

<b>Obsah:</b>	0
<b>Informace o projektu</b>	5
<b>Úvod</b>	6
<b>Pokyny ke studiu</b>	7
<b>Literatura</b>	9
<b>Modul 1 MECHANIKA</b>	10
<b>1.1 Úvodní pojmy</b>	10
1.1.1. Soustava fyzikálních veličin s jednotek	11
1.1.2. Skalární a vektorové fyzikální veličiny	13
Klíč	19
<b>1.2. Kinematika hmotného bodu</b>	21
1.2.1. Hmotný bod, mechanický pohyb	21
1.2.2. Polohový vektor, trajektorie, dráha	22
1.2.3 Rychlost hmotného bodu	24
1.2.4. Zrychlení hmotného bodu	26
1.2.5. Přímočarý pohyb hmotného bodu	30
1.2.5.1. Rovnoměrný přímočarý pohyb	31
1.2.5.2. Rovnoměrně zrychlený (zpomalený) přímočarý pohyb	34
1.2.5.3. Volný pád	36
1.2.6. Pohyb hmotného bodu po kružnici	36
1.2.6.1. Rovnoměrný pohyb po kružnici	40
1.2.6.2. Rovnoměrně zrychlený (zpomalený) pohyb po kružnici	40
Klíč	47
<b>1.3. Dynamika</b>	50
1.3.1. Síly	50
1.3.2. Newtonovy pohybové zákony	52
1.3.3. Síla v neinerciální soustavě	70
1.3.4. Hybnost tělesa a impuls síly	75
Klíč	80
<b>1.4. Práce, výkon, energie</b>	84
1.4.1. Mechanická práce	84
1.4.2. Výkon	89
1.4.3. Mechanická energie	92
Klíč	102
<b>1.5. Gravitační pole</b>	105
1.5.1. Newtonův gravitační zákon	105
1.5.2. Intenzita a potenciál gravitačního pole	107
1.5.3. Gravitace v okolí Země	110
1.5.4. Pohyb těles v blízkosti povrchu Země	112
1.5.5. Pohyb těles ve velkých výškách od povrchu Země	116
1.5.6. Keplerovy zákony	118
Klíč	120

<b>1.6. Dynamika tuhého tělesa</b>	122
1.6.1. Pohyb tuhého tělesa, těžiště tělesa	123
1.6.2. Otáčivé účinky síly, moment síly, moment hybnosti	128
1.6.3. Skládání sil působících na těleso	132
1.6.4. Rovnováha tuhého tělesa	136
1.6.5. Kinetická energie tuhého tělesa	138
1.6.6. Moment setrvačnosti	141
1.6.7. Pohybová rovnice rotujícího tělesa, rotační impuls	143
1.6.8. Práce a výkon při rotaci	145
1.6.9. Struktura a deformace pevné látky	146
1.6.9.1. Struktura pevných látek	147
1.6.9.2. Deformace pevného tělesa	148
1.6.9.3. Normálové napětí, Hookův zákon	150
Klíč	154
<b>1.7. Mechanické kmitání</b>	157
1.7.1. Kmitavý pohyb netlumený	158
1.7.1.1. Rovnice netlumeného kmitavého pohybu	159
1.7.1.2. Rychlost a zrychlení netlumeného kmitavého pohybu	164
1.7.1.3. Energie netlumeného kmitavého pohybu	168
1.7.1.4. Matematické kyvadlo	171
1.7.1.5. Fyzické kyvadlo	174
1.7.2. Tlumené kmity	177
1.7.2.1. Rovnice tlumeného kmitavého pohybu	177
1.7.2.2. Energie tlumeného kmitavého pohybu	182
1.7.3. Kmity vynucené	185
1.7.4. Skládání kmitů	190
1.7.4.1. Skládání kmitů stejného směru	190
1.7.4.2. Skládání kolmých kmitů	198
Klíč	206
<b>1.8. Mechanické vlnění</b>	211
1.8.1. Popis mechanického vlnění	212
1.8.1.1. Rychlost šíření vlnění	213
1.8.1.2. Matematické vyjádření okamžité výchylky postupné vlny	215
1.8.1.3. Fázový a dráhový rozdíl	218
1.8.1.4. Energie vlnění	220
1.8.1.5. Vlnová rovnice	223
1.8.2. Interference vlnění	227
1.8.2.1. Stojaté vlnění	230
1.8.2.2. Odraz vlnění	233
1.8.2.3. Huygensův princip	234
1.8.2.4. Zákon odrazu	235
1.8.2.5. Zákon lomu	235
1.8.2.6. Ohyb vlnění (stín)	236
1.8.3. Akustické vlnění	238
1.8.3.1. Zvuk	238
1.8.3.2. Rychlost šíření akustického vlnění	240
1.8.3.3. Akustický tlak	243
1.8.3.4. Intenzita zvuku	245
1.8.3.5. Hladiny akustické intenzity, akustického tlaku a akustického výkonu	246

