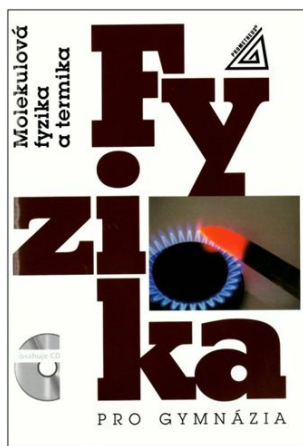


# FYZIKA

## Přepřracované vydání učebnice Molekulová fyzika a termika pro gymnázia

EMANUEL SVOBODA

Nakladatelství Prometheus, spol. s r. o. vydalo v roce 2016 jako své šesté přepřracované vydání učebnici [1] pro výuku molekulové fyziky a termiky na gymnáziích (obr. 1). Oproti dosavadním pěti vydáním došlo k několika změnám. Především bylo zvoleno nové uspořádání obsahu učiva z molekulové fyziky a termiky podobným způsobem, jako tomu je u učebnic Mechanika, Elektřina a magnetismus a Optika.



Obr. 1



Obr. 2

Učivo molekulové fyziky a termiky zůstalo rozděleno na sedm kapitol, jako tomu bylo dopsud. Zůstaly také stejné názvy jednotlivých kapitol. Ale oproti předcházejícím vydáním učebnice „zeštíhlela“ (z původních 243 stran na 187 stran). Její papírová forma obsahuje jen učivo, které odpovídá požadavkům Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia [2, s. 28], (dále jen RVP G), obor Fyzika. Na konci učebnice jsou specifikovány cíle, jimiž příslušné učivo přispívá k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí žáků.

Rozšiřující učivo, které jde nad rámec učiva a očekávaných výstupů podle RVP G, je na přiloženém CD (obr. 2) jako součást učebnice. Došlo také k výměně některých motivačních obrázků na začátku jednotlivých kapitol učebnice.

*Rozšiřující učivo* (označené pro orientaci písmenem R) obsahuje 15 námětů:

- R1 Stručný historický přehled vývoje názorů na strukturu látek
- R2 Modely struktur látek různých skupenství
- R3 Rovnovážný stav soustavy jako stav s největší pravděpodobností výskytu
- R4 Realizace termodynamické teplotní stupnice použitím plynového teploměru
- R5 Vedení tepla stejnorodou deskou
- R6 Graf rozdělení molekul podle velikosti jejich okamžitých rychlostí
- R7 Interpretace střední kvadratické rychlosti
- R8 Odvození základní rovnice pro tlak ideálního plynu
- R9 Typy stavové rovnice pro ideální plyn
- R10 Stavové změny ideálního plynu z energetického hlediska
- R11 Plyny při nízkém a vysokém tlaku
- R12 Výpočet práce plynu při stálém tlaku
- R13 Předávání tepla z hlediska molekulové fyziky
- R14 Typy krystalů podle vazeb mezi částicemi
- R15 Chladicí stroj a tepelné čerpadlo

Z uvedeného přehledu námětů rozšiřujícího učiva je vidět, že v učebnicovém textu bylo výrazně zredukováno učivo o plynech. Sedm námětů (R6–R12) bylo z dřívějšího textu v učebnici přeřazeno na CD do oddílu rozšiřující učivo. Toto přeřazení také umožnilo doplnit text rozšiřujícího učiva o barevné obrázky, např. druhy vývív v R11 nebo různé krystaly v R14.

Dále jsou na příloženém CD uvedena *teoretická a laboratorní cvičení*. Teoretická cvičení (označení TC) obsahují jednak řešené příklady, jednak soubory dalších úloh, řada z nich je nových. Cílem těchto cvičení, kterých je celkem 8, je prohloubení poznatků získaných ve výukových hodinách a jejich využití k řešení konkrétních problémů.

*Teoretická cvičení* mají tyto náměty:

- TC1 Relativní atomová a molekulová hmotnost. Látkové množství. Molární veličiny
- TC2 Změna vnitřní energie soustavy při konání práce a při tepelné výměně
- TC3 Stavová rovnice ideálního plynu
- TC4 Tepelné děje s ideálním plynem
- TC5 Práce ideálního plynu. Kruhový děj
- TC6 Deformace pevného tělesa
- TC7 Teplotní roztažnost pevných látek
- TC8 Tepelná výměna při změně skupenství látek

První teoretické cvičení má dvě části. V první části učitel zavede (resp. v návaznosti na učivo chemie zopakuje) pojmy: relativní atomová a relativní molekulová hmotnost, Avogadrova konstanta, látkové množství, molární hmotnost a molární objem. Na konkrétních příkladech se v druhé části cvičení procvičují zavedené pojmy. Realizovat toto teoretické cvičení je nutné, neboť pojmy v něm uvedené se pak používají při řešení úloh v TC3 a u úloh zařazených do rozšiřujícího učiva v R7, R9 a R12.

