

OkB  
Fyzické otázky

Lukáš Lejdar

# CONTENTS

CHAPTER		PAGE
1.1	Kinematika hmotného bodu	2
1.2	Dynamika hmotného bodu	3
1.3	Energie, práce, výkon	4
1.4	Gravitační pole	5
1.5	Mechanika tuhého tělesa	7
1.6	Mechanika kapalin a plynů	9
1.7	Základní pojmy molekulové fyziky a termodynamiky	11
1.8	Vnitřní energie, teplo, teplota	13
1.9	Struktura a vlastnosti plynů	14
1.10	Struktura a vlastnosti pevných látek	15
1.11	Struktura a vlastnosti kapalin	16
1.12	Skupenské přeměny látek	17
1.13	Mechanické kmity	18
1.14	Mechanické vlnění	19
1.15	Elektrostatické pole	20
1.16	Elektrický proud v kovech	21
1.17	Elektrický proud v polovodičích	22
1.18	Elektrický proud v kapalinách a plynech	23
1.19	Stacionární magnetické pole	24
1.20	Nestacionární magnetické pole	25
1.21	Střídavé elektrické proudy	26
1.22	Elektromagnetické pole, kmity, vlnění	27
1.23	Geometrická optika	28
1.24	Vlnová optika	29
1.25	Fotometrie	30
1.26	Základy speciální teorie relativity	31
1.27	Základy kvantové fyziky	32
1.28	Fyzika elektronového obalu	33
1.29	Fyzika atomového jádra	34

# Chapter 1

## 1.1 Kinematika hmotného bodu

### Definition 1.1.1: Pojmy

Hmotný bod, vztažná soustava, polohový vektor, trajektorie, dráha, rychlost okamžitá a průměrná, závislost rychlosti a dráhy na čase, zrychlení tečné a normálové, pohyb přímočarý, křivočarý (úhlová rychlost), rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený nebo zpomalený, volný pád, rovnoměrný pohyb po kružnici.

**kinematika** : zkouma jak se tělesa pohybují

**hmotný bod** : těleso, které pozbyva rozmeru

Poloha a pohyb zkoumaných těles jsou určovány vzhledem ke zvolené **vztažné soustavě**, tedy vzhledem ke zvolené skupině těles, které jsou vzájemně v klidu, nebo ve známém pohybu.

polohu vyjadřujeme pomocí **polohového vektoru**

**průměrná rychlost** je vektorová hodnota, definována jako

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

**okamžitá** je limitní hodnota průměrné

**dráha** je délka **trajektorie**  $\vec{s}$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

**zrychlení** je také vektorová veličina, tzn. můžeme definovat **normalovou** a **tečnou** složku. Normalová je rovnoběžná s vektorem rychlosti, tečná je na něj kolmá. Tečná složka nekona práci. V případě rovnoměrného pohybu po kružnici spočítáme je tečné zrychlení

$$a = w^2 r$$

$$v = wr$$

## 1.2 Dynamika hmotného bodu

### Definition 1.2.1: Pojmy

Volný hmotný bod, síla a její účinky, skládání sil, Newtonovy pohybové zákony, inerciální vztažná soustava, hybnost, impuls síly, zákon zachování hybnosti, setrvačné síly, neinerciální vztažná soustava.

**dynamika** je součást mechaniky, která popisuje jak se těleso pohybuje

### 1.2.1 Newtonovy zákony zní

- ① Jestliže výslednice sil působících na těleso je 0, potom těleso setrvává v klidu, nebo rovnoměrném přímočarém pohybu.
- ② Jestliže na těleso působí síla, pak se těleso pohybuje zrychlením, které je přímo úměrné působící síle a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa. Matematicky lze vyjádřit jako,  $\vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt}$
- ③ vzájemná působení dvou těles jsou vždy stejně velká a míří na opačné strany.

$$\begin{aligned}s &= \frac{1}{2}at^2 \\ \dot{s} &= v = at \\ \ddot{s} &= a\end{aligned}$$

Existují 2 typy **vztazných soustav**. Inerciální je taková soustava, ve které platí všechny Newtonovy pohybové zákony. Naopak neinerciální sst se vzhledem k inerciální pohybuje se zrychlením, tzn. neplatí 1. ani 3. Newtonův zákon.

**volný bod** je potom takový bod, na který nepůsobí žádná výsledná síla, vůči takovému bodu můžeme definovat inerciální vztaznou soustavu.