Klíč	251
<b>Modul 2 TEKUTINY a TERMIKA</b>	254
<b>2.1. Tekutiny</b>	254
2.1.1. Tekutiny a tlak	254
2.1.2. Hydrostatický a atmosférický tlak, vztlaková síla	257
2.1.3. Povrchové napětí, kapilarita	263
2.1.4. Proudění ideální kapaliny	270
2.1.5. Vnitřní tření	277
2.1.6. Laminární a turbulentní proudění	280
Klíč	287
<b>2.2. Termika</b>	289
<b>2.2.1. Teplota a teplo</b>	289
2.2.1.1. Základní poznatky kinetické teorie látek	290
2.2.1.2. Základní pojmy termodynamiky	295
2.2.1.3. Teplota jako fyzikální veličina a její měření	296
2.2.1.4. Teplotní roztažnost látek	299
2.2.1.5. Teplo, tepelné kapacity látek, kalorimetrická rovnice	303
2.2.1.6. Změny skupenství látky	307
<b>2.2.2. Vnitřní energie termodynamické soustavy, práce a teplo</b>	314
<b>2.2.3. Ideální plyn, stavová rovnice</b>	318
Klíč	331
<b>Modul 3 ELEKTROMAGNETICKÉ POLE</b>	332
<b>3.1. Elektrostatické pole</b>	332
3.1.1. Elektrický náboj	332
3.1.2. Coulombův zákon	335
3.1.3. Intenzita elektrostatického pole	339
3.1.4. Tok vektoru intenzity, Gaussův zákon elektrostatiky	350
3.1.5. Práce sil elektrostatického pole při přemístování náboje	357
3.1.6. Potenciál elektrostatického pole, napětí	360
3.1.7. Elektrostatická indukce	366
3.1.8. Kapacita vodiče	369
3.1.9. Energie elektrostatického pole	377
Klíč	381
<b>3.2. Elektrický proud v kovových vodičích</b>	385
3.2.1. Základní pojmy	385
3.2.2. Elektrický proud	385
3.2.3. Elektrický odpor, Ohmův zákon	389
3.2.4. Elektromotorické napětí	398
3.2.5. Práce a výkon elektrického proudu	402
3.2.6. Kirchhoffovy zákony	409
3.2.7. Termoelektrické jevy	411
Klíč	416
<b>3.3. Elektrolytické vedení proudu</b>	419
Klíč	427
<b>3.4. Vedení proudu v plynech a ve vakuu</b>	428
3.4.1. Vedení proudu v plynech	428

