

## Maturitní zkouška z fyziky 2014/2015

1. Fyzikální veličiny a jednotky, soustava SI, měření
2. Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb
3. Pohybové zákony v mechanice, vztažné soustavy
4. Gravitační a tíhové pole
5. Druhy energie, její vzájemné přeměny a zákon jejího zachování
6. Zákony zachování ve fyzice – hmotnosti, hybnosti, energie, náboje
7. Hydrostatika a aerostatika
8. Hydrodynamika a aerodynamika
9. Práce, výkon, energie
10. Mechanika tuhého tělesa
11. Mechanické kmitání
12. Mechanické vlnění, akustika
13. Základní poznatky molekulárně-kinetické teorie látek
14. Struktura a vlastnosti pevného skupenství látek
15. Struktura a vlastnosti kapalin
16. Struktura a vlastnosti plynů
17. Elektrostatika
18. Elektrický proud ve vodičích a polovodičích
19. Obvod stejnosměrného elektrického proudu
20. Elektrický proud v kapalinách a plynech
21. Pojmy střídavého proudu
22. Elektromagnetismus
23. Paprsková optika
24. Vlnová optika
25. Fotometrie a kvantová optika
26. Modely atomů, fyzika atomového obalu
27. Vlastnosti atomového jádra, jaderné reakce
28. Detekce a urychlování částic
29. Základní principy speciální teorie relativity
30. Základní poznatky astrofyziky

Při maturitní zkoušce má student k dispozici tabulky a řadu pomůcek, které může využít k demonstraci diskutovaných témat. V ideálním případě nejprve vyloží teoretická východiska, která následně využije k řešení zadané úlohy.

## 1. Fyzikální veličiny a jednotky, soustava SI, měření

1. Zpracujte následující fyzikální měření, určete absolutní odchylku  $\Delta l$  a relativní odchylku  $\delta l$ .

Číslo měření $i$	$\frac{l_i}{\text{mm}}$
1	107,2
2	107,4
3	107,3
4	107,1
5	107,3
6	107,5
7	107,4
8	107,1
9	107,5
10	107,2

2. Objem tělesa byl určen jako  $V = (2,52 \pm 0,03) \text{ cm}^3$ , hmotnost jako  $m = (20,6 \pm 0,1) \text{ g}$ . Určete hustotu tělesa a relativní a absolutní odchylku hustoty.

3. Zpracujte následující fyzikální měření, určete absolutní odchylku  $\Delta l$  a relativní odchylku  $\delta l$ .

Číslo měření $i$	$\frac{l_i}{\text{mm}}$
1	107,2
2	107,4
3	107,3
4	107,1
5	107,3

4. Zpracujte následující fyzikální měření, určete absolutní odchylku  $\Delta U$  a relativní odchylku  $\delta U$ , jestliže víte, že napětí bylo změřeno voltmetrem s třídou přesnosti 2,5 % na rozsahu měření 12 V.

Číslo měření $i$	$\frac{U_i}{\text{V}}$
1	10,2
2	10,0
3	10,1
4	10,2
5	10,0

## 2. Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb

1. V řece, jejíž šířka je  $d = 40 \text{ m}$ , teče voda rychlostí  $v_1 = 0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Z místa A plave člověk rychlostí  $v_2 = 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  vzhledem k vodě pod úhlem  $\alpha = 60^\circ$  vzhledem ke břehu. Určete:
- Velikost a směr jeho rychlosti vzhledem ke břehu.
  - Čas potřebný k přeplavání řeky.
  - Rychlost, kterou by musel jít po břehu chodec, aby byl stále na úrovni plavce.
  - Místo, na němž plavec dorazí na druhý břeh

[řešení]

2. Hmotný bod se pohybuje rovnoměrně ve směru osy  $x$  se zrychlením o velikosti  $a = 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . V čase  $t = 0 \text{ s}$  byl v bodě  $x_0 = 5 \text{ m}$  a měl rychlost  $v_0 = 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Řešte úkoly:
- Napište vztahy vyjadřující závislost jeho rychlosti a dráhy na čase.
  - Určete čas, kdy bude jeho rychlost  $v = 40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .
  - Určete čas, kdy bude v bodě o souřadnici  $x = 110 \text{ m}$ .

[řešení]

3. První třetinu dráhy projel automobil rychlostí  $v_1 = 15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , druhou třetinu dráhy rychlostí  $v_2 = 30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a třetí třetinu dráhy rychlostí  $v_3 = 90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Jaká byla jeho průměrná rychlost? Úlohu řešte výpočtem i graficky.

[řešení]

4. Při počáteční rychlosti  $v_0 = 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  urazí těleso rovnoměrně zrychleným pohybem za 10 sekund dráhu 120 metrů. Jaké je jeho zrychlení?

[řešení]

5. Dvě tělesa o hmotnostech  $m_1$  a  $m_2$  jsou zavěšena na soustavě kladek podle obrázku. Vypočtete vzdálenost těles v čase  $t$ , jestliže se těleso o hmotnosti  $m_1$  pohybuje se zrychlením  $a$ . Na počátku byla obě tělesa ve stejné výšce.

[řešení]

6. Určete zpomalení vlaku, jestliže se pohyboval rychlostí  $v = 60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a při rovnoměrném zpomalení zastavil za čas  $t = 1 \text{ min}$ .

[řešení]

7. Rovnoměrným pohybem po přímé trajektorii by cyklista-závodník projel závodní dráhu za čas  $t_1 = 8 \text{ min}$  při rychlosti  $v = 36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Za jak dlouho by tutéž dráhu projel automobil rovnoměrně zrychleným pohybem, jestliže rychlostí  $36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  dosáhne z klidu za  $100 \text{ s}$ ?

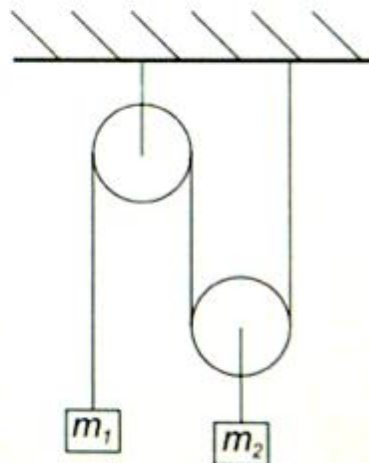
[řešení]

8. Vlak začal brzdit. Za jak dlouho zabrzdil a jakou dráhu ujel, když za čas  $t = 16 \text{ s}$  snížil svoji rychlost na  $1/3$ ? Rychlost před začátkem brzdění byla  $v_0 = 72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

[řešení]

9. Dvě tělesa padala volným pádem z různých výšek. Obě tělesa dopadla současně na zem, přičemž jedno za 3 sekundy a druhé za 2 sekundy. Určete, z jakých výšek obě tělesa padala.

[řešení]



### 3. Pohybové zákony v mechanice, vztažné soustavy

1. Po nakloněné rovině s úhlem  $\alpha$  klouže dolů těleso o hmotnosti  $m$ . Jaká je velikost jeho zrychlení, je-li součinitel smykového tření roven  $f$ ? Najděte podmínku pro maximální úhel  $\alpha_m$ , při němž se bude těleso po nakloněné rovině pohybovat rovnoměrně přímočaře nebo bude v klidu.

i.  $[a = g(\sin \alpha - f \cos \alpha), \alpha_m = \arctg f]$

2. Jaké průměrné zatížení musí vydržet lano těžní klece, která má při hmotnosti  $m = 1600 \text{ kg}$  dosáhnout za čas  $t = 5 \text{ s}$  z klidu rychlosti  $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  směrem nahoru?

$[F = 19,5 \text{ kN}]$

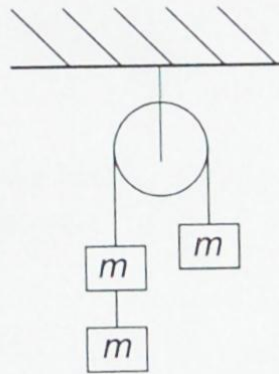
3. Nákladní automobil dosáhne při plném zatížení za čas  $t = 30 \text{ s}$  rychlosti  $v = 60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

- Určete jeho zrychlení za předpokladu, že je konstantní
- Vypočtete jeho dráhu při rozjíždění
- Určete tahovou sílu motoru, je-li celková hmotnost  $m = 18 \text{ t}$ .

