
Postup měření

1. Proved'te kalibraci termistoru pomocí bodu tání / varu vody. Vezměte v úvahu závislost teploty varu vody na tlaku.
2. Naměřené hodnoty zanepte do připraveného grafu a spojte je úsečkou.
3. Ověřte přesnost vašeho teploměru srovnáním s lihovým teploměrem – změřte několik teplot v intervalu 0°C až 100°C.
4. Navrhněte zlepšení vaší kalibrace na základě provedých měření.
5. Vylepšete kalibrační graf.
6. Porovnejte vaše hodnoty s konkurenční skupinou (jiným termistorem).



závěr:

závislost teploty varu vody na tlaku:



úkol č. 2: Zjistěte účinnosti ohřevu vody různými způsoby

Vybavení: plynový vaříč, nádoba na vodu, rychlovarná konvice, teploměr, laboratorní váhy, wattmetr.

Účinnost ohřevu vody na čaj může zajímat turisty či horolezce, ale třeba účinnost ohřevu vody plynovým kotlem už může mít zásadní vliv na spotřebu domácnosti. Při měření účinnosti porovnáváme teplo přijaté ohřivanou látkou s teplem dodaným ohřivačem. Účinnost bude vždy záviset také na cílové teplotě vody, výkonu ohřivače a dalších parametrech.

Postup pro rychlovarnou konev:

1. Odměřte 0,5 kg vody, změřte teplotu a nalijte do konve.
2. Zapojte konev do sítě přes wattmetr, zapněte ohřev a změřte čas, za jak dlouho začne voda vařit.
3. Vypočítejte účinnost ohřevu (zapište postup a výsledek):

Postup pro plynový vaříč:

1. Odměřte 0,5 kg vody, změřte teplotu a nalijte do hrnce. Zvažte vaříč (bez hrnce) na digitální váze.
2. Zahajte ohřev vody a přiveďte ji k varu. Nakonec znovu zvažte vaříč.
3. Vypočítejte účinnost ohřevu a výkon vaříče. Výhřevnost propan-butanové směsi je $H = 46 \text{ MJ/kg}$.

4. Porovnejte vaše hodnoty s konkurenčními skupinami. Diskutujte vliv paramterů ohřevu na účinnost:

jméno:

spolupracoval:

Vlastnosti plynů

úkol č. 1: Izotermický děj

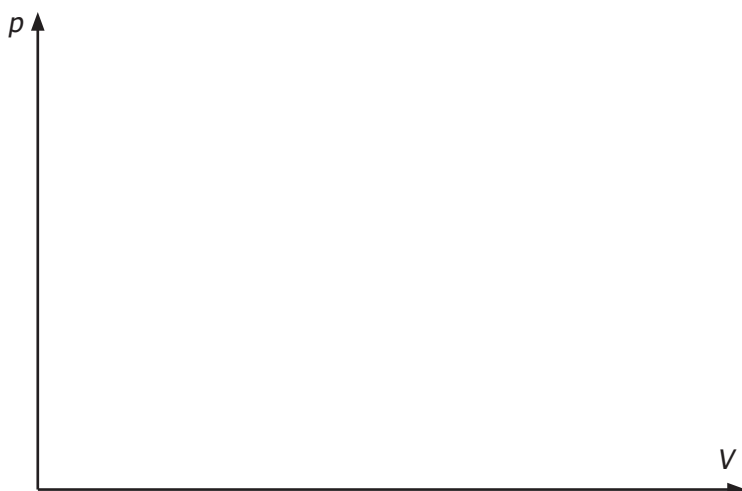
Vybavení: píst, senzor tlaku.

Izotermický děj je takový děj se stálým množstvím plynu, při kterém se nemění jeho teplota. Stavové veličiny, které se přitom mohou měnit, jsou jen tlak a objem.

Postup měření

1. Nastavte píst zhruba do poloviny objemu a připojte k senzoru tlaku.
2. Pomalu posouvejte pístem a zaznamenávejte hodnoty tlaku a objemu plynu (alespoň 5 měření).
3. Získané hodnoty zanechte do grafu a zformulujte matematický zákon popisující chování plynu při izotermickém ději.
4. Zopakujte jedno měření s tím, že budete pístem pohybovat rychle. Pozorujte rozdíl a pokuste se ho vysvětlit.

objem	tlak



závěr:

úkol č. 2: Adiabatický děj

Vybavení: píst, malý kousek vaty nebo papíru.

Adiabatický děj je takový děj se stálým množstvím plynu, při kterém nedochází k výměně tepla s okolím. Stavové veličiny, které se přitom mohou měnit, jsou teplota tlak i objem.

Postup

1. Připravte malý kousek papíru do pístu, zvedněte do horní polohy a utěsněte. Co nejrychleji stlačte píst. Opakujte tak dlouho, dokud se vám nepodaří papír zapálit.
2. Odhadněte poměr objemů plynu před a po stlačení. Pomocí vztahu pro adiabatický děj vypočítejte teplotu plynu po stlačení a porovnejte ji se zápalnou teplotou papíru (cca 200°C).

výpočet a závěr:

úkol č. 3: Izochorický děj

Vybavení: Erlenmeyerova baňka, senzor tlaku a teploty, nádoba na vodu, horká voda.