3.4.2. Vedení proudu ve vakuu	430
Klíč	435
<b>3.5. Vedení proudu v polovodičích</b>	436
3.5.1. Vlastní a nevlastní polovodiče	436
3.5.2. Přechod <i>p-n</i> , dioda, tranzistor	439
Klíč	444
<b>3.6. Magnetické pole a jeho vlastnosti</b>	445
3.6.1. Základní pojmy	445
3.6.2. Aplikace pohybu náboje v magnetickém poli	446
3.6.3. Síly na vodič, kterým prochází proud, v magnetickém poli	451
Klíč	458
<b>3.7. Magnetické pole elektrického proudu</b>	459
3.7.1. Biotův-Savartův zákon	459
3.7.2. Ampérův zákon	463
3.7.3. Vzájemné silové působení dvou proudovodičů	467
Klíč	470
<b>3.8. Elektromagnetická indukce</b>	471
3.8.1. Faradayův zákon elektromagnetické indukce, vzájemná a vlastní indukčnost	471
3.8.2. Otáčející se smyčka v magnetickém poli	476
Klíč	480
<b>3.9. Energie magnetického pole</b>	481
Klíč	485
<b>3.10. Magnetické vlastnosti látek</b>	486
<b>3.11. Střídavé proudy</b>	496
3.11.1. Vznik a vlastnosti střídavých proudů	496
3.11.2. Obvody střídavých proudů	498
Klíč	510
<b>Modul 4 OPTIKA a ATOMOVÉ JÁDRO</b>	511
<b>4. 1. Vznik a základní vlastnosti elektromagnetických vln</b>	511
4.1.1. Vznik a šíření elektromagnetického vlnění	511
4.1.2. Šíření světla	516
4.1.3. Energie přenášená elektromagnetickými vlnami	523
Klíč	527
<b>4.2. Geometrická optika</b>	529
4.2.1. Index lomu	529
4.2.2. Zákony odrazu a lomu	532
4.2.3. Optické zobrazení zrcadlem a čočkou	542
4.2.4. Základní optické přístroje	555
4.2.5. Fotometrie	568
Klíč	575
<b>4.3. Kvantové vlastnosti elektromagnetického záření</b>	578
4.3.1. Fotony, fotoelektrický a Comptonův jev	578
4.3.2. Bohrovův model atomu vodíku	588
4.3.3. Elektronová konfigurace v atomech	596
4.3.4. Rentgenové záření	602
4.3.5. Lasery	606

Klíč	611
<b>4.4. Vlnové vlastnosti elektromagnetického záření</b>	614
4.4.1. Interference	614
4.4.2. Difrakce	621
4.4.3 Polarizace elektromagnetické vlny	633
4.4.4. Holografie	640
Klíč	643
<b>4.5. Atomové jádro</b>	646
4.5.1. Neutron – protonový model jádra	646
4.5.2 Transmutace prvků a jaderná energie	653
4.5.3. Radioaktivita	663
4.5.4. Zákon radioaktivní přeměny	667
4.5.5. Detekce a dozimetrie jaderného záření	672
Klíč	680

# Studijní opory s převažujícími distančními prvky pro předměty teoretického základu studia

je název projektu, který uspěl v rámci první výzvy Operačního programu Rozvoj lidských zdrojů. Projekt je spolufinancován státním rozpočtem ČR a Evropským sociálním fondem. Partnery projektu jsou Regionální středisko výchovy a vzdělávání, s.r.o. v Mostě, Univerzita obrany v Brně a Technická univerzita v Liberci. Projekt byl zahájen 5.1.2006 a bude ukončen 4.1.2008.

Cílem projektu je zpracování studijních materiálů z matematiky, deskriptivní geometrie, fyziky a chemie tak, aby umožnily především samostatné studium a tím minimalizovaly počet kontaktních hodin s učitelem. Je zřejmé, že vytvořené texty jsou určeny studentům všech forem studia. Studenti kombinované a distanční formy studia je využijí k samostudiu, studenti v prezenční formě si mohou doplnit získané vědomosti. Všem studentům texty pomohou při procvičení a ověření získaných vědomostí. Nezanedbatelným cílem projektu je umožnit zvýšení kvalifikace širokému spektru osob, které nemohly ve studiu na vysoké škole z různých důvodů (sociálních, rodinných, politických) pokračovat bezprostředně po maturitě.

V rámci projektu jsou vytvořeny jednak standardní učební texty v tištěné podobě, koncipované pro samostatné studium, jednak e-learningové studijní materiály, přístupné prostřednictvím internetu. Součástí výstupů je rovněž banka testových úloh pro jednotlivé předměty, na níž si studenti ověří, do jaké míry zvládli prostudované učivo.

