

1 O fyzice obecně

Místní zvyklosti:

Části označené \leftrightarrow můžete přeskocit, aniž ztratíte souvislost (jak ví ze str. 2 ten, kdo četl knihu řádně od počátku).

Jednotlivé kapitoly jsou psány dosti nezávisle, aby nebylo zcela nezbytné číst všechny předchozí (např. kap. 6); proto jsou občas na začátku připomenuty věci již dříve řečené.

Ve výkladu průběžně uvádíme ty anglické termíny, které se od českých výrazněji liší, třeba hybnost {*momentum*}, nebo kde by čtenář váhal: moment hybnosti {*moment of momentum*}, nebo kde bývají překladače nepřesné: anglický termín pro hmotný bod je {*mass point*}, nikoli *material point*, jak si myslí Google. Termíny prakticky stejné jsou však pro zkrácení textu značeny vlnovkou: moment síly {*~ of force*} namísto {*moment of force*}, anebo konstanta {*~*} namísto {*constant*}; v anglickém rejstříku je však najdete uvedeny všechny, tedy i tuto *constant* 9, 32. Hranice „samozřejmosti“ pro vlnovku byla ovšem vágní.

Wikipedie anglická (<https://en.wikipedia.org>), ale i **česká** (<https://cs.wikipedia.org>) jsou v oblasti fyziky díky povinným odkazům na literaturu a dobré práci správců (i veřejnosti!) spolehlivé — rozhodně dostatečně pro úvod do problematiky. Odkazujeme na ni u hesel a detailů, které by tu někdo snad postrádal, jiného by však nezajímaly (třeba životopisná data vědců). Zapište v příslušné jazykové verzi Wikipedie do vyhledávacího pole jméno osoby či podtržené heslo, např. **W_{EN}**→[tide](#) nebo **W_{CS}**→[Slapové jevy](#).

Osoby uvádíme zpravidla jen příjmením. Jejich úplná jména se všemi křestními jmény a případnými šlechtickými přídomky najdete v rejstříku spolu s číslem stránek všech výskytů jména. Další vám o nich opět sdělí naše milá Wikipedie. (A dejte prosím pozor: u nás žil a zemřel Tycho Brahe, nikoli Tycho *de* Brahe.)

Počestvování koncových hlásek cizích vlastních jmen nebývá v literatuře jednotné, a přitom pádové koncovky jsou pro flektivní češtinu zásadní. V souladu s ÚJČ (Ústav pro jazyk český) a díky benevolenci Diraca (Dirac), Boseho (Bose) i Lagrangeově (Lagrange) jsme přilepili české koncovky k jejich jménům, a jsme vděční např. Hookovi (Hooke), že mu není líto nečteného koncového -e, nemá-li vliv ani na výslovnost. Fonetickým odvozeninám typu lagranzián (Lagrange) se příslušní vědci také neubránili. Doporučená česká výslovnost cizích jmen je občas uvedena v hranatých závorkách: Darboux, čti [darbu], Darbouxova věta, čti [darbuova].

Termíny (např. **hmotný bod**) i jejich zkratky (**HB**) jsou při prvním výskytu, a občas i později, uvedeny tučně, vždy s odkazem v rejstříku a většinou i s termínem anglickým. Jeden *malíčkový* termín jsem si přimyslel v odst. 1.8.4 a používám ho zhusta; ale nebojte se: v oné kapitole se k tomu přiznávám.

Občas je v textu zařazena otázka označená ..?; řešení je na konci kapitoly.

1.1 Fyzika coby věda

Fyzika je **věda** {*science*} **objektivní** { \sim }. Snaží se proto o co nejmenší vliv **subjektu** { \sim }, tj. člověka, který vědu tvoří nebo ji přijímá, a maximální vliv **objektu** { \sim }, který je vědou studován.

Subjektivní přístup, pohled atd. je podstatný např. v umění. Zajímá také didaktiku fyziky.

Jako každá objektivní věda, i fyzika vytváří **pojmy** {*concept*} vhodné pro popis reality, přiřazuje jim názvy — **termíny** {*term*} a formuluje **model** { \sim }; studuje vlastnosti tohoto modelu a porovnává ho s **pozorováním** {*observation*}, případně s **experimentem** { \sim }. Ideálem je pak možnost na základě modelu předvídat to, co nejde měřit přímo, nebo co se stane v budoucnu, nebo co bylo v minulosti.

Fyzika zavádí a používá zejména fyzikální **veličiny** {*quantity*}; veličina popisuje takovou **vlastnost** {*property*} objektu, kterou lze vyjádřit číslem a **referencí** { \sim } (tou je zpravidla fyzikální **jednotka** {*unit*}, detaily viz str. 339), a tím v principu i měřit.

Měření {*measure*} má pro fyziku obrovský význam; mj. vytváří a udržuje potřebnou objektivitu fyziky (a vědy vůbec). Viz též kap. D.3.

Galileo: Co lze změřit, máme změřit; co změřit nejde, máme převést na měřitelné.

Lord Kelvin (1906, založení IEC): Nemůžete-li to změřit, nemůžete to zlepšit.