Kinetická síla zachována jen u absolutně pružných objektů. V případě absolutně nepružného objektu platí **zákon zachování hybnosti**.

$$\begin{aligned}E &= \frac{1}{2}mv^2 \\ \dot{E} &= p = mv \\ \ddot{E} &= F\end{aligned}$$

**impuls síly** je změna hybnosti za čas

$$I = \int F dt = \Delta p$$

**třetí síla**  $N$  tlaková síla,  $\mu$  koeficient tření

$$f = \mu N$$

## 1.3 Energie, práce, výkon

### Definition 1.3.1: Pojmy

Mechanická práce, výpočet práce konstantní nebo proměnné síly, mechanická energie kinetická a potenciální (tíhová, tlaková, pružnosti), výkon, účinnost, zákon zachování energie, [vnitřní energie, práce plynu].

**Mechanická práce** : fyz velicina, která vyjadruje drahový účinek síly

$$W = \int \vec{F} d\vec{s} = m \int \frac{d\vec{v}}{dt} d\vec{s} = \frac{1}{2}mv^2 \text{ [J] } \left[ \frac{kgm^2}{s^2} \right]$$

Pomocí **Energie** tělesu prisuzujeme schopnost konat práci.

**Výkon** je práce za čas

$$P = \frac{dE}{dt} \text{ [W] } \left[ \frac{kgm^2}{s^3} \right]$$

Jakmile působí síla, můžeme ji vyjádřit jako silové pole. Pokud toto vektorové pole je konzervativní, můžeme definovat vůči nějakému bodu **potenciální energii**, tzn drahový integrál k tomuto bodu. Díky vlastnostem takového silového pole je mechanická energie konstantní. **potenciální energie tíhová**

$$E_p = \int \vec{F} d\vec{s} = mgh$$

**potenciální energie tlaková** : v trubce o obsahu  $S$  je voda, která na pohyblivou přepážku, působí silou  $\vec{F}$ . Tento jev označujeme tlak v kapalině.

$$p = \frac{F}{S}$$

$$E = \int p \vec{S} d\vec{l} = pV + \int \dot{p} V dl$$

**Potenciální energie** pro Hookovskou pružinu

$$E = \int -ky dy = -\frac{1}{2}ky^2$$

**účinnost**

$$\eta = \frac{E_v}{E_p} = \frac{\text{výkon}}{\text{příkon}}$$

## 1.4 Gravitační pole

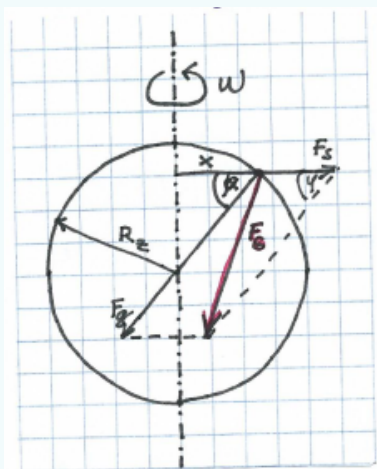
### Definition 1.4.1: Pojmy

Gravitační pole, Newtonův gravitační zákon, intenzita a potenciál gravitačního pole, srovnání s polem elektrickým, radiální a homogenní pole, gravitační a tíhové zrychlení, práce v homogenním gravitačním poli, pohyby v homogenním a radiálním gravitačním poli, Keplerovy zákony.

vsechna telesa, která mají hmotnost na sebe působí přitažlivou silou, popsanou **Newtonovým gravitačním zákonem** jako ... **intenzita Gravitačního pole** aka **gravitační zrychlení**

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

do **tíhového zrychlení** započítáváme ještě odstředivou sílu



$\theta$ ...úhel, který svírají vektory

$$\vec{F}_G = \vec{F}_g + \vec{F}_s$$

$$F_G^2 = F_g^2 + F_s^2 + 2\cos(\theta)F_g F_s$$

$$g^2 = G^2 \frac{M^2}{R^4} + w^4 R^2 \cos^2(\theta) + 2\cos(\theta)^2 w^2 G \frac{M^2}{R}$$

$$g = < 9.78; 9.83 > \frac{m}{s^2}$$

Na povrchu země můžeme gravitační pole aproximovat jako **homogenní**. V každém případě je vždy Konzervativní. Díky tomu můžeme definovat tzv **gravitační potenciál**. Je to energie, potřebná k přenesení tělesa o hmotnosti  $m$  do bodu A. Pro jediné těleso o hmotnosti  $m$  v uzavřené soustavě platí

$$\phi = \int_{\infty}^R G \frac{m}{r^2} dr = -G \frac{m}{R} - (-G \frac{m}{\infty}) = -G \frac{m}{R}$$

$$2C = 0$$

Pro homogenní gravitační pole máme  $W = E = mgh$

**Gravitační siločary** udávají směr gravitační síly, **ekvipotencialní plocha** je plocha, kde s konstantním gravitačním potenciálem. **Pohyby těles v tíhovém poli země**

$$\vec{s} = \frac{1}{2} \vec{a} t^2 + \vec{v} t + \vec{s}_0$$

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$$

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} v_x = v_0 \cos(\theta) \\ v_y = v_0 \sin(\theta) \end{pmatrix}$$

