



MASARYKOVA UNIVERZITA

**Základní pojmy
mechaniky, termiky a molekulové fyziky
ve výuce a učebnicovém zpracování**

Jana Musilová a Aleš Lacina

**Seminář Matematika a fyzika ve škole
Jevíčko 2017**

Osnova

- ❏ První semestr studia fyziky na PŘF MU – Mechanika a molekulová fyzika
- ❏ Středoškolské učebnice – jedna z příčin neutěšené situace
- ❏ Příklady z učebnice Fyzika pro gymnázia
- ❏ Nešťastné obrázky
- ❏ Co by měla učebnice splňovat a co splňuje / nesplňuje
- ❏ Co ještě učebnice obsahuje
- ❏ Shrnutí a závěr

Mechanika, termika a molekulová fyzika na VŠ

Obtížná odvykáací kúra ze střední školy

- první fyzikální předmět bakalářského studia fyziky, MU: 5/2 plus 0/2

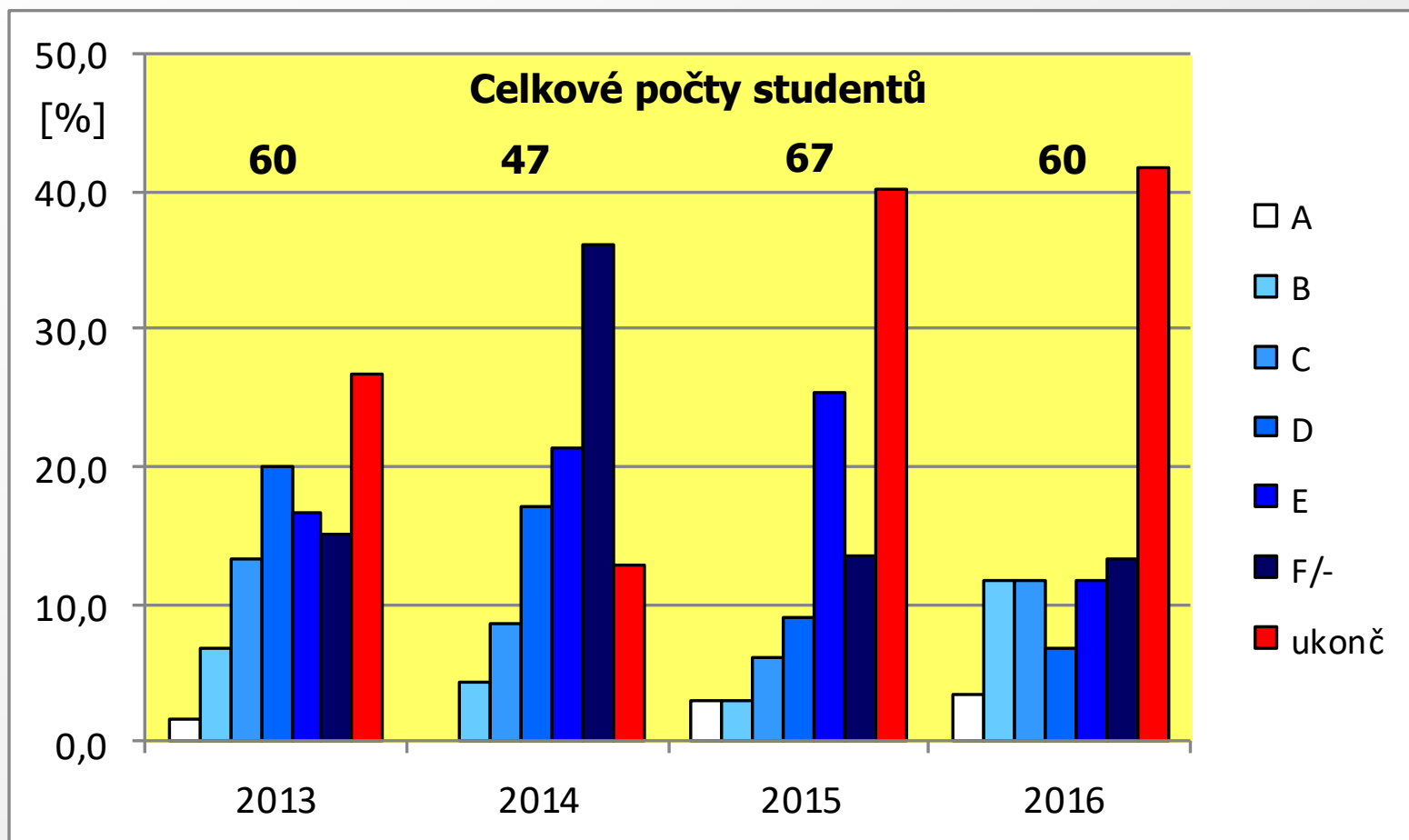
Zásadní nedostatky ze sš – bohužel takřka vše, na čem další výklad stojí