Uspořádání úloh ve většině cvičení je voleno tak, aby při řešení určitých úloh mohli studenti pracovat podle pokynů učitele ve dvou skupinách, a pak např. společně diskutovat postupy při řešení jednotlivých úloh.

Podobně s cílem prohloubit a upevnit poznatky získané ve výukových hodinách, podpořit rozvoj samostatnosti a aktivity žáků, vytváření manuálních dovedností a pracovních návyků jsou koncipována *laboratorní cvičení* (označení LC). Náměty sedmi cvičení jsou tyto:

- LC1 Přibližné určení průměru molekuly kyseliny olejové
- LC2 Určení měrné tepelné kapacity pevné látky a měření teploty užitím směšovacího kalorimetru
- LC3 Ověření Hookeova zákona
- LC4 Určení povrchového napětí kapaliny z kapilární elevace
- LC5 Určení povrchového napětí kapaliny kapkovou metodou
- LC6 Určení měrného skupenského tepla tání
- LC7 Určení měrného skupenského tepla varu

Příložené CD obsahuje i další doplňující a obrazové materiály. Jsou jimi:

- *Historické poznámky* k 17 významným osobnostem historie molekulové fyziky a termiky (označení H1 až H17). V textu učebnice, popř. v textu rozšiřujícího učiva, jsou odkazy na tyto osobnosti. Ke zpracování tohoto námětu byla mimo jiné využita publikace [3] se svolením autora publikace *doc. Ing. Ivana Štolla, CSc.* Uvedení významných osobností bylo vedeno snahou podpořit naplňování hodnotových cílů při výuce fyziky, především úcty k historii fyziky jako nezastupitelné součásti kulturního dědictví a prohlubování zájmu o přírodní vědy. V neposlední řadě pak poskytnout předmětu fyzika náměty pro realizaci průřezového tématu *Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech*.

- *Slovníček vybraných fyzikálních pojmů*, který přehledně shrnuje důležité fyzikální pojmy ze středoškolského učiva molekulové fyziky a termiky. Ve slovníčku jsou k českým názvům pojmů uvedeny anglické ekvivalenty. Pojmy jsou uspořádány abecedně, některé rozšiřují poznatky z molekulové fyziky a termiky jdou nad rámec středoškolského učiva.

- *Videozáznamy* (odkazy na ně jsou označeny písmenem V a příslušnou číslicí, např. V1), jejichž autory jsou *Mgr. Petr Kácovský, Ph.D., Mgr. Lucie Filipenská a Mgr. Pavel Böh*m. Náměty 11 videozáznamů jsou:

- Brownův pohyb; simulace tepelného pohybu a Brownova pohybu;
- tepelná vodivost plastu a kovu;
- Boyleův–Mariottův zákon;
- závislost tlaku plynu na teplotě;
- Hookeův zákon;
- povrchové napětí;
- závislost teploty varu vody na tlaku;
- změna teploty při vypařování;
- soutěž teploměrů;
- kritický stav látky (konkrétně oxidu uhličitého).

- Webové stránky, ze kterých lze čerpat další poznatky z molekulové fyziky a termiky. Především jsou uvedeny webové stránky obsahující vhodné experimenty týkající se učiva molekulové fyziky a termiky.

Odkazy na doplňující materiály jsou vyznačeny v textu učebnice nebo v textech na CD barevnou značkou, např. **CD → R9**, což je v tomto případě odkaz na rozšiřující učivo o typech stavové rovnice ideálního plynu.

Umístění některých částí učebního textu z molekulové fyziky a termiky a dalších doplňujících materiálů na příloženém CD (obr. 3) sleduje, podobně jako je tomu např. u nově vydaných učebnic z mechaniky a optiky

pro gymnázia, trend širšího využívání elektronických nosičů ve fyzikálním vzdělávání na střední škole.