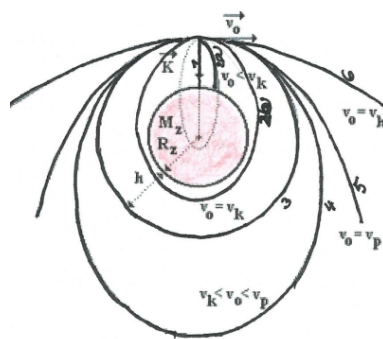
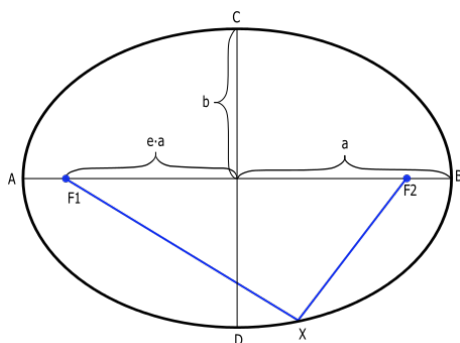
dobu výstupu do výšky  $h$

$$t_{max} = -\left(-\frac{2v}{2g}\right) = \frac{v}{g}$$

### 1.4.1 Keplerovy Zakony

- ① Planety obíhají kolem Slunce po eliptických trajektoriích, v jejichž jednom společném ohnisku je Slunce.
- ② Obsahy ploch opsaných průvodičem planety za stejný čas jsou stejně velké.
- ③ Poměr druhých mocnin oběžných dob dvou planet je stejný jako poměr třetích mocnin délek jejich hlavních poloos.  $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \parallel \parallel$

**Excentricita drahy** je jedna z 6 veličin zvaných elementy drahy, popisujících přesný pohyb planet. Udává typ oběžné drahy, druh kuzelosečky.  $2a > |F_1F_2| = 2ea$   $e = 0 \dots$  kružnice,  $0 < e < 1 \dots$  elipsa  $e=1 \dots$  parabola,  $e > 1 \dots$  hyperbola.



### Pohyb těles v centrálním gravitačním poli planety

$v_0 \dots$  kolmý pád dolů,  $v_k \dots$  pohyb po kružnici,  $v < v_p \dots$  pohyb po elipse,  $v_p \dots$  parabolická uniková rychlost,  $v_h \dots$  druhá kosmická rychlost (hyperbola)

## 1.5 Mechanika tuhého tělesa

### Definition 1.5.1: Pojmy

Tuhé těleso, skládání sil v tuhém tělese, moment síly, podmínka rovnováhy tuhého tělesa, rozklad sil, dvojice sil, těžiště, rovnovážné polohy, otáčivý pohyb tuhého tělesa, moment setrvačnosti, kinetická energie rotujícího tělesa, [moment hybnosti, pohybová rovnice pro rotující těleso].

**tuhé těleso** = těleso jehož tvar se nemění účinkem libovolné velkých sil. Pohyb takového tělesa je složený ze 2 pohybů: translace, rotace.

Newtonovy zákony jednoznačně popisují, jak se takové těleso pohybuje, není to ale praktický způsob, jak s nimi zacházet. Proto je potřeba zavést nové veličiny, které lépe vystihnou tento nový otáčivý pohyb.

### 1.5.1 Moment hybnosti

$$L = r \times p \text{ [kgm}^2/\text{s]}$$

$$\frac{dL}{dt} = \dot{r} \times p + r \times \dot{p}$$

$$\frac{dL}{dt} = \frac{p \times p}{m} + r \times f$$

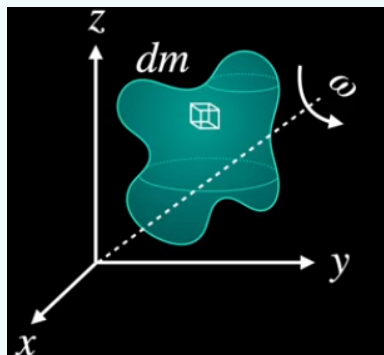
$$\frac{dL}{dt} = r \times f$$

### 1.5.2 Moment síly

$$\frac{dL}{dt} = M \text{ [N/m]} [\text{kgm}^2/\text{s}^2]$$

... ekvivalentní s  $\frac{dp}{dt} = F$

**Pro tuhé těleso**



$$dL = r \times dp, dp = v dm = (w \times r) dm$$

$$L = \int r \times (w \times r) dm$$

$$r \times (w \times r) = \begin{vmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ w_x & w_y & w_z \\ r_x & r_y & r_z \end{vmatrix} = \begin{pmatrix} w_x(y^2 + z^2) - (w_y x y + w_z x z) \\ w_y(x^2 + z^2) - (w_x x y + w_z y z) \\ w_z(x^2 + y^2) - (w_x x z + w_y y z) \end{pmatrix}$$