- matematika (zlomky, algebraické výrazy, goniometrické funkce, ...)
- základní pojmy kinematiky (rychlost a zrychlení)
- Newtonovy zákony, pojem síly: interakce okolí s daným objektem
- základní pojmy term(odynam)iky a molekulové fyziky (/makro/stav, rovnováha, teplota, stavové rovnice, střední hodnoty – porovnání a kombinace obou přístupů)
- vedení prosté logické úvahy (mj. důsledek úpadku výuky matematiky)

Klíčové prvky výuky fyziky na střední škole

- učebnice jako opora učitele i studenta
- učitel jako studentův průvodce fyzikou a učebnicí

„Úspěšnost“ studentů v první semestru



Problematika učebnic

Samozřejmé požadavky na dobrou učebnici fyziky

- fyzikální správnost (včetně názorných a hlavně správných obrázků)
- zjednodušení přiměřené cílové skupině (ne však na úkor správnosti)
- vhodná organizace a struktura výkladu (didaktické aspekty)
- volba vhodných experimentů, jejich správný výklad a efektivní využití
- volba vhodných ilustrativních příkladů, řešených i neřešených úloh
- jazyková úroveň (srozumitelnost, sdělnost, čtivost) a grafické zpracování
- zajímavost (nikoli „zábavnost“ na úkor obsahu – často např. HRW)

České učebnice fyziky pro střední školy

- v minulosti jediná „centrálně“ schválená učebnice pro daný typ školy
- v současnosti skoro přebytek různých textů, www-stránek → fyzika trpí

Učebnice pro úvodní kurs bakalářského studia fyziky

- Haliday, Resnick, Walker: Fyzika. VUTIUM, Brno 2000, 2013.

SŠ učebnice s „ministerskou“ doložkou

Český monopol: komplet *Fyzika pro gymnázia*

- *Mechanika, Molekulová fyzika a termika, Elektřina a magnetismus, Mechanické kmitání a vlnění, Optika, Fyzika mikrosvěta, Astrofyzika, Speciální teorie relativity*
- vychází od počátku devadesátých let, nyní již v pátém, resp. šestém (jako vždy „přepracovaném“) vydání; poslední vydání s CD
- stálí autoři: E. Svoboda, M. Bednařík†, M. Šíroká†, K. Bartuška†, O. Lepil
- stálí recenzenti: až na výjimky sami autoři (recenzují si navzájem)
- připomínky zvenčí trvale ignorovány

Učebnice, jimž se v tomto příspěvku věnujeme

- E. Svoboda, M. Bednařík†, M. Šíroká†: *Fyzika pro gymnázia. Mechanika*. Prometheus, Praha 2013 (dotisk 5. přepracovaného vydání, s CD).
- K. Bartuška†, E. Svoboda: *Fyzika pro gymnázia. Molekulová fyzika a termika*. Prometheus, Praha 2016 (6. přepracované vydání, s CD).

Co je ve výuce mechaniky a TMF důležité ...