$[a = 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}, s = 250 \text{ m}, F = 10 \text{ kN}]$

4. S jakým zrychlením se pohybuje soustava na obrázku, jestliže na jedné straně kladky visí dvě závaží a na druhé straně jedno? Tření kladky neuvažujte.

$[a = g/3]$



5. Do kabiny výtahu je umístěn siloměr, na němž je závaží o hmotnosti  $m$ . Co bude ukazovat siloměr v následujících případech:

- Zdvíh je v klidu.
- Výtah jede svisle vzhůru se zrychlením  $a_1$ .
- Výtah jede dolů se zrychlením  $a_2 < g$ .
- Výtah padá

$[F_1 = mg, F_2 = m(g+a_1), F_3 = m(g-a_2), F_4 = 0 \text{ N}]$

6. Dva chlapci o hmotnostech  $m_1 = 40 \text{ kg}$  a  $m_2 = 50 \text{ kg}$ , tření neuvažujeme. Jeden do druhého strčí silou  $F = 50 \text{ N}$ . Jaké zrychlení oba získají?

$[a_1 = 1,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}; a_2 = 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}]$

## 4. Gravitační a tíhové pole

1. Z vrcholu věže o výšce  $h = 80 \text{ m}$  je vrženo vodorovným směrem těleso rychlostí  $v_0 = 15 \text{ m.s}^{-1}$ . ZA jakou dobu a do jaké vzdálenosti těleso dopadne

$$[t = 4 \text{ s}; d = 60 \text{ m}]$$

2. Šíp vystřelený svisle vzhůru dosáhl maximální výšky za pět sekund

- Jakou počáteční rychlostí byl šíp vystřelen?
- Do jaké výšky šíp vystoupil?
- Jakou rychlostí dopadl šíp zpět?

$$[v_1 = 50 \text{ m.s}^{-1}; h = 125 \text{ m}; v_2 = 50 \text{ m.s}^{-1}]$$

3. Chlapec vykopl míč svisle vzhůru rychlostí  $v_0 = 25 \text{ m.s}^{-1}$ .

- Do jaké výšky vystoupil míč za  $2 \text{ s}$
- Za jakou dobu dosáhl míč své největší výšky a jaká vysoko to bylo?

$$[h_1 = 30 \text{ m}; t_0 = 2,5 \text{ s}; h = ? \text{ m}]$$

4. Míč vržený vzhůru do výšky  $h = 8 \text{ m}$  vyskočil po odrazu od země do výšky  $h_2 = 2,8 \text{ m}$ . Určete rychlost dopadu a rychlost odrazu.

$$[v_d = 12,7 \text{ m.s}^{-1}; v_o = 7,5 \text{ m.s}^{-1}]$$

5. Kulička byla vržena pod úhlem  $60^\circ$  rychlostí  $20 \text{ m.s}^{-1}$ . Určete délku vrhu, výšku vrhu, dobu vrhu a vodorovnou a svislou složku počáteční rychlosti.

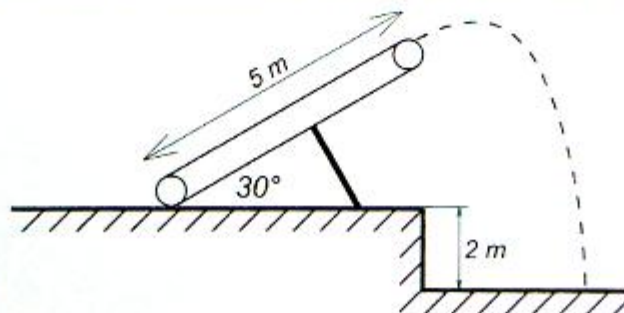
[řešení]

6. Míč byl vykopnut pod úhlem  $45^\circ$  a dopadl do vzdálenosti  $40 \text{ m}$  od místa výkopu.

- Jaká byla jeho počáteční rychlost?
- Do jaké maximální výšky míč vystoupil?

$$[v_0 = 20 \text{ m.s}^{-1}; h = 10 \text{ m}]$$

7. Dopravníkový pás o délce  $5 \text{ m}$  se pohybuje rychlostí  $v = 3 \text{ m.s}^{-1}$ . Sklon pásu je  $30^\circ$  a jeho okraj přistaven právě souběžně s okrajem jámy hluboké  $2 \text{ m}$ . Určete místo, do kterého dopadá přepravovaný materiál



[řešení]

## 5. Druhy energie, její vzájemné přeměny a zákon jejího zachování

1. Ocelová kulička je zavěšena na lanku. Vychýlíme ji z rovnovážné polohy. Hmotnost kuličky je  $m = 10$  g, délka lanka  $l = 0,5$  m, výška vychýlení nad rovnovážnou polohou je  $h = 6,7$  cm. Tíhové zrychlení  $g = 10$  m·s<sup>-2</sup>. Určete

- celkovou mechanickou energii soustavy kulička-země;
- velikost rychlosti  $v$  kuličky při průchodu rovnovážnou polohou.

$$[E = 6,7 \text{ mJ}, v = 1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

2. Jak hluboko byl vražen hřebík do dřevěné desky, jestliže na něj dopadlo kladivo o hmotnosti  $m = 400$  g? Kladivo se pohybovalo rychlostí  $v = 5$  m·s<sup>-1</sup> a průměrná odporová síla desky je 250 J.

$$[h = 0,02 \text{ m}]$$

3. Dvě koule o hmotnostech  $m_1 = 5$  kg a  $m_2 = 10$  kg se pohybují přímočaře a vodorovně proti sobě rychlostmi  $v_1 = 5$  m·s<sup>-1</sup> a  $v_2 = 8$  m·s<sup>-1</sup>. Narazí na sebe přímým centrálním rázem. Určete rychlost tělesa  $u$  vzniklého po rázu, a jaká část mechanické energie se přemění na energii jiného druhu.

$$[u = 3,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, E = 281 \text{ J}]$$

4. Koule o hmotnosti  $m_1 = 100$  g se pohybuje přímočaře ve vodorovném směru stálou rychlostí  $v_1 = 12,8$  m·s<sup>-1</sup> a narazí do koule o hmotnosti  $m_2 = 50$  g, která je v klidu. Určete rychlosti  $u_1$  a  $u_2$  obou koulí po dokonale pružném nárazu.

$$[u_1 = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, u_2 = 16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

## 6. Zákony zachování ve fyzice – hmotnosti, hybnosti, energie

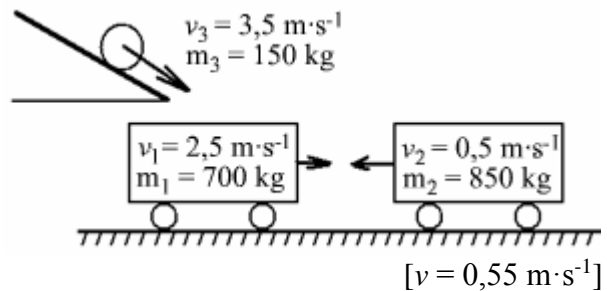
1. Vagon o hmotnosti  $m_1 = 35 \text{ t}$  se pohybuje rychlostí  $v_1 = 0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Narazí na vagon o hmotnosti  $m_2 = 21 \text{ t}$ , který je v klidu. Při nárazu se vagony spojí. Jak velkou rychlostí  $v$  se pak budou pohybovat? Jak velká mechanická energie se přemění na jiné formy?

$$[v = 0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}, E = 1,05 \text{ kJ}]$$

2. Výbuch roztrhl kámen v klidu na tři části. Dva kusy odlétly do navzájem kolmých směrů. Jakou hmotnost  $m_3$  má třetí kus a jaký úhle svírá hybnost třetího kusu s hybností prvního kusu?

$$[\alpha = 127^\circ]$$

3. Dva vozíky o různých hmotnostech se pohybují proti sobě. Po setkání se pohybují společně. Na levý vozík je pak svržen balvan o hmotnosti  $150 \text{ kg}$  z koryta rychlostí  $v_3 = 3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Vypočítejte rychlost soustavy po dopadu balvanu. Byla by rychlost celé soustavy stejná, kdyby balvan spadl do levého vozíku dříve, než se vozíky spojily?