Hlavní kritérium správnosti fyzikální teorie je konečkonců soulad teorie s pozorováním reálného světa. *Dílčí* kritéria jsou např. vnitřní logická konzistence, vyvrátitelnost (viz odst. 1.8.9), občas i jednoduchost teorie (nezavádění nadbytečných pojmů, $W_{CS} \rightarrow$ Occamova břitva).

1.2 Fyzika v rámci ostatních věd

Fyzika i **technika** {*technology*} jsou **přírodní** vědy {*natural science*}, nikoli **vědy společenské** {*social* \sim } či **humanitní** {*humanities*} (o člověku a lidské společnosti, podrobněji viz $W_{CS} \rightarrow$ Společenské vědy).

Další přírodní vědy jsou např. **chemie** {*chemistry*}, **biologie** { \sim }, ale i specializované: **mineralogie** { \sim }, **geofyzika** { \sim }, **astrofyzika** { \sim }, apod.

Filosofické kategorie { \sim }, konkrétně **příčina** {*cause*} a **důsledek** {*consequence*}, se příležitostně vyskytnou v aplikacích (např. při interpretaci prostoročasových

vztahů v teorii relativity). Předmětem našich úvah však **nebudou** typické filosofické kategorie typu **vědomí** {*consciousness*}, svobodná vůle, myšlenka, víra, Bůh, smysl života či věcí, dobro, zlo, apod. Mohou se samozřejmě vyskytnout ve styčných oblastech s historií vědy, didaktikou či v **aplikované fyzice** {*~*}.

Akce a reakce podle 3. Newtonova zákona *nemají* charakter příčiny a důsledku. Mj. začínají a končí vždy současně, reakce tedy *nenásleduje po* akci. Podrobně viz str. 79.

Předmět zájmu Fyzika zkoumá nejzákladnější **procesy** {*~*} neboli **děje** v přírodě, zejména neživé (i když **biofyzika** {*~*} vykládá fyzikálními metodami i chování živých objektů). Fyzika je ze všech přírodních věd nejvíce „matematizovaná“ (fakticky: axiomatizovaná, má co nejpřesněji formulované předpoklady i pracovní metody). V jistém smyslu je i „nejhlubší“ přírodní vědou: např. kvantová fyzika (pod krycím názvem **kvantová chemie** {*quantum chemistry*}) vysvětluje pojem **chemické vazby** {*~ bond*}, který je klíčový pro chemii a který chemie jen fenomenologicky (odst. 1.8.3) postuluje z experimentu.

Existuje řada **mezních oborů a aplikací**: zmíněná **fyzikální chemie** {*physical chemistry*} a **biofyzika** {*~*} (fyzikální základy základních projevů živých organismů), **biomechanika** {*~*} (např. mechanika člověka pro balet či sport), **biofyzikální chemie** {*~*}, **geofyzika** {*~*}, **astrofyzika** {*~*}, **meteorologie** {*~*}, atd.

V historii šel velmi často ruku v ruce vývoj fyziky a **matematiky** {*~*}. Newton vytvořil diferenciální počet pro popis pohybu hmotného bodu; podobně Cauchy a Riemann vybuodovali teorii parciálních diferenciálních rovnic pro popis mechaniky kontinua. Fyzika využívala hotového matematického aparátu; byla to např. **teorie grup** {*group theory*}, z níž zejména **teorie reprezentací** {*group representation*} má rozsáhlé a klíčové aplikace v kvantové teorii. Také však fyzika inspirovala matematiky pro aktivitu v nových oblastech: fyziky užívaná, ale matematicky nekorektní Diracova δ -funkce vedla v matematice k **teorii distribucí** {*~*}.

1.3 Fyzika klasická, relativistická, kvantová

Základní je rozdělení na

- teorie **nerelativistické** vs. (= versus, oproti) **relativistické**, když se projeví, že **světelná rychlost** {*luminal speed*} $c = 299\,792\,458$ m/s není nekonečná (zejména při vysokých vzájemných rychlostech).

Tento novější termín je lepší než popisná **rychlost světla ve vakuu** {*speed of light in vacuum*}. Je kratší a „rýmuje“ se s **nadsvětelnou** {*superluminal*} a **podsvětelnou** {*subluminal*} rychlostí. Podle normy se značí c_0 , ale toleruje se i pouhé c tam, kde nehrozí záměna s jinými rychlostmi (jako např. zde);

- teorie *nekvantové* vs. *kvantové*, kdy se uplatní diskretní struktura hmoty a energie, konkrétně to, že **Planckova konstanta** $\{ \hbar \}$ $h = 6,624 \dots \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ není nulová.

Popis:	nerelativistický	relativistický
nekvantový	$c \approx \infty \quad h \approx 0$	$c < \infty \quad h \approx 0$
kvantový	$c \approx \infty \quad h > 0$	$c < \infty \quad h > 0$

Původně bylo „klasický“ = „nekvantový & nerelativistický“, postupem času je stále častěji „klasický“ = „nekvantový“. ☺ Relativita už je halt pomalu klasikou...