- **Mechanika – vybudování základních pojmů (porozumění, aplikace)**
 - základní pojmy kinematiky: rychlost a zrychlení jako vektorové veličiny, porozumění pojmům pohyb rovnoměrný (stálá velikost rychlosti, nulové tečné zrychlení), pohyb přímočarý (stálý směr rychlosti, nulové normálové zrychlení)
 - interakce objektů, vztažné soustavy a první Newtonův zákon, pojem síly jako fyzikální veličiny charakterizující interakci objektů kvantitativně, konkrétní „silové“ zákony, druhý a třetí Newtonův zákon
- **Term(odynam)ika a molekulová fyzika – vybudování základních pojmů**
 - (makro)stav, stavové veličiny, rovnováha, teplota
 - stavové rovnice
 - střední hodnoty veličin, porovnání přístupů

... a jak s tím zmíněné učebnice zacházejí

Malý vstupní test: rychlost a zrychlení ?

- Průměrná rychlost v_p je podíl dráhy s a času t , za který hmotný bod urazí tuto dráhu.
- Velikost okamžité rychlosti v daném bodě trajektorie v daném čase je definována jako průměrná rychlost ve velmi malém časovém intervalu na odpovídajícím úseku trajektorie s daným bodem.

Kontrolní otázky:

- 1) Dověděli jste se, co je to rychlost?
- 2) Je rychlost skalár, nebo vektor?

Komentáře:

a) Zavádět rychlost (byť s přívlastkem) jako skalár a vzápětí jako vektor (s jiným přívlastkem), je nesprávné, matoucí

b) Důsledek: např. nepochopení odlišnosti pojmů velikost zrychlení a tečná složka zrychlení $\left| \frac{d\vec{v}}{dt} \right|$ versus $\frac{d|\vec{v}|}{dt}$

Malý vstupní test: pohyb po kružnici

- Mění-li se vektor rychlosti, znamená to, že hmotný bod konající rovnoměrný pohyb po kružnici má zrychlení.
- Vektor zrychlení musí být kolmý na vektor rychlosti, protože jinak by se s časem zvětšovala nebo zmenšovala velikost rychlosti.
- Vektor zrychlení musí být orientován na stranu, kam se trajektorie zakřivuje. Je tedy jasné, že nemůže mířit z libovolného bodu kružnice nikam jinam, než do středu kružnice.

Kontrolní otázka:

- 1) Vysvětlete, proč musí být vektor zrychlení orientován na stranu, kam se zakřivuje trajektorie.

Komentář:

- a) „Logika“ argumentace je jen zdánlivá. Nikde před tímto odstavcem není v učebnici řeč o zrychlení při křivočarém pohybu – rozklad zrychlení do směru tečny a normály, vliv na velikost, resp. směr rychlosti. Ani jeden relevantní obrázek.

Malý vstupní test: „skládání pohybů“ ??

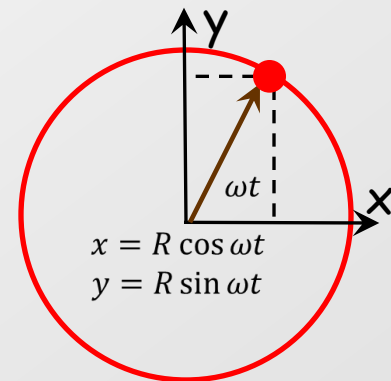
- Často se stává, že hmotný bod koná dva nebo i více pohybů současně.
- Vystřelíme-li např. šikmo vzhůru z pušky, koná střela současně dva pohyby: rovnoměrný přímočarý pohyb ve směru, kterým byla vystřelena, a rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb ve svislém směru (volný pád).

Kontrolní otázka:

1) Kolik a jakých pohybů koná tento hmotný bod?

$$m\vec{a} = -k\vec{r}, \text{ nebo třeba } m\vec{a} = q\vec{v} \times \vec{B}?$$

$$\vec{r}(0) = (R, 0, 0), \vec{v}(0) = (0, R\omega, 0)$$



Komentáře:

Dříve se tomu říkalo „princip nezávislosti pohybů“. Co to znamená?

- Povýšení triviality (vektory lze promítat do různých bází) na fyzikální princip?
- Nesmysl? (Pohyb závisí na silovém působení a počátečních podmínkách.)