4. Jak velkou rychlostí se začne pohybovat vozík s plošinou o hmotnosti  $m_2$ , jestliže na něj sklouzne z vrcholu nakloněné roviny těleso o hmotnosti  $m_1$  a zastaví se na plošině? Úhel nakloněné roviny je  $\alpha$ , tření zanedbáme.

$$[v = \frac{m_1 \sqrt{2gh \cos \alpha}}{m_1 + m_2}]$$

5 Náboj o hmotnosti  $m_1 = 30 \text{ kg}$  opustí hlaveň rychlostí  $v_1 = 600 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Hlaveň děla o hmotnosti  $m_2 = 1200 \text{ kg}$  se posune při výstřelu o vzdálenost  $s = 0,8 \text{ m}$ . Vypočítejte maximální zpětnou rychlost hlavně  $v_2$ , průměrnou brzdící sílu a mechanickou energii, která se přemění na teplo.

$$[v_2 = 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}, F = 168 \text{ kN}, W = 135 \text{ kJ}]$$

## 7. Hydrostatika a aerostatika

1. Odvoďte Archimédův zákon.

$$[F_{vz} = V\rho_{\text{kapaliny}}g]$$

2. Ve spojených nádobách je nalita voda a neznámá kapalina. Voda vystoupí nad společnou hladinu do výšky  $h_1 = 27$  cm. Jakou hustotu má neznámá kapalina, je-li její výška nad společnou hladinou  $h_2 = 15$  cm?

$$[\rho = 1800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}]$$

3. Hustota ledu je  $917 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , hustota mořské vody je  $1030 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Kolik procent objemu ledovce je vynořeno nad volnou hladinou?

$$[\text{cca } 11 \text{ \%}]$$

4. Určete hustotu  $\rho_1$  neznámého tělesa, které při vážení na vzduchu mělo hmotnost  $m_1 = 12$  g a v kapalině o hustotě  $\rho = 800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  mělo hmotnost  $m_2 = 8$  g.

$$[2400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}]$$

5. Hustoměr ze skleněné trubičky má stály plošný obsah  $S = 50 \text{ mm}^2$ . Trubička o hmotnosti  $m_1 = 20$  g je na spodním konci zatížena olověnými broky o hmotnosti  $m_2 = 5$  g. Jak hluboko se tento hustoměr potopí ve vodě, jejíž hustota je  $\rho = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ?

$$[h = 50 \text{ cm}]$$

6. Průřezy válců hydraulického lisu jsou  $S_1 = 12 \text{ cm}^2$  a  $S_2 = 108 \text{ cm}^2$ . Jakou tlakovou silou působí kapalina na větší píst, působí-li na menší píst silou  $F_1 = 100$  N? O kolik se posune velký píst, působí-li síla  $F_1$  na malý píst po dráze  $12,6$  cm? Porovnejte práci vykonanou malým pístem a práci vykonanou velkým pístem.

$$[F_2 = 900 \text{ N}, W_1 = W_2, s_2 = 1,4 \text{ cm}]$$

7. V hloubce  $h = 5$  m pod hladinou byla vypuštěna korková kulička o hustotě  $\rho = 250 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Jak velkou rychlostí vyplave na povrch? Jak vysoko vyskočí nad povrch vody?

$$[v = 17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}, h = 15 \text{ m}]$$



## 8. Hydrodynamika a aerodynamika

1. Vodní vývěva je připojena k vodovodnímu potrubí, kde je přetlak  $\Delta p = 2$  kPa. Průřez potrubí je  $S_1 = 0,5$  cm<sup>2</sup> a trubicí proteče 1 litr za minutu. Jaký může být maximální průřez sací trubice ve vývěvě, aby ještě nasávala vnější vzduch?

$$[S_2 = 8,3 \text{ mm}]$$

2. Rozdíl celkového a statického tlaku proudícího vzduchu je roven hydrostatickému tlaku sloupce vody o výšce  $h = 8$  cm. Vypočítejte rychlost proudícího vzduchu, je-li jeho hustota při teplotě 20 °C rovna  $\rho = 1,2$  kg·m<sup>-3</sup>.

$$[v = 36,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

3. Jakou rychlostí tryská kapalina z nádoby v hloubce 20 a 80 cm pod volnou hladinou? Jaký objem kapaliny vyteče dohromady oběma otvory za jednu minutu, má-li každý otvor průřez 0,5 cm<sup>2</sup>? Výška volné hladiny je stálá.

$$[V = 0,018 \text{ m}^3]$$

4. V přehradě je výtokový otvor v hloubce  $h = 20$  m pod hladinou. Určete tlak  $p$  u uzavřeného výtokového otvoru, je-li atmosférický tlak  $p_a = 10^5$  Pa. Určete i rychlost, kterou by proudila voda z výtokového otvoru, kdyby se všechna potenciální energie vody přeměnila na kinetickou.

$$[p = 300 \text{ kPa}, v = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

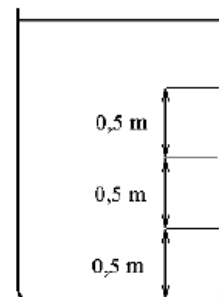
5. Z hadice postřikovače, jehož tryska má plošný obsah  $S = 7$  cm<sup>2</sup>, stříká voda pod úhlem  $\alpha = 30^\circ$  do výšky  $h_1 = 4,9$  m. Voda je čerpána z rybníka, jehož hladina je o  $\Delta h = 6,4$  m níže než čerpadlo. Vypočítejte příkon motoru, je-li účinnost čerpadla  $\eta = 70$  %.

$$[P_0 = 5,28 \text{ kW}]$$

6. Jak velkou rychlostí proudí voda vodorovnou trubicí o průřezu  $S_1 = 15$  cm<sup>2</sup>, jestliže se v zúženém místě o průřezu  $S_2 = 5$  cm<sup>2</sup> sníží tlak o hodnotu  $\Delta p = 5$  kPa?

$$[v_2 = 3,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}, v_1 = 1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

7. Z nádoby na obrázku vytéká voda třemi otvory. Vypočítejte objem vody vyteklé za jednu minutu, udržuje-li se volná hladina stále ve stejné výšce  $h = 2$  m. Plošný obsah každého otvoru je  $S = 0,5$  cm<sup>2</sup>,  $g = 10$  m·s<sup>-2</sup>.



$$[V = 0,039 \text{ m}^3]$$

## 9. Práce, výkon, energie

1. Automobil o hmotnosti  $1,15\text{ t}$  se rozjížděl z klidu se stálým zrychlením, přičemž dosáhl při maximálním výkonu výkonu motoru  $50\text{ kW}$  maximální rychlosti  $65\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Během pohybu působila stálá odporová síla  $400\text{ N}$ .

- Určete velikost stálého zrychlení, se kterým se automobil pohyboval
- Určete velikost dráhy, kterou automobil během zrychlování urazil
- Určete mechanickou práci, kterou motor automobilu během zrychlování vykonal
- Určete hmotnost spáleného benzínu, pokud motor přeměňuje teplo získané spálením paliva na mech. práci s účinností  $32\%$  a výhřevnost benzínu je  $46,4\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

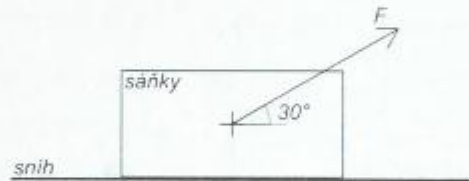
$$[a = 2,06\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}; s = 79,12\text{ m}; F = 219,1\text{ kJ}; m = 14,5\text{ g}]$$

2. Za jak dlouhou dobu zvedne jeřáb, jehož motor má příkon  $9\text{ kW}$ , břemeno hmotnosti  $12000\text{ kg}$  do výše  $9\text{ m}$ , je-li účinnost stroje  $65,4\%$ ?

$$[t = 180\text{ s}]$$

3. Člověk táhne po vodorovné cestě sánky s nákladem o hmotnosti  $60\text{ kg}$  silou o velikosti  $75\text{ N}$ , odkloněnou o  $30^\circ$  od roviny, ve které se pohybují saně, po dráze  $30\text{ m}$ . Součinitel smykového tření mezi skluznicí a sněhem je  $0,1$ . Určete:

