

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	10
1.7	Základní pojmy molekulové fyziky a termodynamiky	11
1.8	Vnitřní energie, teplo, teplota	12
1.9	Struktura a vlastnosti plynů	13
1.10	Struktura a vlastnosti pevných látek	14
1.11	Struktura a vlastnosti kapalin	15
1.12	Skupenské přeměny látek	16
1.13	Mechanické kmity	17
1.14	Mechanické vlnění	18
1.15	Elektrostatické pole	19
1.16	Elektrický proud v kovech	20
1.17	Elektrický proud v polovodičích	21
1.18	Elektrický proud v kapalinách a plynech	22
1.19	Stacionární magnetické pole	23
1.20	Nestacionární magnetické pole	24
1.21	Střídavé elektrické proudy	25
1.22	Elektromagnetické pole, kmity, vlnění	26
1.23	Geometrická optika	27
1.24	Vlnová optika	28
1.25	Fotometrie	29
1.26	Základy speciální teorie relativity	30
1.27	Základy kvantové fyziky	31
1.28	Fyzika elektronového obalu	32
1.29	Fyzika atomového jádra	33

# 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.

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

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

**Potenciální energie** pro Hookovskou pružinu

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

**účinnost**

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

## 1.4 Gravitační pole

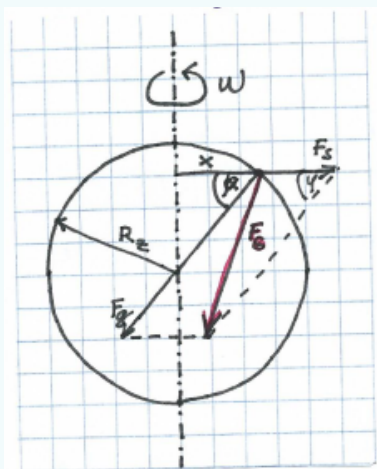
### Definition 1.4.1: Pojmy

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

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

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

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

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

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**

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

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

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

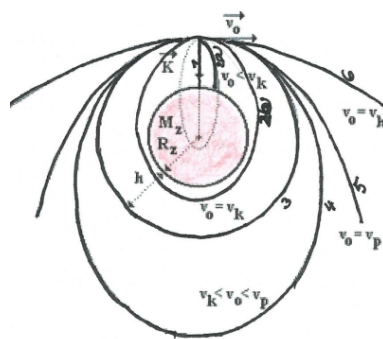
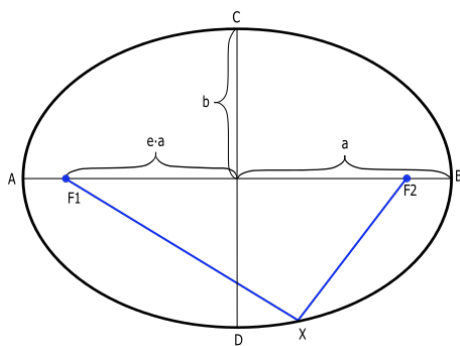
dobu výstupu do výšky  $h$

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

### 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 libovolně velkých sil. Pohyb takového tělesa je složen z 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.

Všechny následující rovnice předpokládají, že počátek leží na ose otáčení

### 1.5.1 Moment hybnosti

$$L = r \times p$$

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

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

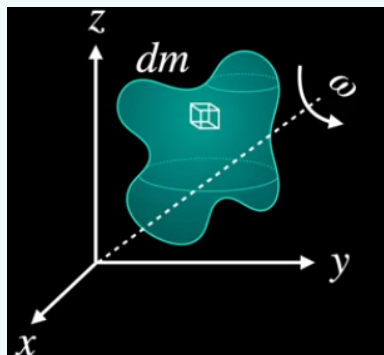
$$\frac{dL}{dt} = r \times f$$

### 1.5.2 Moment síly

$$\frac{dL}{dt} = M$$

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

**Pro tuhé těleso**



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

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

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

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

### 1.5.3 Moment setrvačnosti

$$L_i = I_{ij} w_j$$

**Kinetická energie**

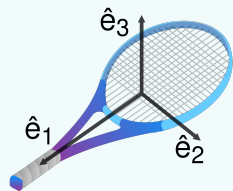
$$dE_k = \frac{1}{2} dm v^2 = \frac{1}{2} dm |w \times r|^2$$

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



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

Hlavní osy tuhého tělesa, kde osa otáčení prochází těžištěm



$$[FB] \begin{pmatrix} I_{xx} & I_{xy} & I_{xz} \\ I_{yx} & I_{yy} & I_{yz} \\ I_{zx} & I_{zy} & I_{zz} \end{pmatrix}_B [FB]^T = \begin{pmatrix} I_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & I_{yy} & 0 \\ 0 & 0 & I_{zz} \end{pmatrix}_F$$

... epicka magie, ktere nerozumim

## 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, vztaková síla, Archimédův zákon, atmosférický tlak, proudění kapaliny, rovnice kontinuity, Bernoulliova rovnice, vnitřní tření, proudění reálné kapaliny, obtékání těles, odpor prostředí.

## 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.

## 1.8 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 amorfnní 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.