Malý vstupní test: síla – 1

- ❏ Působení jednoho tělesa na druhé a účinky tohoto působení známe velmi dobře z osobní zkušenosti.
- ❏ Stlačujeme-li rukou gumový míč, mění se jeho tvar nebo i objem – míč se deformuje. Současně míč působí na naši ruku.
- ❏ Podobně napínáme-li prstem ocelovou pružinu, pružina se prodlouží – dochází rovněž k deformaci. Přitom pocítujeme, že pružina působí na náš prst.
- ❏ Působení je tedy vzájemné a pro jeho přesnější popis používáme veličinu **síla**. Říkáme, že prst natahuje pružinu a pružina tlačí silou na prst.
- ❏ Jestliže má působení síly za následek deformaci tělesa, hovoříme o **deformačním účinku síly**. Toto *statické působení* využíváme např. k měření velikosti síly pomocí pružinového siloměru, jak už znáte ze základní školy.
- ❏ Víte již také, že např. stogramové závaží působí na pružinu přibližně silou 1 newtonu (N), kilogramové závaží silou asi 10 N atp.

Malý vstupní test: síla – 2

- Hodíme-li míč spoluhráči, uvedly naše ruce míč z klidu do pohybu. Chytíme-li letící míč do rukou, naše ruce zabrzdí míč. Uvedou ho z pohybu do klidu. Současně pocítujeme, že míč tlačí na naše ruce.
- Působení je opět vzájemné, také ho charakterizujeme **silou** a naučíme se tuto sílu změřit nebo vypočítat pro některé jednodušší děje, při kterých se projeví **pohybový účinek síly** (*dynamické působení síly*).
- Oba účinky síly se mohou projevovat současně. Při prudkém úderu do míče se míč deformuje a současně je uveden do pohybu.
- Shrnutí: **Působí-li jedno těleso na druhé, působí současně i druhé těleso na první. Působení těles je vždy vzájemné a charakterizujeme ho silou.**
- V dosud uvažovaných příkladech se tělesa navzájem dotýkala, šlo tedy o **vzájemné působení přímým stykem**. Tělesa však mohou na sebe navzájem působit i tehdy, když se nedotýkají. Toto vzájemné působení se uskutečňuje **prostřednictvím silových polí**.

Malý vstupní test: síla – 3

- ❏ Síla $\mathbf{F}$, kterou kvantitativně popisujeme vzájemné působení těles, je vektorová fyzikální veličina. Znázorňujeme ji orientovanou úsečkou, jejíž délka vyjadřuje **velikost síly**, počáteční bod označuje **působíště síly** a šipka vyznačuje **směr síly**. Znáte ze zkušenosti, že účinek síly na těleso závisí na velikosti síly, na jejím směru a také na poloze jejího působíště (tedy bodu, ve kterém síla na těleso působí).

Kontrolní otázky:

- 1) Studenti, víte už konečně, co je to ta síla?
- 2) Zachovali jste si po přečtení textu to, co víte o síle z osobní zkušenosti?
- 3) Kde je bod, v němž působí Slunce na Zemi? A naopak?

Komentáře:

- a) Pojem nelze definovat a vysvětlit neustálým opakováním jeho názvu.
- b) Nikde žádný příklad kvantitativně vyjádřeného silového působení.
- c) „Síla“ je zásadní a velmi obtížný pojem. Je nutné jej pečlivě postupně vybudovat, a ne takto „vyřídit“.
- d) Nešvar: odvolávání za „zkušenost“, resp. „... na ZŠ jste se dověděli ...“.

Malý vstupní test: gravitační a tíhová síla, tíha

- ❏ Tíhová síla je vektorovým součtem gravitační síly $\mathbf{F}_G$ a setrvačné odstředivé síly $\mathbf{F}_s$. Od tíhové síly ... je třeba rozlišit sílu, kterou tělesa tlačí na podložku, nebo táhnou za závěs. Pro tuto sílu užíváme název tíha.
- ❏ Tíhová síla a tíha tělesa jsou dvě fyzikálně různé veličiny stejné velikosti, které však mají obě původ v tíhovém poli Země. (V rámečku není „v klidu“.)
- ❏ Rozdíl mezi oběma veličinami výrazněji vynikne v úvahách o stavu tíže a stavu beztíže. Těleso je ve stavu tíže, projevuje-li se účinek tíhy na jiná tělesa. Vymizí-li tento účinek, mluvíme o beztížném stavu.