Bližší informace o projektu můžete najít na adrese <http://www.studopory.vsb.cz/>.

Přejeme vám mnoho úspěchů při studiu a budeme mít radost, pokud vám předložený text pomůže při studiu a bude se vám líbit. Protože nikdo není neomylný, mohou se i v tomto textu objevit nejasnosti a chyby. Předem se za ně omlouváme a budeme vám vděční, pokud nás na ně upozorníte.

# Úvod

Vážení studující,

dostáváte do rukou studijní materiál kurzu Fyzika pro bakaláře. Obsahem tohoto kurzu jsou čtyři části – moduly a to Mechanika, Hydromechanika a Nauka o teple, Elektřina a magnetismus, Optika a atomové jádro. Kurz navazuje na kurz Základy fyziky. Materiály mají sloužit ke samostatnému studiu všem studentům, kteří mají ve svém bakalářském studijním programu předmět týkající se bakalářské fyziky.

Kurz je k dispozici ve formě multimediálního CD nebo programu přístupného přes Internet. Obsahově se tyto materiály neliší, pouze LMS (Learning Management System), ke kterému se připojíte přes Internet, vám nabídne větší uživatelský komfort při kontaktu s tutorem a v organizačních záležitostech. Pro studium v době, kdy nemáte k dispozici počítač, byla jako doplňkový materiál vytvořena i textová verze tohoto materiálu.

Celý kurz je napsán tak, abyste učivo zvládli pokud možno samostatně. Aby měla vaše práce smysl, musíte nad studovanou látkou přemýšlet a neučit se ji mechanicky nazpaměť. Důležité je, abyste látku doopravdy pochopili. To si ověříte i prostřednictvím kontrolních otázek, testových otázek a úloh k samostatnému řešení. Pro případ, že byste nebyli schopni sami bez pomoci překonat nějaký problém, máte v organizovaných kurzech k dispozici svého tutora.

Než se pustíte do vlastního studia vybraných kapitol tohoto kurzu, přečtěte si prosím pozorně následující část příručky nazvanou Pokyny ke studiu. Obsahuje obecné informace i některé konkrétní detaily, jak s tímto materiálem pracovat (protože jednotlivé moduly zpracovávali různí autoři, může se jejich systém zpracování mírně lišit).

Po Pokynech ke studiu následuje kapitola Přehled učiva, kde se podrobněji dozvíte, jakým tématům se jednotlivé kapitoly modulu věnují. Studujete-li samostatně, tento přehled vám pomůže si vybrat kapitoly, které vás zajímají.

# Pokyny ke studiu

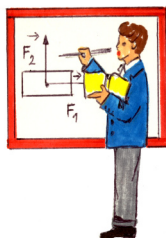
Každá kapitola tohoto modulu představuje poměrně krátkou část učiva, učební jednotku, kterou byste měli pokud možno studovat vcelku. Nemusíte však vždy nutně studovat všechny moduly a kapitoly. Zda je zvládnutí tématu některé kapitoly nezbytné pro pochopení kapitol dalších, zjistíte jednak v následujícím přehledu učiva, jednak po přečtení požadovaných předběžných znalostí na začátku každé učební jednotky. A samozřejmě v organizovaných kurzech bude stanoveno, které části jsou pro vás povinné. Učební jednotky mají následující strukturu.



Nejdříve se seznámte se **Studijními cíli**. Studijní cíle určují, co byste se měli naučit absolvováním příslušné partie. Jsou to znalosti, které využijete při dalším studiu na vysoké škole a budete je potřebovat při studiu odborných předmětů. Pokud máte pocit, že uvedené věci již znáte, můžete danou kapitolu absolvovat poměrně rychle. Přesto doporučujeme ji celou nepřeskočit, ale ověřit si, že danou problematiku skutečně ovládáte, prostřednictvím kontrolních otázek a úloh k řešení.