$$L = \begin{pmatrix} \int (y^2 + z^2) dm & -\int x y dm & -\int x z dm \\ -\int x y dm & \int (x^2 + z^2) dm & -\int y z dm \\ -\int x z dm & -\int y z dm & \int (x^2 + y^2) dm \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_x \\ w_y \\ w_z \end{pmatrix}$$

### 1.5.3 Moment setrvačnosti

$$L_i = I_{ij} w_j$$

... ekvivalentní s  $p = mv$

**Kinetická energie**

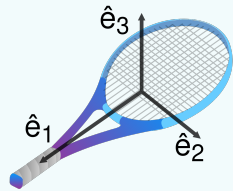
$$dE_k = \frac{1}{2} dm v^2 = \frac{1}{2} dm |w \times r|^2$$

$$E_k = \int \frac{1}{2} dm ((w_y z - w_z y)^2 + (w_x z - w_z x)^2 + (w_x y - w_y x)^2)$$



$$E_k = \frac{1}{2} (w_x w_y w_z) \begin{pmatrix} I_{xx} & I_{xy} & I_{xz} \\ I_{yx} & I_{yy} & I_{yz} \\ I_{zx} & I_{zy} & I_{zz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_x \\ w_y \\ w_z \end{pmatrix} = \frac{1}{2} w^T I w = \frac{1}{2} w L$$

**Hlavní osy tuhého tělesa :** V následujících rovnicích předpokládáme, že osa otáčení prochází těžistem a zároveň počátkem.



$$[EB] \begin{pmatrix} I_{xx} & I_{xy} & I_{xz} \\ I_{yx} & I_{yy} & I_{yz} \\ I_{zx} & I_{zy} & I_{zz} \end{pmatrix}_B [EB]^T = \begin{pmatrix} I_1 & 0 & 0 \\ 0 & I_2 & 0 \\ 0 & 0 & I_3 \end{pmatrix}_E$$



... epická magie, které nerozumím. Každému tuhému tělesu lze najít 3 na sebe kolmé osy otáčení (tzn. Hlavní osy) (osové vektory báze E), takové, že při rotaci je s nimi vektor Momentu Hybnosti rovnoběžný, viz eigenvalues, eigenvectors.

**Moment setrvačnosti pro kouli :** ze symetrie koule vyplývá, že při totéžné uhlové rychlosti, musí být ve všech směrech stejné  $L \Rightarrow I_1 = I_2 = I_3 = I_{koule}$ ,  $L = I_{koule} \omega$

$$\begin{aligned} I &= \int y^2 + z^2 dm \\ &= \rho \int y^2 + z^2 dV \\ &= 2\rho \int_0^R \int_0^{\sqrt{R^2-y^2}} 2\pi r * r^2 dr dy \\ &= 2\rho \int_0^R \frac{1}{2} \pi (R^2 - y^2)^2 dy \\ &= \pi \rho \left( R^4 y - \frac{2}{3} R^2 y^3 + \frac{1}{5} y^5 \right) \Big|_0^R \\ &= \rho \frac{4}{3} \pi R^3 * \frac{2}{5} R^2 \\ &= \frac{2}{5} m R^2 \end{aligned}$$

**rovnovážné polohy :** poloha stala, vratka, volná

## 1.6 Mechanika kapalin a plynů

### Definition 1.6.1: Pojmy

Struktura tekutin, silové působení mezi částicemi, ideální kapalina a plyn, tlak v tekutinách, Pascalův zákon, hydrostatický tlak, vztahová síla, Archimédův zákon, atmosférický tlak, proudění kapaliny, rovnice kontinuity, Bernoulliho rovnice, vnitřní tření, proudění reálné kapaliny, obtékání těles, odpor prostředí.