Kontrolní otázky:

- 1) Jaká je „tíha člověka“ ve zrychleném výtahu, či „tíha kmitajícího kyvadla“?
- 2) Jaká je „tíha tělesa“, které neleží ani nevisí (třeba letící pták)?

Komentáře:

- a) Zbytečné pojmy („tíhová síla“ a zejm. „tíha“) místo skutečné fyziky.
- b) Je zastřena skutečná povaha silového působení nazývaného „tíha“.

Malý vstupní test: „skládání sil“

- ❏ Na většinu tuhých těles působí více než jedna síla. Všechny tyto síly je výhodné poskládat – nahradit jedinou silou.
- ❏ Skládat síly působící na tuhé těleso znamená nahradit tyto síly jedinou silou, která má na těleso stejné účinky jako skládané síly.
- ❏ Výslednice dvou rovnoběžných sil stejného směru má stejný směr jako obě skládané síly, její velikost je rovna součtu velikostí obou sil. Působíště výslednice dělí vzdálenost působišť obou sil v obráceném poměru velikostí skládaných sil.

Kontrolní otázky:

- 1) Co jsou to „stejné účinky“?
- 2) Jak to je s působením více sil na tělesa, která nejsou tuhá?
- 3) Přihlásíte se do soutěže „Jak výhodně poskládat mimoběžné síly“?

Komentáře:

- a) Skládat síly bez důkladného pochopení pojmu moment síly nelze.
- b) Proč se vyhýbat vektorovému součinu?
- c) Zatajuje se, že úloha nalezení „výslednice“ nemusí mít řešení.

Malý vstupní test: tlakové síly, tlak

- Na základní škole jste se naučili, jak se určí **tlak vyvolaný tlakovou silou** působící *kolmo* na určitou plochu.
- Působíme-li na horní podstavu tuhého tělesa tvaru kváдру tlakovou silou F , přenáší se tato síla ve stejném směru na dolní podstavu.
- Tlak vyvolaný vnější silou, která působí na kapalinu v uzavřené nádobě, je ve všech místech stejný. („Důsledek“ pokusu s nádobou s otvory a pístem.)
- Pascalův zákon se tedy týká tlaku (přesněji řečeno zvětšení tlaku o stejnou hodnotu ve všech místech kapaliny) vyvolaného působením vnější síly na kapalinu v uzavřené nádobě.

Kontrolní otázky:

- 1) Kde se berou tlakové síly v kapalině (vzájemné působení čeho na co)?
- 2) Jak docílit stříkání vody z uzavřené nádoby?

Komentáře:

- a) Z textu nelze pochopit, že tlakové síly v kapalině popisují vzájemné působení částí kapaliny a proč k jejich určení stačí znát rozložení tlaku.
- b) Sdělení „síla se přenáší“ (jak, kým, kam??) není fyzikálně podloženo

Malý vstupní test: stav a jeho změny

- ❏ Veličiny, jimiž charakterizujeme stav soustavy, jsou **stavové veličiny**.
- ❏ Při interakci soustavy s okolím dochází k její **stavové změně**. Soustava přechází z počátečního stavu do konečného stavu. ... Při stavových změnách soustavy tedy dochází ke změnám stavových veličin.
- ❏ Zkušenost ukazuje, že každá soustava, která je od určitého okamžiku v neměnných vnějších podmínkách, přejde samovolně do stavu, v němž zůstávají stavové veličiny konstantní. Tento stav se nazývá **rovnovážný stav**.

Kontrolní otázky:

- 1) Je-li (určitý) stav charakterizován (určitými) hodnotami stavových veličin, mohou se v něm tyto hodnoty měnit?
- 2) Čím se liší rovnovážný stav od stavu, který rovnovážný není?

Komentáře:

- a) Samotný pojem „stav soustavy“ není pořádně vyložen.
- b) Pochopí student, co jsou to „vnější podmínky“ a jak zajistit jejich neměnnost?

Malý vstupní test: teplota

- ❏ K zavedení pojmu teplota lze použít poznatky o rovnovážném stavu: **Tělesům, která jsou při vzájemném dotyku v rovnovážném stavu, přiřazujeme stejnou teplotu.**
- ❏ Jestliže tělesa při uvedení do vzájemného stavu dotykem mění svoje původní rovnovážné stavy, pak říkáme, že na počátku děje (při uvedení těles do kontaktu) měla tělesa **různé teploty**.