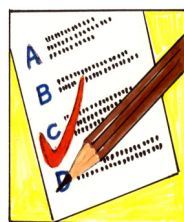
Pak následují úseky označené jako **Studijní text**. Zde naleznete výklad dané části učiva, doprovázený názornými obrázky, grafy, tabulkami a animacemi, případně i řešenými příklady. Procházejte jej nejlépe v pořadí, v jakém je sestaven. Mějte po ruce papír a tužku, dělejte si poznámky, provádějte odvození souběžně s výkladem. Soustřeďte se a v případě potřeby se vraťte, ale nesnažte se učit text ani jeho zvýrazněné pasáže (většinou **žlutě podbarvené**) nazpaměť. Definice a zákony byste měli být schopni formulovat vlastními slovy. Mějte na mysli studijní cíle, jichž chcete dosáhnout. Po zodpovězení následujících kontrolních otázek, testových otázek a vyřešení zadaných úloh zjistíte, nakolik jste tématu porozuměli a můžete pokračovat v dalším studiu.



Do studijního textu bývají zařazeny **Řešené příklady**. Řešený příklad se pokuste nejprve vypočítat sami. Pokud to zvládnete, neměli byste mít problémy ani s dalšími úlohami. Pokud ne, nevádejte, snažte se porozumět metodě řešení na tomto modelovém příkladu tak, abyste již samostatně zvládli následující úlohy.



**Kontrolní otázky** jsou jak název napovídá otázkami, pomocí nichž si ověřujete pochopení dané látky. Ptají se na úseky právě prostudovaného studijního textu. Pokud nejste schopni odpovědět na tyto otázky, znovu si prostudujte příslušnou partii. Kontrolní otázky jsou průběžně zařazovány po uzavření logické části studijního textu.



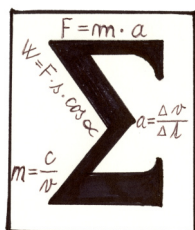
Po Kontrolních otázkách následují **Testové otázky**. Mají stejný účel jako kontrolní otázky, ověřit získané znalosti. Některé kontrolní otázky vám dávají možnost vybrat odpověď z nabízených variant, pak může být správná jedna nebo i více možností. Za zcela správnou odpověď je pak považována ta, která zahrnuje všechny správné a žádnou nesprávnou možnost. U dalších otázek máte odpověď sami doplnit, ať už slovně nebo jako výsledek s jednotkou či pouhou jednotku. Vždy si nejprve otázku sami zodpovězte, pak teprve se podívejte na správné řešení (vždy si promyslete, v čem jste případně udělali chybu, neporadíte-li si sami, kontaktujte svého tutora!) a postupte dále.





**Úlohy k řešení** byste už měli zvládnout vyřešit zcela sami. K řešení můžete podle potřeby používat kalkulačky a tabulky. Pište si poznámky, nejlépe do vyhrazeného sešitu. Nejprve vždy nalezněte obecné řešení (vzorec tvořený zadanými veličinami, případně i potřebnými fyzikálními konstantami), až nakonec dosadíte numerické hodnoty a vypočtete numerický výsledek. Ten pak (není-li v zadání uvedeno jinak) vhodně zaokrouhlete a doplňte jednotku. Pak teprve si zkontrolujte řešení (není-li vaše odpověď zcela správná, vždy si promyslete, v čem jste udělali chybu, neporadíte-li si sami, kontaktujte svého tutora!).

**Klíč** U kontrolních otázek a úloh k řešení nebuďte netrpěliví a nepokoušejte se bez vlastní snahy o řešení se ke správným výsledkům prostě „proklikat“, nebo si je rovnou číst v Klíči, který je u tištěné verze na konci kapitoly. Tak se nic nenaučíte.



Po prostudování celé textové části je studijní jednotka uzavřena shrnutím. Mělo by obsahovat to, co je z celé kapitoly nejdůležitější. Nejdříve si vytvořte **Vlastní shrnutí**, to pište stručně, ale srozumitelně na papír nebo do vyhrazeného sešitu.

Vaše shrnutí pak porovnejte se **Vzorovým shrnutím** a sami zhodnoťte, nakolik jste byli úspěšní. Ani v časové tísní nepodléhejte pokušení přeskočit všechny předchozí části a naučit se z paměti pouze shrnutí. Takto fyzice (a nejen jí) nikdy neporozumíte a nebudete ji umět použít k řešení problémů, s nimiž se při studiu i v praxi setkáte.