Izochorický děj je takový děj se stálým množstvím plynu, při kterém se nemění jeho objem. Stavové veličiny, které se přitom mohou měnit, jsou jen teplota a tlak.

Postup měření

1. Připojte k baňce senzory a запиšte si hodnoty teploty a tlaku.
2. Baňku postupně ohřívejte přiléváním horké vody do nádoby. Zapisujte si hodnoty teploty a tlaku (alespoň 5 měření).
3. Získané hodnoty zanepte do grafu a zformulujte matematický zákon popisující chování plynu při izotermickém ději.
- *4. Na základě vašeho měření stanovte teplotu absolutní nuly. To je teplota, při které by měl ideální plyn nulový tlak.

Použijte lineární extrapolaci na PC, získaný předpis lineární funkce a postup запиšte do protokolu.

teplota	tlak



závěr:	stanovení teploty absolutní nuly:
--------	-----------------------------------

úkol č. 4: Hustota vzduchu

Vybavení: PET láhev, pumpa, digitální váha, odměrný válec.

Hustotu vzduchu je možné určit podle definice jako podíl hmotnosti a objemu. Jak ale zvážit vzduch?

Postup měření

1. Na digitální váze porovnejte hmotnost normální a sešlápnuté PET láhve. Vysvětlete:
2. Navrhněte postup, jak určit hustotu vzduchu s využitím uvedených pomůcek a realizujte ho.

postup, výpočet a závěr:

Měření pevnosti materiálu

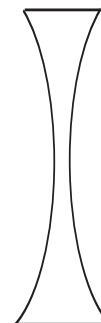
Vybavení: vzorky materiálů, mikrometr, závaží, izolepa, špejle, stativ.

jméno:

spolupracoval:

úkol: Změřte mez pevnosti v tahu pro vybrané materiály

Pevnost v tahu je jednou ze základních mechanických vlastností pevné látky. Všechny materiály používané v technice a stavebnictví musejí být detailně otestovány v laboratoři. Vaším úkolem bude změřit mez pevnosti tří běžně používaných materiálů - papíru, hliníku a polyetylenu.



Postup měření

1. Z vybraného materiálu vyrobte vzorek, který má uprostřed nejužší místo (viz obrázek). Šířka v nejužším místě by neměla být větší než 0,5 cm, délka vzorku by naopak měla být alespoň 6 cm, aby se dobře připevňoval ke stojanu. Materiál se nesmí při výrobě poškodit.
2. Změřte tloušťku (pomocí mikrometru) a šířku (pomocí pravítka) vzorku.
3. Připravte si stojan k zavěšení vzorku a sadu závaží. Vzorek připevněte ke svislé tyči stojanu pomocí izolepy. Spodní okraj zpevněte izolepou a špejlí, propíchněte a zavěste první závaží. Uchycení vzorku musí být symetrické, aby se materiál namáhal rovnoměrně.
4. Opatrně přidávejte závaží, dokud se vzorek nepřetrhne. Pak spočítejte závaží a určete maximální sílu, kterou byl vzorek namáhán před přetržením.
5. Na základě změřených hodnot vypočítejte mez pevnosti v tahu a výsledek zapište.
6. Opakujte měření pro další vzorek.

vzorek	šířka	tloušťka	max. síla	mez pevnosti

Otázky

1. Porovnejte získané hodnoty s tabulkovými. U kterého materiálu se nejvíc liší a proč?
2. Jakou maximální zátěž by unesl papír A4 orientovaný na výšku?
3. Jak se lišila deformace polyetylenu oproti ostatním vzorkům? Pokuste se to vysvětlit.
4. V praxi se často materiál přetrhne (zlomí) bez jasné příčiny - říká se tomu „únava materiálu“. Pokuste se to vysvětlit.

Měrné skupenské teplo tání ledu

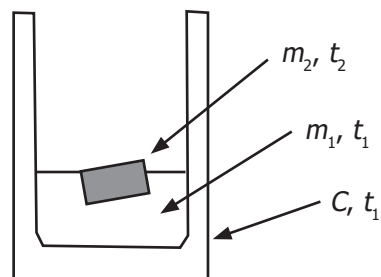
Vybavení: termoska, teploměr, led, voda

jméno:	body:
spolupracoval:	

úkol: Určete měrné skupenské teplo tání ledu

Ke změření skupenského tepla použijeme termosku, jejíž obsah je díky vakuu velmi dobře tepelně izolován od okolí. Můžeme ji proto považovat za izolovanou soustavu, kde dochází k výměně tepla pouze mezi jejími jednotlivými složkami. V našem případě bude voda v termosce předávat teplo vhozenému ledu.

1. Než se pustíte do měření, je potřeba udělat správný teoretický rozbor situace. Jeho *přehledný* zápis proved'te zde:



2. Určete tepelnou kapacitu termosky pomocí nalití horké vody. Zapište postup a výsledek měření.

m_1	t_1 (voda)	t_2 (termoska)	t (výsledná)	C

3. Připravte si vodu do termosky, změřte teplotu. Poté připravte led, zvažte ho a vhoďte. Po roztátí ledu *promíchejte* a změřte výslednou teplotu. Vše zapište do tabulky a vypočítejte měrné skupenské teplo tání.