Kontrolní otázky:

- 1) Nebylo by možné definovat stejně i jiné veličiny? (Návod: Zkuste v citovaných formulacích zaměnit slovo „teplota“ např. slovem „tlak“.)
- 2) Jsou teplota a tlak v termodynamice identické veličiny, podobné veličiny (pokud ano, v jakém smyslu?) nebo je to jinak?

Komentáře:

- a) Pojem teploty zůstává nejasný.
- b) O jaká tělesa při dotyku má jít? Skutečně není možné, aby při spojení dvou soustav se stejnou teplotou nedošlo změnám hodnot (jiných) stavových veličin?
- c) Jaký smysl má slovní spojení „své původní rovnovážné stavy“?

Malý vstupní test: teplota a její měření

Při měření postupujeme tak, že do vzájemného dotyku uvedeme těleso a teploměr. Po vytvoření rovnovážného stavu této soustavy (těleso + teploměr) je teplota tělesa stejná jako teplota teploměru. Přitom předpokládáme, že při vyrovnávání teplot tělesa a teploměru se teplota příliš nezmění, takže teploměr i po vytvoření rovnovážného stavu udává původní teplotu.

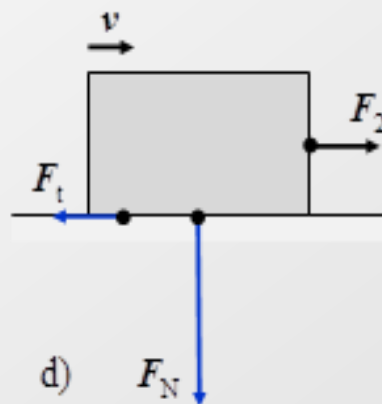
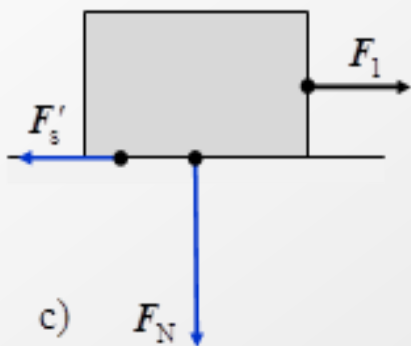
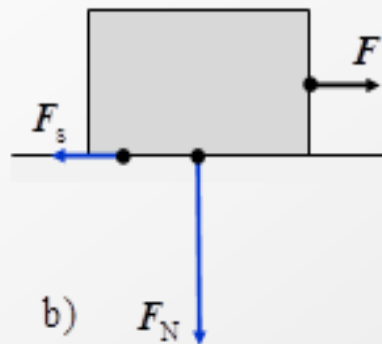
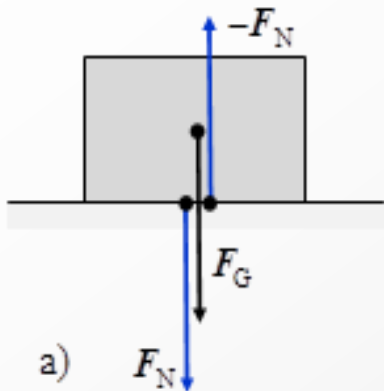
Kontrolní otázky:

- 1) Čím je oprávněn předpoklad, že při vyrovnávání teplot tělesa a teploměru se teplota (jaká? kterého objektu?) příliš nezmění?
- 2) Proč se například lékařský teploměr vůbec uvádí do vzájemného dotyku s tělem pacienta, když i po vytvoření rovnovážného stavu udává „původní teplotu“?

Komentáře:

- a) Naštěstí studenti jistě už někdy teploměr použili. Z výkladu by vůbec nepochopili, k čemu je dobrý.