- Výslednici všech sil, které na saně působí
- Velikost zrychlení sáněk
- Rychlost sáněk na konci uvedené dráhy
- Mechanickou práci, kterou vykoná člověk v tahu



$$[F_v = 8,7\text{ N}; a = 0,145\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}; v = 2,95\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}; W = 1948,5\text{ J}]$$

4. Jak hlubok do dřevěné desky byl vražen hřebík, jestliže na něj dopadlo kladivo o hmotnosti  $m = 400\text{ g}$ , které se pohybovalo rychlostí  $v = 5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Průměrná odporová síla dřeva desky je  $250\text{ N}$ .

$$[2\text{ cm}]$$

5. Motocykl o výkonu  $5\text{ kW}$  a celkové hmotnosti  $m = 250\text{ kg}$  jede do kopce se stoupáním  $12\%$ . Jakou maximální rychlost může motocykl vyvinout?

$$[v_{\text{max}} = 17\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

6. Automobil o hmotnosti  $m = 1500\text{ kg}$  se pohybuje po přímé trajektorii délky  $l = 100\text{ m}$  se stálým zrychlením  $a = 0,8\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Jeho počáteční rychlost měla velikost  $v_0 = 15\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Určete:

- Výslednou sílu, která způsobuje pohyb
- práci, kterou vykoná síla  $F$
- Výslednou kinetickou energii a výslednou rychlost
- Přírůstek energie automobilu

$$[F = 1,2\text{ kN}; W = 120\text{ kJ}; E_k = 0,289\text{ MJ}; v = 19,6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}; \Delta E_k = 120\text{ kJ}]$$

## 10. Mechanika tuhého tělesa

1. Určete velikost úhlové rychlosti  $\omega$  a velikost oběžné rychlosti  $v$  sedačky kolotoče, pohybující se rovnoměrným pohybem po kružnici o poloměru  $r = 3,5$  m, je-li doba oběhu  $T = 0,2$  min. Určete velikost dostředivé síly, která způsobuje pohyb člověka po kružnici. Hmotnost je  $m = 70$  kg.

$$v = 2\pi r / T = 0,52 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad F_d = m \cdot \omega^2 r = 66,75 \text{ N}$$

$$[\omega = 0,52 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}, v = 1,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, F = 65 \text{ N}]$$

2. Při poklesu otáček z  $n_1 = 20 \text{ s}^{-1}$  na  $n_2 = 12 \text{ s}^{-1}$  dodal setrvačnick energii 360 000 J. Určete jeho moment setrvačnosti.

$$[J = 71 \text{ kg} \cdot \text{m}^2]$$

3. Vypočítejte frekvenci otáčení kotouče, jehož moment setrvačnosti je  $0,03 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ . Kotouč byl roztočen provazem o délce 80 cm a na provaz působila síla 30 N.

$$[f = \sqrt{\frac{Fs}{2\pi^2 J}}]$$

4. Válec o hmotnosti  $m$  a poloměru  $r$  na nakloněné rovině s úhlem sklonu  $\alpha$  má potenciální energii vzhledem k vodorovné rovině. Válec se valí bez smýkání. Určete zrychlení jeho těžiště.

[řešení]

5. Letící kulka byla vystřelena rychlostí  $385 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Zároveň se díky vrtání v hlavní otáčí rychlostí 40 radiánů za vteřinu. O jaký úhel se otočí, než zasáhne cíl vzdálený 120 m?

[řešení]

6. Jaký nejmenší moment setrvačnosti má setrvačnick, který na vodorovné silnici o délce 3 km pohání autobus o hmotnosti 5 t? Součinitel tření  $f = 0,03$ . Setrvačnick se roztáčí na frekvenci  $n = 50 \text{ s}^{-1}$ .

$$J = \frac{W}{(\pi n)^2}$$

$$W = F_{tr} \cdot s$$

$$[J = 90 \text{ kg} \cdot \text{m}^2]$$

## 11. Mechanické kmitání

1. Mechanický oscilátor je tvořen pružinou, na níž je zavěšena miska se závažím. Perioda oscilátoru je 0,5 s. Přidáním dalšího závaží se perioda zvýší na 0,6 s. Určete o kolik cm se pružina přidáním závaží prodloužila.

$$[\Delta l = 2,7 \text{ cm}]$$

2. Pružina byla zatížena tělesem o hmotnosti  $m = 0,5 \text{ kg}$ . V rovnovážné poloze je prodloužena o  $u = 4 \text{ cm}$ . Těleso kmitá s amplitudou výchylky  $y_m = 2 \text{ cm}$ . Vypočtete periodu  $T$ , frekvenci  $f$  a celkovou mechanickou energii  $E$ .

$$[T = 0,4 \text{ s}, f = 2,5 \text{ s}, E = 0,025 \text{ J}]$$

3. Kyvadlo je tvořeno vláknem délky  $l = 2 \text{ m}$ , na němž je zavěšena kulička. Kyvadlo vychýlíme z rovnovážné polohy a necháme jej volně kmitat za předpokladu, že je kmitání harmonické. Určete periodu kmitání kyvadla.

$$[T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}]$$

4. Těleso kmitá harmonicky s amplitudou výchylky  $y_m = 2 \text{ cm}$  a jeho celková energie je  $E = 3 \cdot 10^{-7} \text{ J}$ . Určete okamžitou výchylku  $y$ , při níž na těleso působí síla  $F = 2,25 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ .

$$[y = 1,5 \text{ cm}]$$

## 12. Mechanické vlnění, akustika

1. Interferencí postupného a odraženého vlnění vzniká v Kundtově trubici vlnění stojaté, přičemž vzdálenost dvou sousedních uzlů je 7 cm. Jestliže víte, že vlnění má frekvenci 2,54 kHz, určete rychlost zvuku ve vzduchu.

$$[v = 343 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

2. Rovinná vlna se šíří ve vodě rychlostí  $1450 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a dopadá na ocelovou desku pod úhlem  $30^\circ$ . V oceli se vlnění šíří rychlostí  $5000 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Určete směr šíření vlny po dopadu na rozhraní mezi ocelí a deskou a úhel, při kterém nastane úplný odraz.

$$[\text{nastane odraz, úhel je } 16^\circ 52']$$

3. Jakou rychlostí se pohyboval závodní motocykl, jestliže poměr frekvence blížícího se motocyklu a kmitočtu vzdalujícího se motocyklu byl pro stojícího pozorovatele 5:4?

$$[v = 37,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

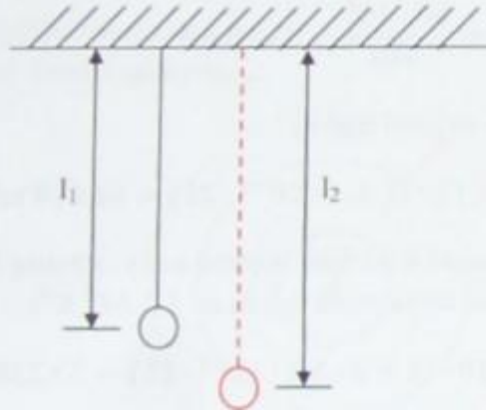
### 13. Základní poznatky molekulárně-kinetické teorie látek