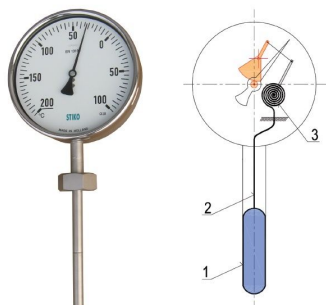


Obr. 3

Všechny textové části učebních materiálů na CD jsou ve formátu pdf, takže by neměl být žádný problém s jejich případným přenosem např. na flash disk nebo do paměti tabletu, případně si text vytisknout na vlastní tiskárně. Je však třeba i zde připomenout, že kopie vybraných částí učebního textu je možné vytvořit výhradně pro vlastní potřebu. Není ani možné hromadné rozmnožování učebního textu, který by byl pak rozdáván žákům jako učební pomůcka.

Z hlediska *metodického zpracování* učiva molekulové fyziky a termiky pro gymnázium došlo k drobným změnám ve formulacích a ke změnám v souvislosti s důslednějším oddělením základního učiva od učiva rozšiřujícího. To se týká především první a třetí kapitoly. Uvedme si některé změny v článcích těchto kapitol:

V první kapitole v čl. 1.5 s názvem *Termodynamická teplota* (v předchozích vydáních čl. 1.7) je po zdůvodnění potřeby zavést teplotní stupnici nezávislou na náplni teploměru uvedena definice termodynamické teploty a jednotky kelvin. Následuje pak jen informace, že termodynamická teplotní stupnice se dá vytvořit použitím plynového teploměru a v ní měřit termodynamickou teplotu, ale pojednání o plynovém teploměru je zařazeno na CD jako rozšiřující učivo (R4). Do této části je také zařazen jednak obrázek plynového teploměru pro průmyslové využití, jednak schéma tohoto teploměru (obr. 4). Záleží na učiteli, jak v rámci ŠVP a časově tematického plánu bude konstruovat obsahové zaměření kapitoly o termodynamické teplotě. Podstatné je, aby student správně převáděl Celsiovu teplotu na termodynamickou teplotu a obráceně. Tuto dovednost potřebuje mít pro úspěšné řešení především úloh z molekulové fyziky plynů.



Obr. 4

Ve třetí kapitole je upraven článek 3.2 *Rozdělení molekul plynu podle rychlostí*. V něm již není pojednání o možnosti znázornění tohoto rozdělení užitím histogramu, jen je uveden komentář k tabulkovému záznamu rozdělení molekul. Současně je zaveden pojem nejpravděpodobnější rychlost při dané teplotě plynu. V předchozím vydání byl tento pojem zaveden až v textu úlohy. Podrobněji je o grafu rozdělení molekul podle velikosti jejich okamžitých rychlostí pojednáno v R6.

Článek 3.3 nazvaný *Střední kvadratická rychlost* je doplněn oproti dřívějšímu vydání zavedením střední kinetické energie  $E_0$  jedné molekuly, aby bylo ukázáno bezprostředně konkrétní využití druhé mocniny střední kvadratické rychlosti. O interpretaci střední kvadratické rychlosti pojednává R7.

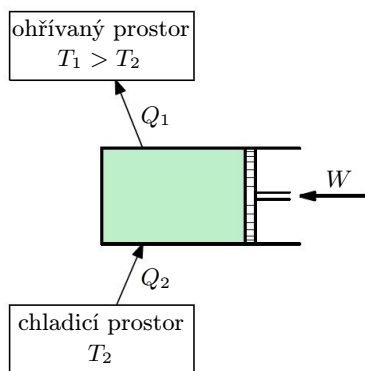
V následujícím článku 3.4 *Vnitřní energie a teplota ideálního plynu z hlediska molekulové fyziky* je pak uveden vztah pro střední kinetickou energii  $E_0$ , kterou má jedna molekula ideálního plynu v důsledku neuspořádaného posuvného pohybu, a to pomocí termodynamické teploty (jak tomu bylo dopsud) a vztah vyjadřující určení termodynamické teploty pomocí druhé mocniny střední kvadratické rychlosti. Tím vznikla vhodnější možnost, jak charakterizovat teplotu z hlediska molekulové fyziky.