4. Měření opakujte celkem třikrát s různými parametry. Nakonec určete průměr všech tří měření

m_1 (voda)	t_1 (voda)	m_2 (led)	t_2 (led)	t (výsledná)	l_T

5. Výsledek porovnejte s tabulkovou hodnotou a zapište závěr.

Mechanické oscilátory

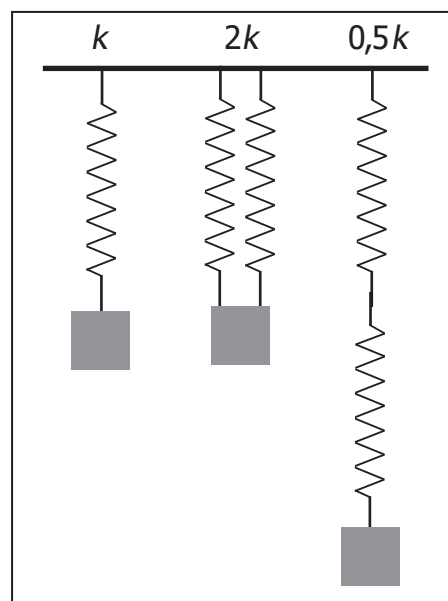
Vybavení: pružiny, závaží, provázek, stativ, metr, stopky.

jméno:	body:
spolupracoval:	

V tomto měření použijeme experimentální metodu, která je oblíbená jak ve fyzice tak v technice. Potřebujeme zjistit, které parametry ovlivňují daný jev. Budeme tedy všechny parametry postupně měnit a měření neustále opakovat.

úkol 1: Závaží na pružině

1. Sestavte stativ a oscilátor tvořený závažím a pružinou. Je třeba zvolit vhodnou kombinaci závaží a pružiny, aby byly kmity dostatečně pomalé a pravidelné.
2. Zjistěte závislost periody na amplitudě. K záznamu měření využijte tabulku kterou si sami navrhnete na samostatném papíře.
3. Zjistěte závislost periody na hmotnosti závaží.
4. Zjistěte závislost periody na tuhosti pružiny. Využijte pravidla na obrázku.
5. Zapište závěr vašeho měření.



úkol 2: Matematické kyvadlo

1. Sestavte kyvadlo z provázku a závaží. Je třeba mít na paměti, že matematické kyvadlo je hmotný bod na nehmotném závěsu, tomu je třeba se co nejvíc přiblížit. Rovněž amplituda musí být malá, aby platilo $\sin x \approx x$.
2. Zjistěte závislost periody na amplitudě. Všechna měření opět zaznamenávejte do přehledné tabulky.
3. Zjistěte závislost periody na hmotnosti závaží.
4. Zjistěte závislost periody na délce závěsu.
5. Zapište závěr vašeho měření.

úkol 3: Shrnutí

Při společné práci sestavte vzorce pro periodu. Výsledek zapište:

závaží na pružině	matematické kyvadlo
-------------------	---------------------

Záznam a zpracování zvuku

Vybavení: notebook, mikrofon, zdroje zvuku

jméno:	body:
spolupracoval:	

Příprava

1. Spustíte program Audacity, připojte mikrofon.
2. Seznamte se se základními funkcemi programu - nahrávání zvuku, přehrávání zvuku, editování a prohlížení dat.
Nahrajte vzorek řeči a zkuste změnit tempo, pustit nahrávku naopak, prohlédnout si detaily záznamu.

Úkoly

Některé úkoly vyžadují domácí zpracování získaných časových průběhů - obrázky si uložte pomocí PrintScreenu.

1. Pořídte záznam samohlásek A, E, U jedné osoby a porovnejte průběh funkce.
2. Pořídte záznam jedné vybrané samohlásky od všech členů skupiny. Porovnejte.
3. Vyzkoušejte rozsah frekvencí hlasivek vaší skupiny a zaznamenejte maximální a minimální dosaženou frekvenci.
4. Pořídte záznam zvuku ladičky, určete frekvenci tónu z časového průběhu a z frekvenčního spektra.
5. Zaznamenejte jakýkoliv zvuk a poté dodatečně snižujte jeho vzorkovací frekvenci, sledujte rozdíly v kvalitě zvuku.
- *6. Pomocí dvou ladiček zaznamenejte rázy.
- *7. Pokuste se trefit tón ladičky hlasem a poté zkontrolujte odchylku měřením.
- *8. Změřte pomocí mikrofonu svoji reakční dobu.

Otázky

1. Jakou veličinu zaznamenává mikrofon?
2. Co je to AD převodník a jak funguje?
3. Co je to vzorkovací frekvence a rozsah (bitová hloubka) digitálního signálu?
4. Kolik bytů bude mít 1 minuta zvukového záznamu v CD kvalitě (44 100 Hz / 16 bitů / stereo)?