1. Jaké teplo je potřeba (za normálního tlaku) k přeměně 3 kg ledu o teplotě  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  na páru o teplotě  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?  
[9,1 MJ]
2. Do vody o objemu 0,82 l a teplotě  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$  byl vložen kalený předmět z oceli o hmotnosti 326 g a teplotě  $1325\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Jaká bude teplota vody a kaleného předmětu na nastolení rovnovážného stavu?  
[74,8  $^{\circ}\text{C}$ ]
3. V jakém stavu se bude nacházet soustava, pokud smísíme vodu o teplotě  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  a led o stejné hmotnosti a teplotě  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Roztaje všechny led? Pokud ano, jaká bude teplota výsledné směsi  
[Ano, teplota směsi bude cca  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ]
4. V kalorimetru s vodou o hmotnosti  $m_1 = 0,49\text{ kg}$  a o teplotě  $t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  byla zkapalněna sytá vodní pára o hmotnosti  $m_2 = 0,01\text{ kg}$  a teplotě  $t_2 = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Voda v kalorimetru se ohřála o teplotu  $\Delta t = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vypočítejte měrné skupenské teplo kondenzační vodní páry při teplotě  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tepelnou kapacitu kalorimetru zanedbáme.  
[ $l_v = 2,26 \cdot 10^6\text{ J.kg}^{-1}$ ]
5. Zamrzlé vodovodní potrubí bylo rozmrazováno indukovaným elektrickým proudem pomocí transformátoru. Jaké teplo je potřeba k tomu, aby roztál led o hmotnosti 5,4 kg, jehož počáteční teplota byla  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Měrná tepelná kapacita ledu je  $2093\text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . Vypočítejte i dodanou elektrickou energii, pracuje-li rozmrazovací zařízení s účinností 57%.  
[ $Q = 1,97\text{ MJ}$ ,  $E = 3,46\text{ MJ}$ ]
6. Kalorimetr o tepelné kapacitě  $163\text{ J.K}^{-1}$  obsahuje 250 g oleje o teplotě  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Do oleje v kalorimetru vložíme měděné závaží o teplotě  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hmotnosti 500 g a měrné tepelné kapacitě  $380\text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . Po ustálení má vše teplotu  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Urči měrnou tepelnou kapacitu oleje.  
[ $1773\text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ]
7. Jakou nejmenší rychlost musí mít olověná střela ( $m = 12\text{ g}$ ), aby se při nárazu na ocelovou desku roztavila? Teplota střely při dopadu je  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , teplota tání olova je  $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ , měrné skupenské teplo tání olova je  $22,6\text{ kJ.kg}^{-1}$ , měrná tepelná kapacita olova je  $0,129\text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . Předpokládejme, že ocelová deska nepřijímá žádné teplo.  
[ $v = 350\text{ m.s}^{-1}$ ]

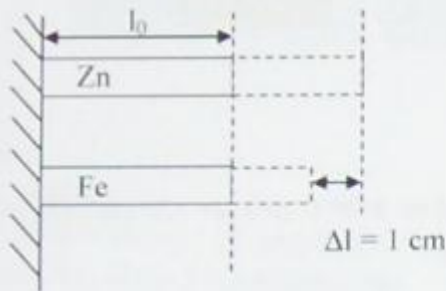
## 14. Struktura a vlastnosti pevného skupenství látek

Jak se změní poloměr železné obruče, která má při teplotě  $480^\circ\text{C}$  průměr  $120\text{ cm}$ ? Obruč se ochladí na teplotu  $20^\circ\text{C}$ .

Na tenkém ocelovém vlákně kmitá kulička s dobou kmitu  $2\text{ s}$  při teplotě  $20^\circ\text{C}$ . Jak se změní doba kmitu, jestliže se kyvadlo ohřeje na  $80^\circ\text{C}$ ?



Dvě tyče, železná ( $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ ) a zinková ( $\alpha = 2,9 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ ), mají při teplotě  $\theta^\circ\text{C}$  stejnou délku. Zvýšíme-li jejich teplotu o  $100^\circ\text{C}$ , je rozdíl délek  $1\text{ cm}$ . Jaké délky tyčí při teplotě  $\theta^\circ\text{C}$  vyhovují této podmínce?



Jakou hustotu má rtuť při teplotě  $100^\circ\text{C}$ , známe-li  $\alpha = 1,8 \cdot 10^{-4}\text{ K}^{-1}$  a hustotu při  $18^\circ\text{C}$   $13\,551\text{ kg/m}^3$ ?

Cisternový vagón, vyrobený ze železa, je až po otvor naplněný naftou ( $\rho = 940\text{ kg/m}^3$ ,  $\beta = 1 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$ ). Při teplotě  $\theta^\circ\text{C}$  se do vagónu vejde  $50\text{ t}$  nafty. Kolik nafty vyteče po cestě z vagónu, pokud se během cesty teplota zvýší na  $25^\circ\text{C}$ ?

O kolik se prodlouží hliníkový drát o průřezu  $5\text{ mm}^2$ , kterým prochází po dobu jedné minuty el. proud s výkonem  $24\text{ W}$  (tepelné ztráty zanedbejte).

## 15. Struktura a vlastnosti kapalin

1. Kapilára má průměr  $r = 0,1$  mm. Jak vysoko vystoupí v kapiláře benzen, je-li jeho teplota  $t = 18$  °C, hustota  $\rho = 870$  kg·m<sup>-3</sup> a povrchové napětí  $\sigma = 29,1$  mN·m<sup>-1</sup>? Jak se změní výška hladiny, použijeme-li kapiláru dvojnásobného průměru? Jak se změní výška hladiny, pokud by byl pokus prováděn na Měsíci, kde je tíhové zrychlení 6× menší? Jak se změní výsledek pokusu, bude-li prováděn v beztížném stavu? Jak se změní délka sloupce v kapiláře, když ji nakloníme pod úhlem  $\alpha = 30^\circ$  vzhledem k volné hladině?

[6,8 cm, 3,4 cm, 41 cm]

2. Jaký tlak má vzduch v bublině o poloměru  $r = 1$  μm v hloubce  $h = 5$  m pod hladinou, je-li atmosférický tlak  $p_a = 1\,000$  hPa? Povrchové napětí vody ve styku se vzduchem  $\sigma = 73$  mN·m<sup>-1</sup> a hustota vody  $10^3$  kg·m<sup>-3</sup>. [ $p = p_k - (p_a + p_h) = 86$  kPa]

3. Určete kapilární tlak uvnitř kulové mýdlové bubliny o průměru  $d = 2$  cm. Povrchové napětí roztoku mýdla ve vodě ve styku se vzduchem je  $\sigma = 40$  mN·m<sup>-1</sup>.

[+16 Pa]

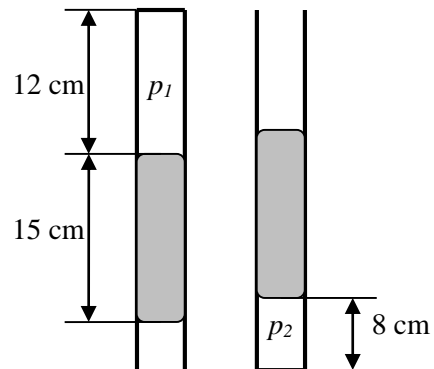


## 16. Struktura a vlastnosti plynů

1. Ideální plyn v nádobě o vnitřním objemu  $V = 2,5 \text{ l}$  má teplotu  $t = -13 \text{ °C}$ . Jaký je jeho tlak, je-li v plynu  $10^{24}$  molekul?

[1,4 MPa]

2. Ve trubici, jejíž jeden konec je uzavřen, je rtuť o hustotě  $\rho = 13,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Určete atmosférický tlak  $p_a$  podle dvou poloh trubice. Předpokládáme, že je teplota vzduchu uzavřeného sloupcem rtuti v obou polohách stejná. Tíhové zrychlení  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .



[101,25 kPa]

3. Dusík uzavřený v nádobě má při teplotě  $t_1 = 0 \text{ °C}$  objem  $V_1 = 5,2 \text{ l}$ . Určete jeho objem  $V_2$  při teplotě  $t_2 = 100 \text{ °C}$  za předpokladu, že tlak  $p$  je konstantní. Závisí řešení úlohy na druhu plynu?

[ $V_2 = 6,83 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ]

4. Určete v litrech objem oxidu uhličitého o hmotnosti  $m = 1,0 \text{ g}$  při teplotě  $t = 21 \text{ °C}$  při tlaku  $p = 1,0 \text{ kPa}$ .