**tekutiny** = kapaliny + plyny

**kapaliny** : nestlavitelné, nerozpínavé, liší se mezi sebou vnitřním třením

**plyny** : stlavitelné, rozpínavé, částice dale od sebe, rychlejší

**ideální kapalina** dokonale tekutá, bez vnitřního tření, naprosto nestlavitelná

**ideální plyn** dokonale tekutý, bez vnitřního tření, dokonale stlavitelný

### 1.6.1 Tlak

$$p = \frac{F}{S} \text{ [N/m}^2\text{]}$$

může být vyvolána vnější silou :

### 1.6.2 Pascalův zákon

Tlak vyvolaný vnější silou, která působí na kapalně těleso v uzavřené nádobě, je ve všech místech kapaliny stejný

**hydraulická zařízení** : na základě Pascalova zákona mění poměr působících sil

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

**hydrostatický tlak**

$$p = h\rho g \quad \dots \text{ překvapivě platí bez ohledu na tvar nádoby}$$

ve stejné výšce je v kapalině všude stejný tlak. Místa o stejném hydrostatickém tlaku - hladiny

**Atmosférický tlak**  $p \neq h\rho g$ , protože vzduch není nestlavitelný. Za běžných podmínek  $p = 1013,25 \text{ hPa}$ . Mění se s teplotou vzduchu. Vitr je například způsoben rozdílem v tlaku.

**barometr** : nástroj na měření atmosférického tlaku **Archimédův zákon** - tlak na horní plochu tělesa je menší, než na tu spodní  $\Rightarrow$  síla působící vzhůru

$$F_{vz} = F_{h1} - F_{h2} = V\rho g$$

... těleso ponořené do kapaliny je nadnášeno silou rovnající se tíze tekutiny stejného objemu. Na každé v kapalině tedy působí gravitační a tlaková síla. Jestli se těleso ponorí, nebo ne, tudíž záleží na tom, jestli je hustota tělesa větší než hustota vody. **Proudění kapalin**

**stacionární** : rychlost kapaliny v daném místě zůstává konstantní s časem

**nestacionární** : rychlost se mění

**laminární** : proudnice rovnoběžné

**turbulentní** : chaotické

### 1.6.3 Objemový průtok

$$Q_v = \frac{V}{t} = \frac{Sl}{t} = Sv \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Kvůli nestlavitelnosti kapaliny musí být objemový průtok trubice ve všech místech stejný, bez ohledu na rozšiřování, nebo zužení.

#### 1.6.4 Bernoulliho rovnice

hydrostatický tlak je ve stejných hloubkách stejný jen za předpokladu že je kapalina v klidu. pro proudící kapalinu platí jiné zákonitosti. Lze popsat pomocí Zakonu zachování energie. My se, ale budeme zabývat jen stacionárním prouděním kapalin

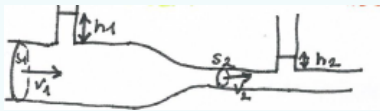
$$E = E_k + E_p$$

při změně rychlosti proudící kapaliny ve zužení/rozšíření trubice se musí zachovat její celková energie. Je tudíž potřeba definovat novou tlakovou potenciální energii.

$$E_p = \int p \vec{S} d\vec{l} = pV + \int \dot{p} V dl = pV$$

... proudění je stacionární, takže  $p$  se nemění s časem. My ho navíc považujeme za konstantní v jednotlivých úsecích nádoby (trubky)

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho Vv^2$$



$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

## 1.7 Základní pojmy molekulové fyziky a termodynamiky

### Definition 1.7.1: Pojmy

Kinetická teorie látek, Brownův pohyb, difúze, interakce mezi částicemi, modely struktur skupenství, látkové množství, Avogadrova konstanta, molární veličiny, stavové veličiny, rovnovážný stav, nultý termodynamický zákon, rovnovážný děj, vratný děj, vnitřní energie.

### 1.7.1 Kinetická teorie látek

teorie, která objasňuje strukturu a vlastnosti látek pohybem a vzájemným působením atomů molekul a iontů, z nichž se látky skládají.

- ① Všechny látky (kterékoliv skupenství) jsou složeny z částic (atomy, molekuly, ionty). Mezi částicemi jsou mezery, proto mluvíme o nespojitě (diskrétní struktura látek)
- ② Tyto částice se neustále a neuspořádaně pohybují (=tepelný pohyb) => mají kinetickou energii

o tepelném pohybu částic v látkách svědčí mnohé jevy

**Difuze** : samovolný pohyb molekul rozpustené látky z místa o vyšší koncentraci do místa s nižší koncentrací. Za určitou dobu se daná látka rozptýlí do celého objemu roztoku a její koncentrace bude všude stejná