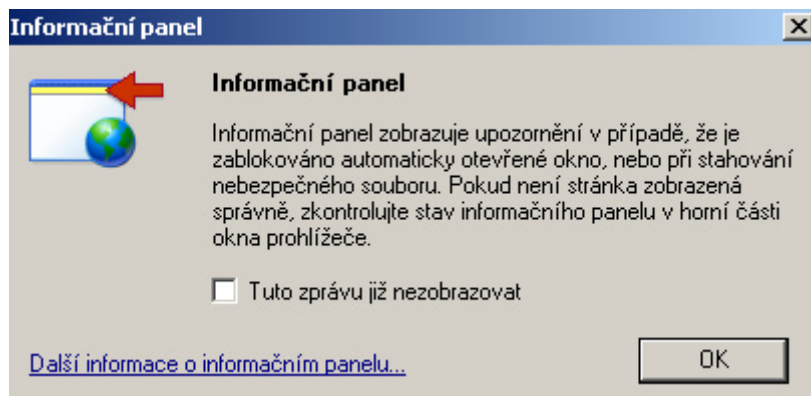
Jako doplněk jsou vám k dispozici fyzikální tabulky, tyto využívejte průběžně podle potřeby.

Nakonec zhodnoťte vaši celkovou úspěšnost při řešení úloh a kontrolních otázek a zvažte, zda postoupit ve studiu dále, nebo si raději problematické pasáže ještě jednou zopakovat.

**Na závěr ještě pár technických poznámek k ovládání elektronické verze výukového programu:**

1. On-line verzi výukového programu naleznete na <http://rccv.vsb.cz/>. Pak v levé nabídce klikněte na LMS-iTutor4 a Studentský přístup, kde se již přihlásíte pod přiděleným jménem a heslem.
2. Po vložení CD do mechaniky se program obvykle automaticky spustí. Pokud se program „nerozběhne“ najděte si soubor „start.html“ a po jeho dvojím odkliknutí se program spustí.

V obou případech k fungování programu potřebujete Internet Explorer a pokud nemáte nainstalovanu potřebnou komponentu přehrávače Flash, můžete si ji nainstalovat přímo pomocí nabídky na obrazovce. Po spuštění CD nebo přihlášení na stránku RCCV se Vám také může zobrazit následující hlášení:



V tomto případě prosím proveďte odblokování automaticky otevíraných oken.

Další ovládání výukového programu je intuitivní.

## Literatura

Halliday,D.-Resnick,R.-Walker,J: Fyzika, Část 1 – Mechanika, Vutium Brno 2001.

Halliday,D.-Resnick,R.-Walker,J: Fyzika, Část 2 – Mechanika - Termodynamika, Vutium Brno 2001.

Halliday,D.-Resnick,R.-Walker,J: Fyzika, Část 3 – Elektřina a magnetismus, Vutium Brno 2001.

Halliday,D.-Resnick,R.-Walker,J: Fyzika, Část 4 – Elektromagnetické vlny – Optika - Relativita, Vutium Brno 2001.

Fojtek,A.: Bakalářská fyzika pro HGF, VŠB-TU Ostrava, 2005

Sedlák, B.- Štoll, I. Elektřina a magnetismus. Praha: Academia, Praha, 2002.

Kopečný, J.-Trojková, J-Kopečná, M.-Kušnerová, M.: Základy fyziky, CD, VŠB-TU Ostrava, Ostrava, 2006

Svoboda E. a kol.: Přehled středoškolské fyziky. Prométheus, Praha, 1996.

Matematické, fyzikální a chemické tabulky VŠ i SŠ.

## Poděkování

Autoři touto cestou děkují za technickou pomoc Janu Kopečnému (moduly 1,3,5) a Vladimíře Rašnerové (modul 2) za provedení obrazové části a Ing. Adrianovi Kapiasovi za vytvoření animací a ikon. Spolupráce s nimi byla výborná.