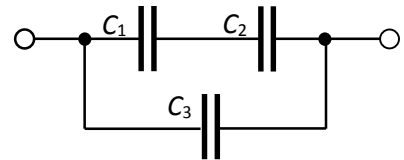
[ $V = 0,028 \text{ m}^3 = 28 \text{ l}$ ]

## 17. Elektrostatika

1. Dielektrikum mezi dvěma deskami kondenzátoru se skládá ze dvou vrstev. První z nich tvoří vzduch o tloušťce  $d_1 = 0,4$  mm a druhou plexisklo o tloušťce  $d_2 = 2$  mm. Určete kapacitu kondenzátoru, je-li plošný obsah jeho desky  $S = 2$  dm<sup>2</sup>.

$$[C = 221 \text{ pF}]$$

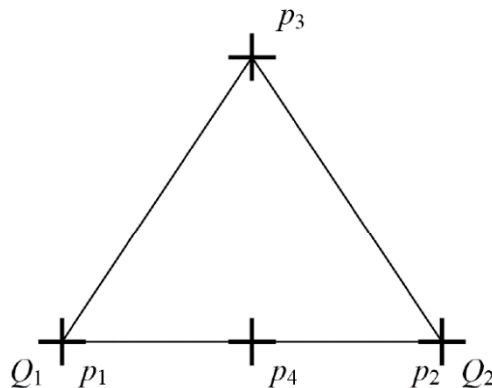
2. Celková kapacita spojených kondenzátorů je  $10,4$   $\mu\text{F}$ . Když se probije kondenzátor  $C_1$ , bude výsledná kapacita  $14$   $\mu\text{F}$ . Kdyby se však místo  $C_1$  probil  $C_2$ , bude výsledná kapacita  $12$   $\mu\text{F}$ . Určete kapacity všech tří kondenzátorů.



$$[C_1 = 4 \mu\text{F}, C_2 = 6 \mu\text{F}, C_3 = 8 \mu\text{F}]$$

3. Ve vrcholech  $p_1, p_2$  rovnostranného trojúhelníka o straně  $a = 100$  mm jsou umístěny pevné bodové náboje  $Q_1 = 7,3 \cdot 10^{-7}$  C,  $Q_2 = -Q_1$ . Určete:

- intenzitu elektrického pole v bodě  $p_2$  od náboje  $Q_1$ ,
- síly, které působí na náboje  $Q_1, Q_2$ ,
- intenzitu výsledného elektrického pole vytvořeného dvojicí nábojů  $Q_1, Q_2$ .



$$[E = 6,56 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}, F = 0,46 \text{ N}, E_3 = 6,56 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}, E_4 = 5,25 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}]$$

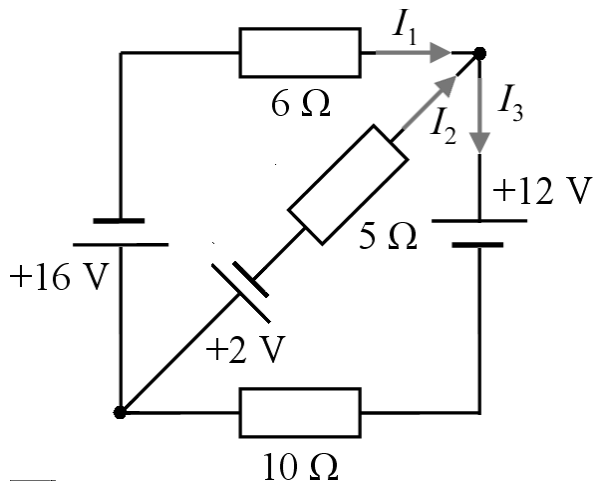
4. Jakou kapacitu má deskový kondenzátor s účinnou plochou desek  $S = 200$  cm<sup>2</sup> se slídovým dielektrikem o relativní permitivitě  $\epsilon_r = 6$  při vzdálenosti desek a)  $d_1 = 0,1$  mm, b)  $d_2 = 3$  mm?

$$[C_1 = 10,6 \text{ nF}, C_2 = 350 \text{ pF}]$$

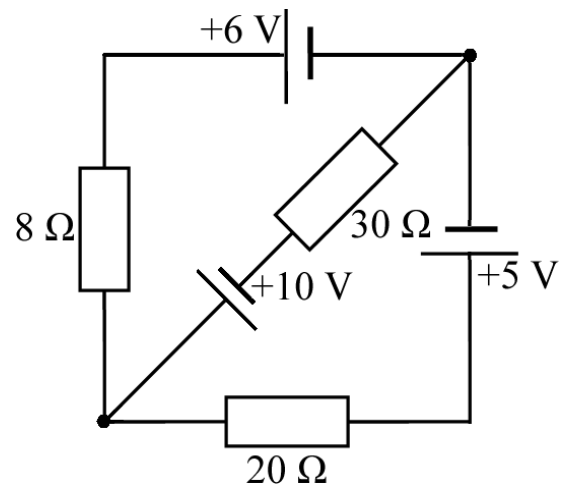
## 18. Elektrický proud ve vodičích a polovodičích

1. Sestavte rovnice z prvního a druhého Kirchhoffova zákona a vyřešte je pro proudy  $I_1$ ,  $I_2$  a  $I_3$  pro obvod na obrázku 1.

2. Sestavte rovnice z prvního a druhého Kirchhoffova zákona a vyřešte je pro proudy  $I_1$ ,  $I_2$  a  $I_3$  pro obvod na obrázku 2.



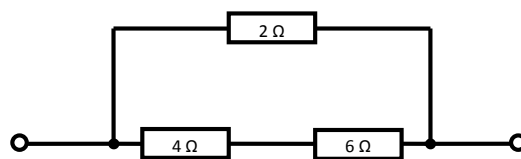
Obrázek 1



Obrázek 2

3. Akumulátor dodává proud  $I$  do dvou paralelně zapojených spotřebičů. V první větvi s odporem  $R_1 = 24 \Omega$  prochází proud  $I_1 = 0,5 \text{ A}$ , druhá větev má odpor  $R_2 = 30 \Omega$ . Jaká jsou napětí  $U_1$ ,  $U_2$ ? Jaký je proud v druhé větvi a celkový proud  $I$ ?

4. Tři vodiče jsou zapojeny podle schématu. Obvodem prochází proud  $1 \text{ A}$ . Vypočtete napětí a proud v každém vodiči.



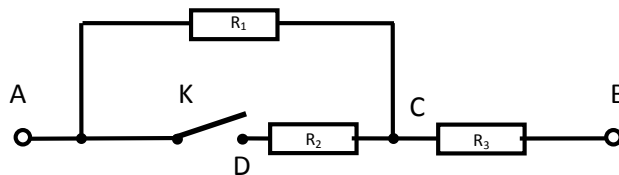
Úloha není u maturity, ale často se vyskytuje u přijímaček: Homogenní drát má elektrický odpor  $18 \Omega$ . Na kolik stejných částí je potřeba ho rozdělit, aby při paralelním spojení těchto částí byl výsledný odpor  $0,5 \Omega$ ?

## 19. Obvod stejnosměrného elektrického proudu

1. Po vyšroubování žárovky je mezi kontakty objímky motocyklového světlometu naměřeno napětí  $U_e = 13,6 \text{ V}$ . Po našroubování žárovky poklesne napětí na hodnotu  $U = 12,2 \text{ V}$ . Obvodem přitom prochází proud  $I = 5,8 \text{ A}$ . Jaký je odpor vedení bez žárovky?

2. Dva zdroje mají stejné elektromotorické napětí  $U_e = 4,5 \text{ V}$ , ale různé vnitřní odpory  $R_{i1} = 8 \Omega$ ,  $R_{i2} = 30 \Omega$ . Jsou zapojeny v sérii. Tato baterie je připojena v prvním případě k vnějšímu odporu  $R_{e1} = 7 \Omega$ , v druhém případě k vnějšímu odporu  $R_{e2} = 52 \Omega$ . Jaké je v těchto případech svorkové napětí baterie a jaká jsou svorková napětí jednotlivých zdrojů?

3. Vodiče o odporech  $R_1 = 4 \Omega$ ,  $R_2 = 6 \Omega$  a  $R_3 = 3 \Omega$  jsou spojeny podle schématu a v bodech A a B připojeny ke zdroji o svorkovém napětí  $U = 48 \text{ V}$  (plus pól k bodu A). Klíč K je sepnut. Určete celkový elektrický odpor soustavy, v proudy v jednotlivých větvích a potenciály v bodech A, B, C a D.



## 20. Elektrický proud v kapalinách a plynech

1. Vypočítejte hmotnost kyslíku a vodíku, která se při elektrolýze vyloučí z roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  proudem 1 A za 5 minut.
2. Roztokem  $\text{CuSO}_4$  protéká proud  $I = 1$  A. Kolik mědi se vyloučí na katodě za dobu  $t = 1$  s?
3. Při elektrolýze  $\text{ZnSO}_4$  se za čas  $t = 1$  s vyloučil zinek o hmotnosti  $m = 2,45$  g. Určete elektrický odpor roztoku v elektrolytické nádobě, jestliže napětí na elektrodách je 6 V.