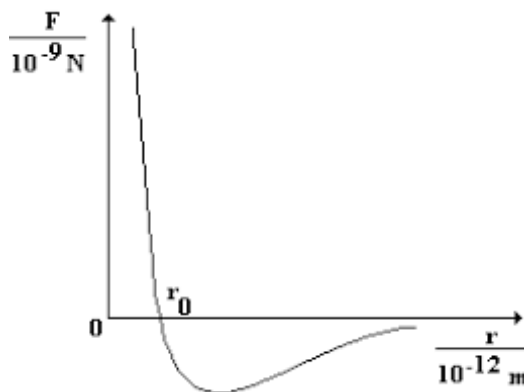
**Brownův pohyb** : nepřetržitý a chaotický pohyb mikroskopických částic v plynné, nebo kapalném mediu. Rychlost Brownova pohybu je úměrná teplotě systému.

### 1.7.2 ...

- ③ Částice na sebe působí silami elektromagnetické povahy - přitahovací, odpuzivé

vzájemné silové působení mezi dvěma částicemi v závislosti na vzdálenosti mezi nimi

- **sfera vzájemného působení** : každá částice je přitahována jen nejbližšími částicemi ve svém okolí
- **vázebné síly** síly, jimiž na sebe působí atomy v molekule
- kvůli silovému působení mezi částicemi má těleso i vnitřní potenciální energii
- $r_0$  : rovnovážná poloha, nepůsobí síla



**Stavové veličiny** : veličiny, které popisují stav termodynamického systému. Dělí se na:

**extenzivní** : závisí na velikosti systému

Objem , Hmotnost , Látkové množství , Vnitřní energie, entalpie, další termodynamické potenciály , Entropie

**intenzivní**: jsou na velikosti systému nezávislé

Tlak , Teplota , Hustota

### 1.7.3 Molární veličiny

**atomová hmotnostní jednotka** :  $\frac{1}{12}$  hmotnosti atomu uhlíku nuklidu  $^{12}\text{C}$   $m_u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ [kg]}$

**Relativní atomová hmotnost**  $A_r$  - udává kolikrát je atom těžší,  $m = A_r m_u$

**Avogadrova konstanta** - počet částic v jednom molu  $N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ [mol}^{-1}\text{]}$

**Latkové Množství**  $n$  - vyjadřuje počet částic v tělese v molech  $N = N_A \cdot n$

**Molární hmotnost**  $M_m$  : hmotnost 1 molu látky  $m = M_m n \text{ [kg/mol]}$

**Molární objem**  $V_m$  : objem 1 molu látky  $V = V_m n \text{ [m}^3\text{/mol]}$

**molární objem plynu** za normálních podmínek, tzn  $V_m = 22,414 \text{ [l]}$   $1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 10^{-3}$   
... náhoda? ne, picus chemik prohlásil gram za hlavní jednotku

**Chemická vazba** : spojení mezi atomy s nestabilní elektronovou konfigurací  $\Rightarrow$  tvoří molekuly **krystalová mřížka** : množina určitých abstraktních bodů, podle nichž se popisuje struktura krystalu

#### 1.7.4 Vnitřní energie

součet všech kinetických a potenciálních energie

#### 1.7.5 Teplo

energie, kterou při tepelné výměně předá těleso s vyšší teplotou

$$Q = mc\Delta t \text{ [J]}$$

**měrná tepelná kapacita**  $c \text{ [J/kgK]}$

**Rovnovazný stav soustavy** : každá soustava, která je od určitého okamžiku v neměnných vnějších podmínkách, přejde samovolně po určité době do rovnovážného stavu a samovolně z něho nevyjde.

**Rovnovážný děj** je děj, při kterém soustava prochází řadou na sebe navazujících rovnovážných stavů. Reálné děje lze považovat za rovnovážné, probíhají-li dostatečně pomalu.

#### Příklad 1.7.1

Když píst s plynem rychle stlačíme, potřebuje plyn na dosažení rovnováhy určitý čas (molekuly na druhé straně neví, že píst je stlačován, dokud k nim nedorazí vytlačené molekuly  $\Rightarrow$  chvíli trvá než se vytlačené molekuly rozmístí po pístu a vyrovná se tlak a teplota v celém objemu). Stlačujeme pomaleji: vytlačených molekul je méně, rozdíly v tlaku jsou menší  $\Rightarrow$  pokud budeme píst stlačovat dostatečně pomalu, bude mít teplota i tlak dost času na vyrovnání v celém objemu  $\Rightarrow$  v každém okamžiku se plyn bude chovat, jako kdyby byl v rovnovážné poloze  $\Rightarrow$  rovnovážný děj.