Moderní fyzika Termín „moderní fyzika“ se užíval jako protiklad ke klasické fyzice a zahrnuje **teorii relativity** a zejména **kvantovou fyziku**.

Dámy, všimněte si, že označení „moderní“ dosud slouží pro disciplíny více než století staré.

Princip korespondence $\{ \sim \}$ $\text{W}_{\text{EN}} \rightarrow \text{correspondence principle}$ (poprvé r. 1920 Bohr), v jádře říká, že klasická fyzika je aproximací kvantové fyziky pro $\hbar \rightarrow 0$ (např. u modelu vodíku pro vysoká kvantová čísla; pro kvantový oscilátor viz obr. 11.8). Měl význam zejména v prvopočátcích, kdy současné teorie byly teprve „hypotézami“ a fakticky vyjadřuje kontinuitu fyziky při poznávání světa: ani převratné novinky v popisu a chápání světa nevyvracejí platnost starých osvědčených znalostí, ovšem jen ve speciálních (makroskopických) situacích. Tento princip je pravdivý i pro relativitu (při $c \rightarrow \infty$ přechází do klasické fyziky).

1.4 Výchozí představy — klasická fyzika

1.4.1 Rámec popisu

Zde uvádíme jen přehled. Podrobněji viz odst. 2.5.1.

Prostor Z geometrie využíváme **vztažnou soustavu** $\{ \text{frame} \}$, nejraději **kartézskou** $\{ \text{cartesian frame} \}$, s **euklidovskou metrikou** $\{ \sim \}$. **Prostor** $\{ \text{space} \}$ je **plochý** $\{ \text{flat space} \}$ neboli není zakřivený, čili vzdálenost dvou bodů je dána Pythagorovou větou; v **zakřiveném prostoru** $\{ \text{curved space} \}$ (str. 256) tomu tak není a vzdálenost měříme pomocí metrického tenzoru, odst. 2.3.7. Prostor popisujeme trojrozměrnou (3D) vztažnou soustavou (odst. 3.2.1).

Čas $\{time\}$ je jednorozměrný (1D) a plyne jen jedním směrem. Z filosofie přebíráme **princip kauzality** $\{\sim\}$: časově dříve nastane příčina, po ní teprve důsledek. Ve vlastní fyzice se s kauzalitou pracuje hlavně v teorii relativity při interpretaci časových relací, jinak zřídka.

Prostorčas V klasické fyzice jsou prostor a čas *nezávislé* na sobě a vytvářejí *pevný rámec pro popis* přírodních dějů zajímavějších fyziku. V moderních partiích fyziky tomu tak už není: ve **speciální** teorii relativity, **STR** $\{\sim\}$, jsou prostor a čas svázány na **prostorčas** $\{spacetime\}$ (4D), v **obecné teorii relativity**, **OTR**, též **GTR** $\{\sim\}$, má prostorčas aktivní účast na dynamice těles: vystihuje, a tím nahrazuje dosavadní gravitaci. Vztažná soustava se rozšiřuje o čtvrtou, časovou souřadnici.

Dříve také užívaný termín **časoprostor** měl též význam.

1.4.2 Objekt

V klasické fyzice jsou dvojí základní „stavební kameny“ popisu našeho světa:

- **částice** $\{particle\}$ korpuskulární povahy;
(Lat. corpus = těleso, corpusculum = tělísko, částice)
- **pole** $\{field\}$ vlnové povahy.

Tyto objekty jsou principiálně různé; částice je lokalizována na jednom místě, zatímco pole je rozložené v prostoru. Proto byl tak velký rozpor mezi korpuskulární a vlnovou teorií světla. Tento rozdíl setře *kvantová fyzika*, která jak částice, tak pole vystihuje stejným pojmem — kvantovým polem či kvantovou částicí (která je kvantem tohoto pole) a popisuje obojí vlnovou funkcí. Viz odst. 1.6 a kap. 11.

Objekty korpuskulární povahy

Těleso $\{body\}$ je obvyklým modelem objektu. Má jistý **tvar** $\{shape\}$ a jistou **polohu** $\{position\}$ v prostoru (vs. objekty abstraktní, např. OSN nebo vláda ČR). Tvar se může s časem buď měnit: těleso **deformovatelné** $\{\sim\}$, tvořené **kontinuem** $\{\sim\}$, anebo se nemění: **tuhé těleso** $\{rigid\ body\}$ (něco jiného je **pevná látka** $\{solid\ state\}$, viz dále).

Látka $\{substance\}$ = **hmota** $\{matter\}$ = hmotné **prostředí** $\{medium\}$ = **materiál** $\{\sim\}$ jsou pro nás synonyma; termín „hmota“ se užívá tam, kde je podstatná veličina **hmotnost** $\{mass\}$.

Hmotný bod $\{mass\ point\}$, **HB**, je těleso, jehož vlastní délkové rozměry jsou v dané úloze nepodstatné a lze ho tedy buď rovnou pokládat za bodové, nebo ho v dané úloze bodem nahradit. Jako synonymum zde zpravidla používáme kratší, jednoslovné označení **částice** $\{particle\}$.