## 21. Pojmy střídavého proudu

1. Pomocí fázorového diagramu odvoďte vztah pro impedanci paralelního RLC obvodu. Určete impedanci obvodu, jestliže kondenzátor má kapacitu  $C = 1 \mu\text{F}$ , rezistor odpor  $R = 3 \text{ k}\Omega$  a cívka indukčnost  $L = 1 \text{ mH}$ . Frekvence střídavého proudu je  $f = 50 \text{ Hz}$ .
2. Obvod RLC v sérii je tvořen rezistorem o odporu  $R = 200 \Omega$ , cívkou o indukčnosti  $L = 0,5 \text{ H}$  a kondenzátorem o kapacitě  $C = 4 \mu\text{F}$ . Obvodem prochází střídavý proud  $I = 0,5 \text{ A}$  o frekvenci  $f = 100 \text{ Hz}$ . Nekreslete názorový diagram a určete celkové napětí a fázový posun napětí a proudu.
3. Dokažte, že v trojfázové soustavě střídavého proudu zapojené do hvězdy je sdružené napětí větší než napětí fázové.
4. Transformátor chlazený olejem transformuje výkon  $P = 10 \text{ MW}$  s účinností  $\eta = 98 \%$ . Určete teplotu oleje na výstupu z transformátoru, je-li jeho vstupní teplota  $t_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Olej má hustotu  $\rho = 960 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  a měrnou tepelnou kapacitu  $c = 2,09 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . Objemový tok oleje pláštěm transformátoru je  $Q_V = 2,5$  litru za sekundu.

## 22. Elektromagnetismus

1. V homogenním magnetickém poli, jehož magnetická indukce má velikost  $B = 1 \text{ T}$ , se pohybuje proton po kruhové trajektorii o poloměru  $r = 0,4 \text{ m}$ . Určete jeho rychlost a energii.

$$[v = 3,8 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, E = 1,2 \cdot 10^{-12} \text{ J}]$$

2. Nad přímým vodorovným vodičem je ve vzdálenosti  $d = 4 \text{ cm}$  na dvou stejných pružinách zavěšen vodič délky  $l = 0,2 \text{ m}$ , kterým prochází proud  $I_2 = 1 \text{ A}$ . Jaký je proud  $I_1$  v pevném vodiči, jestliže se po jeho zapnutí rovnovážná poloha zavěšeného vodiče sníží o  $y = 0,6 \text{ mm}$ ? Tuhost pružin  $k_1 = k_2 = 0,4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ .

$$[I_1 = 41 \text{ A}]$$

3. Vodič o hmotnosti  $m = 3 \text{ g}$  a délce  $l = 0,1 \text{ m}$  je zavěšen na dvou vodivých vláknech. Prochází-li vodičem proud  $I = 1 \text{ A}$ , vychýlí se v homogenním magnetickém poli, jehož vektor magnetické indukce  $B$  má směr svislý vzhůru, ze své polohy o úhel  $\beta = 18^\circ$ . Určete velikost magnetické indukce.

$$\left[ B = \frac{m g \operatorname{tg} \beta}{I \cdot l} = 0,1 \text{ T} \right]$$

### 23. Paprsková optika

1. Předmět vysoký 2 cm stojí kolmo na optickou osu ve vzdálenosti 12 cm od vrcholu kulového zrcadla s poloměrem křivosti  $r = 16$  cm. Určete polohu a vlastnosti obrazu, je-li zrcadlo a) duté, b) vypuklé. Řešte početně i graficky.

2. Předmět vysoký 1 cm je umístěn před tenkou spojnou čočkou s ohniskovou vzdáleností  $f = 20$  cm ve vzdálenosti a) 40 cm, b) 30 cm, c) 15 cm. Určete ve všech případech polohu obrazu a jeho vlastnosti. Řešte početně i graficky.

3. Úlohu 24/2 vyřešte pro rozptylku o stejné ohniskové vzdálenosti.



## 24. Vlnová optika

1. Na mýdlovou bublinu dopadá kolmo paprsek bílého světla. Vypočtete tloušťku bubliny, jestliže maximum prvního řádu nastane pro zelenou barvu o vlnové délce  $\lambda = 0,55 \mu\text{m}$ . Index lomu mýdlové vody je  $n = 1,33$ .
2. Ploskovypuklá čočka o poloměru  $r_1$  a čočka ploskodutá o poloměru  $r_2$  jsou na sebe položeny zakřivenými plochami. Na tuto soustavu dopadá kolmo jednobarevné světlo vlnové délky  $\lambda$ . Odvoďte podmínky pro interferenční maximum a minimum v odraženém světle za podmínky  $r_1 < r_2$ .

## 25. Fotometrie a kvantová optika

1. Jaký je minimální počet registrovaných fotonů žlutého světla (550 nm) dopadajících na sítnici za 1 s, jestliže sítnice lidského oka je již citlivá na žluté světlo o výkonu  $1,7 \cdot 10^{-18}$  W? (5 fotonů)
2. Vlnová délka monofrekvenčního světla je 600 nm. Určete jeho frekvenci! ( $5 \cdot 10^{14}$  Hz)
3. Jaká je hodnota zářivého toku laserového paprsku, jestliže v impulsu trvajícím 1 ms uvolní energii 5 J? (5 kW)
4. Kolik fotonů slunečního záření minimálně dopadne za 1 s na plochu s obsahem  $1 \text{ m}^2$  umístěnou kolmo na směr slunečních paprsků, jestliže na tuto plochu dopadá sluneční zářivý tok 1370 W a minimum vyzařovaných slunečních paprsků připadá na vlnovou délku 480 nm? ( $3,31 \cdot 10^{21}$ )
5. Určete celkový světelný tok zdroje o svítivosti 15 cd! (188 lm)
6. Jaké je osvětlení vnitřní stěny duté koule o poloměru 4 m, je-li v jejím středu žárovka o svítivosti 160 cd? (10 lx)
7. Jaká je svítivost žárovky o příkonu 100 W, je-li celkový světelný tok 1260 lm? (100 cd)
8. Jaké je osvětlení stolu, nad nímž visí ve výšce 1,5 m opálová žárovka s celkovým světelným tokem 1130 lm? (40 lx)

## 26. Modely atomů, fyzika atomového obalu

3. Balmerova série atomu vodíku odpovídá přechodům ze stacionárních stavů s  $n' > 2$  do stavů s  $n = 2$ . Vypočítejte energie a vlnové délky fotonů čar Balmerovy série, které odpovídají přechodům  $3 \rightarrow 2$ ,  $4 \rightarrow 2$  a  $5 \rightarrow 2$ .

[1,79 eV a 660 nm, 2,54 eV a 485 nm, 2,84 eV a 437 nm]

1. Mezní vlnová délka pro zinek je  $\lambda_0 = 3,43 \cdot 10^{-7}$  m. Zinek byl ozáren rentgenovým zářením o kmitočtu  $f = 10^{17}$  Hz. Jakou rychlostí opouštěly elektrony jeho povrch?

[ $v = 12 \cdot 10^6$  m·s<sup>-1</sup>]

2. Jaká vlnová délka přísluší fotonu, jehož energie je  $E = 0,5$  MeV?

[ $\lambda = 2,48 \cdot 10^{-12}$  m]

3. Elektron získal v rentgenové trubici kinetickou energii  $E = 8 \cdot 10^{-17}$  J. Vypočtěte urychlovací napětí  $U$ , rychlost  $v$ , které elektron dosáhl před dopadem na antikatodu, a vlnovou délku rentgenového záření (předpokládáme, že je stejná jako energie dopadajících elektronů).

[ $U = 500$  V,  $v = 13 \cdot 10^6$  m·s<sup>-1</sup>,  $\lambda = 2,48 \cdot 10^{-9}$  m]

4. Mezní vlnová délka při fotoelektrickém jevu na platinové katodě je  $\lambda_0 = 198$  nm. Po ohřátí platinové katody na vysokou teplotu se mezní vlnová délka zvětšila  $\lambda_0' = 210$  nm. O kolik se změnila ohřátím výstupní práce  $W_0$ ?