#### Modely jednotlivých skupenství

- ① **pevné látky** částice blízko u sebe, pravidelně uspořádané
- ② **kapaliny** částice daleko od sebe
- ③ **plyny** částice nejdaleko od sebe

## 1.8 Vnitřní energie, teplo, teplota

### Definition 1.8.1: Pojmy

Vnitřní energie, změny vnitřní energie (práce, tepelná výměna), první termodynamický zákon, tepelná rovnováha, teplota, teplotní stupnice, třetí termodynamický zákon, měrná tepelná kapacita, kalorimetrická rovnice, přenos vnitřní energie (vedením, prouděním, zářením).

## 1.9 Struktura a vlastnosti plynů

### Definition 1.9.1: Pojmy

Model ideálního plynu, rozdělení molekul podle rychlosti, střední kvadratická rychlost, střední kinetická energie molekuly, teplota a tlak plynu, stavová rovnice pro ideální plyn, Avogadrův zákon, normální molární objem, tepelné děje s ideálním plynem a jejich grafické vyjádření, kruhový děj, Carnotův cyklus, tepelné a chladicí stroje, druhý termodynamický zákon.

## 1.10 Struktura a vlastnosti pevných látek

### Definition 1.10.1: Pojmy

Stavba látek z částic, silové působení mezi částicemi, druhy vazeb, látky amorfni a krystalické, model krystalové mřížky, poruchy v krystalové mřížce, deformace, normálové napětí, relativní prodloužení, Hookův zákon, křivka deformace, teplotní roztažnost.



## 1.11 Struktura a vlastnosti kapalin

### Definition 1.11.1: Pojmy

Povrchová vrstva kapalin, povrchová energie, povrchové napětí, povrchová síla, jevy na rozhraní, kapilární tlak, kapilární jevy, teplotní roztažnost kapalin.

## 1.12 Skupenské přeměny látek

### Definition 1.12.1: Pojmy

Fázový diagram, trojný a kritický bod, modely struktury skupenství, vnitřní energie a její změny při změnách skupenství, vypařování, kondenzace, sytá pára, přehřátá pára, var, sublimace, tání, tuhnutí, měrné skupenské teplo přeměny, vlhkost vzduchu.

## 1.13 Mechanické kmity

### Definition 1.13.1: Pojmy

Pohyb kmitavý, periodický, harmonický, kinematika harmonického pohybu (výchylka, rychlost, zrychlení, fáze, frekvence, perioda), skládání kmitů v jedné přímce, skládání kmitů navzájem kolmých, Lissajousovy obrazce, dynamika harmonického pohybu, pružina, kyvadlo, přeměny energie v oscilátorech, tlumené kmity, nucené kmity, rezonance.

## 1.14 Mechanické vlnění

### Definition 1.14.1: Pojmy

Vznik, šíření a druhy vlnění (postupné, stojaté, příčné, podélné), rychlost šíření vlny (fázová rychlost), vlnová délka, rovnice postupné vlny, interference vlnění, koherentní vlnění, odraz vlnění, Huygensův princip, zákon odrazu s lomu, ohýb vlnění, zvuk, Dopplerův jev, souvislosti s optikou.

## 1.15 Elektrostatické pole

### Definition 1.15.1: Pojmy

Elektrický náboj, zákon zachování náboje, Coulombův zákon, elektrostatické pole, homogenní a radiální pole, intenzita elektrického pole, elektrický potenciál, elektrické napětí, práce v homogenním elektrickém poli, vodič a nevodič v elektrickém poli, elektrostatická indukce, kapacita vodiče, kapacita soustavy vodičů, kondenzátory, řazení kondenzátorů.

## 1.16 Elektrický proud v kovech

### Definition 1.16.1: Pojmy

Elektrický proud, elektromotorické napětí, elektronová vodivost, Ohmův zákon, voltampérová charakteristika, elektrický odpor, závislost odporu na rozměrech vodiče a na teplotě, supravodivost, termočlánek, Ohmův zákon pro uzavřený obvod, vnitřní odpor zdroje, Kirchhoffovy zákony, výkon elektrického proudu.

## 1.17 Elektrický proud v polovodičích

### Definition 1.17.1: Pojmy

Polovodiče vlastní, příměsové, typ N, typ P, přechod PN, diodový jev, dioda jako usměrňovač, Graetzovo zapojení, tranzistorový jev, tranzistor jako zesilovač, termistory, diody LED, fotodiody.