Ke změně došlo v obsahu čl. 3.5 *Tlak ideálního plynu z hlediska molekulové fyziky* vzhledem k předchozímu vydání učebnice. Článek je v upraveném vydání zkrácen tak, že je pouze uveden bez důkazu vztah pro střední hodnotu tlaku plynu. Odvození vztahu za zjednodušujících předpokladů je jako rozšiřující učivo R8 zařazeno na CD. Vztahu pro tlak  $p$  bylo využito v čl. 3.5 k snadnému odvození jeho závislosti na hustotě plynu. To není samoúčelné odvození, protože umožňuje studentům ukázat, jak se dá změření tlaku a hustoty plynu získat hodnota střední kvadratické rychlosti

(pro danou termodynamickou teplotu plynu), která je přímému měření nedostupná.

V upraveném učebnicovém vydání bylo pozměněno pojednání v čl. 3.6 *Stavová rovnice ideálního plynu stálé hmotnosti*. Výchozím vztahem je stavová rovnice ve tvaru  $pV/T = \text{konst.}$ , která je sdělena (teoretické odvození je námětem rozšiřujícího učiva R9 na CD). Experimentální odvození závisí na pomůckovém vybavení škol. Vztah  $pV/T = \text{konst.}$  je pak rozebírán z hlediska jednoduchých tepelných dějů, jako tomu bylo doposud v předchozích vydáních učebnice. Protože učivo o stavových změnách ideálního plynu z energetického hlediska bylo zařazeno do rozšiřujícího učiva (R10), je v upravené učebnici za jednoduché tepelné děje zařazen také adiabatický děj s uvedením Poissonova zákona, ale bez odvození.

K některým drobným změnám došlo i v dalších kapitolách učebnice. Např. v sedmé kapitole předchozího vydání byla pouze stručná zmínka o chladicím stroji a tepelném čerpadle a to až závěru kapitoly o změnách skupenství látky. V novém vydání je na tato zařízení upozorněno již ve čtvrté kapitole a to v čl. 4.3 *Druhý termodynamický zákon* s odkazem na rozšiřující učivo R15. V tomto rozšiřujícím učivu je uvedeno jednoduché schéma činnosti cyklicky pracujícího chladicího stroje (obr. 5), účinnost tohoto stroje je charakterizována chladicím faktorem (mezinárodní značka EER). Dále je uvedeno s vysvětlením jednoduché schéma tepelného čerpadla jako alternativního zdroje obnovitelné energie. Pro porovnávání efektivity tepelných čerpadel je uveden topný faktor (mezinárodní značka COP). Informace doplňuje tabulka tzv. třídy energetické účinnosti s faktory EER a COP, se kterou se mohou studenti setkat v praxi.



Obr. 5

Po technické stránce CD připravil *Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.*, obrazy v učebnici zhotovil programem *Metapost doc. Mgr. Miroslav Brož, Ph.D.* Revizi upraveného vydání učebnice posoudily lektorky *RNDr. Margita Hubeňáková* a *RNDr. Dana Mandíková, CSc.* Pro tisk učebnici velmi pečlivě připravili redaktori nakladatelství *Prometheus Mgr. Milena Osobová* a *PaedDr. Bohuslav Rothanzl.*

Hlavní autor učebnice *Molekulová fyzika a termika* pro gymnázia děkuje všem spolupracovníkům, lektorkám a redaktorům za kvalitní práci. Věřím, že i toto přepracování učebnice doplněné vybranými učebními materiály na CD bude pro učitele fyziky i žáky gymnázií vhodnou a hlavně přínosnou učební pomůckou. Učivo molekulové fyziky a termiky spojuje poznatky fyziky makrosvětla a fyziky mikrosvětla a je vlastně úvodem do studia mikrosvětla, které čeká studenty v dalším ročníku gymnaziálního vzdělávání.

## Literatura

- [1] *Švoboda, E., Bartuška, K.*: Fyzika pro gymnázia. Molekulová fyzika a termika. Šesté přepracované vydání. Prometheus, Praha, 2016.
- [2] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. VÚP v Praze, 2007. [cit. 24. 10. 2016]. Dostupné na: <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-gymnazia>
- [3] *Štoll, I.*: Dějiny fyziky. Prometheus, Praha, 2009.

# Jednoduchý průmyslový manipulátor

*PETR ADÁMEK – VÍT BARABÁŠ*

Pedagogická fakulta JU, České Budějovice

Trend současné výuky s praktickým využitím výpočetní techniky v odborných předmětech fyziky, informatiky, matematiky, chemie, s různou úrovní a poměrem zastoupení oborů mechaniky, optiky, elektroniky, automatizace, robotiky, případně mechatroniky i jiných oborů, směřuje k téměř úplnému a stále rozšířenějšímu nahrazování reálného experimentu virtuální