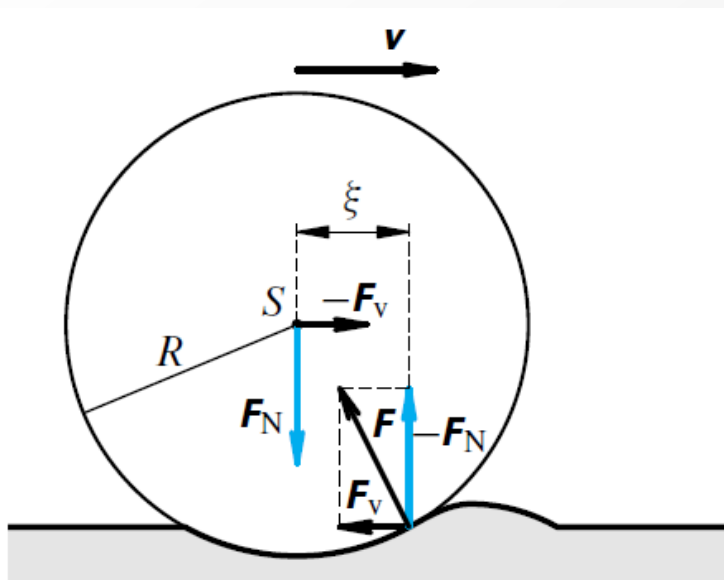
Nešťastné obrázky – tření



Kontrolní otázky:

- 1) Pochopili jste význam barev při vyznačení sil?
- 2) Dovedete z obrázku poznat, které těleso na které působí znázorněnou silou?
- 3) Jsou zakresleny všechny síly působící na kostku, jak tomu má být ve správném silovém diagramu?
- 4) Nejsou? A napadá vás, proč?
- 5) Jaké působení vyjadřuje síla F_N v obrázku b) a proč je v něm zakreslena?

Nešťastné obrázky – valivý odpor - CD



R8-1 Vznik valivého odporu

Kontrolní otázky:

- 1) Kam se ztratila tíhová síla?
- 2) Kde se vzala síla $-F_v$? Je to dodatečná síla, aby se valení nezpomalovalo?
- 3) Jak bude vypadat obrázek, bude-li valení brzděno?
- 3) Kde je „akce“ k „reakci“ F ?
- 4) Proč je průmět síly F do podložky nulový?

F_N ... tlaková síla tělesa na podložku, např. tíha valícího se tělesa
 $-F_N, F_v$... normálová a tečná složka „výsledné reakce“ F , již působí podložka na těleso

„Síly F_N a $-F_N$ tvoří dvojici sil, jejíž moment brzdí pohyb valícího se tělesa a je nutné ho překonat momentem sil F_v a $-F_v$.“

Plný text k valivému odporu (CD – R8)

Prozkoumejme, jak tato odporová síla vznikne. Zřejmě je vyvolána deformací podložky, popř. i deformací oblého tělesa v místech dotyku tělesa a podložky, a to působením tlakové síly $\mathbf{F}_N$. Může to být např. tíha valícího se tělesa. Tato tlaková síla přitlačuje valící se těleso k podložce. Podložka působí na těleso výslednou reakcí $\mathbf{F}$ (obr. R8-1), jejíž normálová složka $-\mathbf{F}_N$ je kolmá k rovině nedeformované podložky a má stejnou velikost jako tlaková síla. Deformace těles způsobuje, že síla $\mathbf{F}$ má také tečnou složku $\mathbf{F}_v$ (rovnoběžnou s rovinou podložky). Vektorová přímka normálové složky je ale rovnoběžně posunuta vzhledem k vektorové přímce tlakové síly o jistou vzdálenost ξ (čti kší). Síly $\mathbf{F}_N$ a $-\mathbf{F}_N$ tvoří dvojici sil, jejíž moment brzdí pohyb valícího se tělesa a je nutné ho překonat momentem sil $\mathbf{F}_v$ a $-\mathbf{F}_v$. Síla $\mathbf{F}_v$ je hledaná odporová síla.

Z rovnosti momentů uvažovaných dvojic sil vyplývá, že mezi kolmou tlakovou silou $\mathbf{F}_N$ a odporovou silou $\mathbf{F}_v$ platí vztah

$$F_N \cdot \xi = F_v \cdot R$$

Kontrolní otázka: Jak to bude s odporovou silou, když nebudeme „moment sil $\mathbf{F}_N$ a $-\mathbf{F}_N$ překonávat“?