## 1.18 Elektrický proud v kapalinách a plynech

### Definition 1.18.1: Pojmy

Elektrolytická disociace, elektrolýza, závislost proudu v elektrolytu na napětí, Faradayovy zákony elektrolýzy, galvanické články, elektrolytická polarizace, akumulátory, ionizace, nesamostatný a samostatný výboj, voltampérová charakteristika výboje, doutnavý výboj, jiskra, oblouk, katodové záření, elektronový paprsek, emise elektronů.



## 1.19 Stacionární magnetické pole

### Definition 1.19.1: Pojmy

Magnetické pole elektrického proudu, magnetické indukční čáry, Ampérovo pravidlo, magnetická indukce, magnetické pole vodičů s proudem, silové působení na náboje a vodič s proudem, Flemingovo pravidlo, silové působení mezi dvěma vodiči s proudem, definice ampéru, magnetické vlastnosti látek (diamagnetické, paramagnetické, feromagnetické), magnetická hystereze (látky magneticky měkké a tvrdé).

## 1.20 Nestacionární magnetické pole

### Definition 1.20.1: Pojmy

Elektromagnetická indukce, Faradayův zákon elektromagnetické indukce, magnetický indukční tok, Lenzův zákon, Foucaultovy proudy, vlastní indukce, indukčnost, přechodové děje.

## 1.21 Střídavé elektrické proudy

### Definition 1.21.1: Pojmy

Vznik střídavého proudu, generátory, napětí fázové a sdružené, elektromotory, transformátor, harmonický průběh střídavého proudu, obvody s R, L, C, sériový a paralelní kmitavý obvod (rezonance), výkon střídavého proudu, [řešení obvodů pomocí komplexních čísel].

## 1.22 Elektromagnetické pole, kmity, vlnění

### Definition 1.22.1: Pojmy

Kmitavý obvod jako zdroj elektromagnetického pole, vznik elektromagnetického vlnění, elektromagnetický dipól, vysílač, přijímač, sdělovací technika (mikrofon, reproduktor, modulace, rozhlas, televize), spektrum elektromagnetického vlnění.

## 1.23 Geometrická optika

### Definition 1.23.1: Pojmy

Šíření světla, optické prostředí, [Fermatův princip], zákon odrazu a lomu světla, rozklad (disperze) světla, optická soustava, zrcadla, čočky, zobrazovací rovnice, příčné zvětšení, oko, optické přístroje.

## 1.24 Vlnová optika

### Definition 1.24.1: Pojmy

Spektrum elektromagnetického vlnění, vznik a podstata světla, šíření světla, Huygensův princip, odraz, lom, interference světla, koherence, Youngův pokus, interference na tenké vrstvě (Newtonova skla), holografie, ohyb světla, polarizace.

## 1.25 Fotometrie

### Definition 1.25.1: Pojmy

Zářivý tok (světelný tok), zářivost (svítivost), ozáření (osvětlení), tepelné záření, záření černého tělesa, Stefan-Boltzmanův zákon, Wienův posunovací zákon, Planckův zákon, kvantum energie, spektrum elektromagnetického záření (UV, RTG,  $\gamma$ )

## 1.26 Základy speciální teorie relativity

### Definition 1.26.1: Pojmy

Inerciální soustavy, Galileiho princip relativity, Michelson - Morley, Einsteinovy postuláty, Lorentzova transformace, relativnost současnosti, dilatace času, kontrakce délek, skládání rovnoběžných rychlostí, relativistická hmotnost, relativistická hybnost, relativistická energie ( $E=mc^2$ ).



## 1.27 Základy kvantové fyziky

### Definition 1.27.1: Pojmy

Kvantování energie (Planck), fotoelektrický jev (Einsteinova rovnice, foton), Comptonův jev, vlnové vlastnosti částic (de Broglieovy vlny), korpuskulárně vlnový dualismus, Davisson-Germerův pokus, [Schrödingerova rovnice], Heisenbergovy relace neurčitosti, kvantování fyzikálních veličin, princip korespondence.

## 1.28 Fyzika elektronového obalu

### Definition 1.28.1: Pojmy

Modely atomu, spektrum vodíku, Franck-Hertzovy pokusy, kvantově mechanický model atomu vodíku, kvantová čísla, orbitaly, spin, Pauliho princip, elektronová konfigurace, periodická soustava prvků, emise světla, laser.

## 1.29 Fyzika atomového jádra

### Definition 1.29.1: Pojmy

Modely atomového jádra, jaderné síly, závislost vazebné energie připadající na jeden nukleon na nukleonovém čísle, hmotnostní úbytek, radioaktivita, zákon radioaktivní přeměny (rozpadu), poločas rozpadu, rozpadové řady, umělá radioaktivita, jaderné reakce, jaderná energetika, detektory částic, urychlovače částic.