Jak citované učebnice splňují požadavky

kritérium	skutečnost
fyzikální správnost	M: obsahuje zásadní chyby TMF: bez závažných chyb, avšak málo sdělné, nevýstižné formulace ztěžující hlubší pochopení
obrázky – věcná stránka	M: pro porozumění NZ – katastrofa TMF: jen ilustrativní – v pořádku
přiměřené zjednodušení	M: často na úkor srozumitelnosti TMF: mnohdy spíše povrchnost; i vlastní materiál zůstává nevyužit
struktura výkladu (didaktické aspekty)	M: důležitost pojmů – „rámečky“ : 54 rámečků na 210 stranách TMF: nedostatečná provázanost věcně souvisejících partií textu
experimenty a jejich výklad	M: často jen hypotetické (2. NZ), CD – dobré TMF: většinou mívají jejich (historicky důležitý) heuristický význam
příklady a úlohy	mnohdy sterilní, nepochvičují porozumění
jazyková a grafická úroveň	M: „zapeklité“ poučky, grafická úroveň dobrá TMF: mnohé málo určité formulace, často míjející podstatu věci
zajímavost	nezáživné, s výjimkou animací na CD

Teprve v posledním vydání (tj. po čtvrtstoletí vydávání učebnic) pokusy (ne vždy úspěšné) o odstranění či oslabení nedostatků a dokonce i zásadních chyb (M), někde se u nich zatvrzele setrvává.

Pět (povinných?) stran na konci učebnic

- Učebnice přispívá k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí
 - kompetence k učení
 - kompetence k řešení problémů
 - kompetence komunikativní
 - kompetence sociální a personální
 - kompetence občanské
 - kompetence k podnikavosti
- Přínos učebnice k realizaci průřezových témat stanovených RVP G
 - osobnostní a sociální výchova
 - výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech
 - environmentální výchova
 - mediální výchova
- **Kontrolní otázka:** Jak přispívá učebnice k rozvoji fyzikálního myšlení?

Shrnutí a závěry

- Pro pochopení klasické mechaniky je třeba překonat její hlavní úskalí: definice a aplikace pojmů rychlost a zrychlení, porozumění Newtonovým zákonům a schopnost je aplikovat na konkrétní situace.
- Pro pochopení základů term(odynam)iky a molekulové fyziky je nezbytné jasně a závazně definovat a vysvětlit jejich základní pojmy (/makro/stav, /termodynamická/ rovnováha, teplota, stavové rovnice) a následně je využít k řádně fyzikálně vyargumentovanému výkladu vlastností těles.
- Na vš je obtížné zbavit studenty fyzikálně chybných postupů naučených, navyklých a zakořeněných na nižších stupních fyzikálního vzdělávání.
- Špatné návyky jsou zaviněny mj. málo kvalitními učebnicemi, které obsahují fyzikálně defektní úvahy a postupy, často předkládané jako „nepochybné pravdy“, a trpí nejasnými formulacemi mnohdy míjejícími podstatu věci.

Řešení problematiky učebnic

➤ Nový autorský kolektiv mladších pracovníků, kteří

- jsou aktivními fyziky a aktivními učiteli
- mají delší zkušenosti s přímou výukou (na vysoké či střední škole)
- výuka je baví a jsou ochotni jí věnovat patřičný čas (nejen „odučit“)
- jsou srozuměni s tím, že při dnešním způsobu hodnocení práce akademických pracovníků je psaní učebnic neefektivní (nedává „body“ ani nezvýší Hirschův index), učitelům nepřinese kariérní růst ani finanční zvýhodnění
- počítají s tím, že prosadit novou učebnici jako oficiální nebude snadné a může trvat delší dobu, než se to podaří; argumentem bude, že jsou stávající oficiální učebnice stále žádané a stále dokola se vydávají (aby ne, když na úrovni „ministerské doložky“ nemají konkurenci)

➤ Příklad dobré praxe

T. Nečas: Mechanika. Masarykova univerzita, Brno ...

Je třeba začít ...



... jedna dobrá učebnice by úplně stačila
... tak kdo ji napíšete?