[Výstupní práce klesne o  $5,7 \cdot 10^{-20}$  J nebo o 0,36 eV]

5. Na povrch niklu dopadá monofrekvenční záření o vlnové délce  $\lambda = 100$  nm. Mezní vlnová délka při fotoelektrickém jevu u niklu je  $\lambda_0 = 248$  nm. Vypočtěte:

- Energii  $E$  dopadajících fotonů
- Výstupní práci niklu  $W_0$
- Kinetickou energii  $E_k$  uvolněných fotonů.

[ $E = 12,4$  eV,  $W_0 = 5$  eV,  $E_k = 7,4$  eV]

## 27. Vlastnosti atomového jádra, jaderné reakce

1. V jednom gramu čistého radionuklidu  $^{226}\text{Ra}$  probíhá  $3,66 \cdot 10^{10}$  přeměn za sekundu. Určete energii uvolněnou v jednom gramu radia za a) jednu sekundu b) za rok, a to pouze přeměnou na radon.

$$[E_1 = 0,03 \text{ J}, E_2 = 0,9 \text{ MJ}]$$

2. Z radioizotopů jódu, které se používají v lékařství, má  $^{131}\text{I}$  poločas přeměny 8,05 dne,  $^{132}\text{I}$  jen 2,26 hodiny. Kolik procent původního počtu nepřeměněných jader zůstane ve vzorcích, které obsahoval jeden nebo druhý radionuklid, po uplynutí doby a) 8,05 dne, b) 2,26 hodiny, c) 22,6 hodiny?

$$[^{131}\text{I}: 50 \%, 99,2 \%, 92,2\%, ^{132}\text{I}: 1,9 \cdot 10^{-24} \%, 50\%, 0,1\%]$$

4. Při rozštěpení jednoho jádra  $^{235}\text{U}$  se uvolňuje přibližně 200 MeV. Určete energii, kterou lze získat úplným rozštěpením 1 kg  $^{235}\text{U}$  a množství černého uhlí o výhřevnosti 30 MJ/kg, které poskytne stejně velkou energii. (81,6 TJ,  $2,72 \cdot 10^9$  g)

11. Poločas přeměny radionuklidu  $^{14}\text{C}$  je 5730 r. Ve dřevě z archeologické vykopávky byla zjištěna koncentrace  $^{14}\text{C}$ , která je rovna 75 % koncentrace  $^{14}\text{C}$  v právě poražených současných stromech. Kolik roků je vykopávka stará? ( $2,38 \cdot 10^3$  r)

## 28. Detekce a urychlování částic

1. Vypočtete energii jednoho fotonu (keV) vzniklého při anihilaci pozitron-elektronového páru, jestliže hmotnost elektronu i pozitronu je  $9,11 \cdot 10^{-31}$  kg! (512 keV)
2. Největší urychlovač na světě LHC (Large Hadron Collider) umístěný v CERNu ve Švýcarsku, je zabudován do kruhového tunelu o obvodu 27 km. Urychlované částice stáčí supravodivé magnety o magnetické indukci 8 T. Určete rychlost, na kterou může tento urychlovač urychlit proton. Určete, kolikrát se zvýšila jeho hmotnost.
3. Kolik iontových párů vytvoří částice alfa pohybující se rychlostí  $15 \cdot 10^6$  m/s ve vzduchu, jestliže k vytvoření jednoho iontového páru je třeba energie 34 eV? (138000)

## 29. Základní principy speciální teorie relativity

1. Jak velká změna hmotnosti odpovídá změně energie rovné 1 kW.h? (40 mg)
2. Jakou rychlostí vzhledem k pozorovateli by se musela pohybovat tyč, aby její délka byla o 1% menší než vlastní klidová délka tyče? ( $42,3 \cdot 10^6$  m/s)
3. Relativistická hmotnost elektronu urychleného v urychlovači je 5x větší než hmotnost klidová. Jakou rychlostí se elektron pohybuje? ( $294 \cdot 10^6$  m/s)
4. Na kosmické lodi vzdalující se od Země konstantní rychlostí je umístěna ve směru pohybu tyč o vlastní délce 1 m. Jaká je délka této tyče pro pozorovatele na Zemi, jestliže se loď vzdaluje rychlostí  $0,1c$ ?

### 30. Základní poznatky astrofyziky

1. Jak daleko by musela být družice od povrchu Země, která by oběhla Zemí jednou za 2 hodiny. Při výpočtu bereme v úvahu vzdálenost Země – Měsíc  $384\,000\text{ km}$  a oběh Měsíce kolem Země  $27,3\text{ dne}$ .  
[1702 km]
2. Země obíhá kolem Slunce za 365,26 dní, při tom střední vzdálenost Země-Slunce je 149,6 mil. km, Venuše oběhne Slunce za 224,7 dnů. Určete střední vzdálenost Venuše-Slunce v km.  
[108,1.10<sup>6</sup> km]
3. Neptun obíhá kolem Slunce ve střední vzdálenosti 30 poloměru dráhy Země. Jaká je jeho oběžná doba?  
[164,3 r]
4. Trajektorie planety Apollo má délku hlavní poloosy  $a = 1,471\text{ AU}$  a číselnou výstřednost  $\varepsilon = 0,560$ 
  - a) Určete dobu oběhu a vzdálenost v periheliu a aféliu
  - b) Určete velikost vedlejší poloosy trajektorie planety a do společného obrázku v měřítku  $1\text{ AU} \cong 5\text{ cm}$  zakreslete trajektorii Země jako kružnici s o poloměru  $1\text{ AU}$  a trajektorii planety jako příslušnou elipsu[řešení]
5. Z rovnováhy setrvačných a přitažlivých sil působících na planetu Mars určete hmotnost Slunce. Obežná doba Marsu je  $1,9\text{ r}$ , vzdálenost od Slunce určete z 3. Keplerova zákona  
[řešení]
6. Ze Sluneční konstanty, jejíž hodnota je  $1367\text{ W.m}^{-2}$  určete zářivý výkon Slunce a vypočítejte, jakou hmotnost Slunce přemění na energii a vyzáří za jeden den.  
[řešení]

# Osnoy k teoretickým okruhům

## 1. Fyzikální veličiny a jednotky, soustava SI, měření

Fyzikální veličiny, jejich jednotky, měření ve fyzice, SI. Co je fyzikální veličina, co je operace měření, vysvětlit např. způsob měření délky (výběr měřidla, měření, zpracování dat), jednotky a veličiny SI, vyjádřit rozměr nějaké pěkné veličiny.

## 2. Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb

Mechanický pohyb, rovnoměrný pohyb, rovnoměrně zrychlený pohyb, volný pád, grafická znázornění (grafy  $v(t)$ ,  $s(t)$  pro oba druhy pohybů). Charakteristika jednotlivých pohybů a jejich porovnání, složené pohyby (příklady).

## 3. Pohybové zákony v mechanice, vztažné soustavy

Inerciální a neinerciální vztažné soustavy, Newtonovy zákony a jejich aplikace, zákon zachování hybnosti.

## 4. Gravitační a tíhové pole

Gravitační pole homogenní a radiální, Newtonův gravitační zákon, intenzita gravitačního pole a gravitační zrychlení. Tíhové pole, tíhové zrychlení, pohyby v tíhovém poli Země.

## 5. Druhy energie, její vzájemné přeměny a zákon jejího zachování

Druhy energie a její vzájemné přeměny. Vysvětlíte souvislost mezi prací a energií. Zákony zachování a přeměny energie pro děje mechanické, tepelné, elektromagnetické a jaderné.

## 6. Zákony zachování ve fyzice – hmotnosti, hybnosti, energie, náboje

Zákon zachování hmotnosti. Jeho aplikace v hydrodynamice. Zákon zachování hybnosti v mechanice. Zákon zachování energie v mechanice. Dokonale pružné a dokonale nepružné srážky. Zákon zachování energie. První hlavní věta termodynamiky. Perpetuum mobile I. druhu.

## 7. Hydrostatika a aerostatika

Ideální kapalina a ideální plyn. Jevy a zákony typické pro kapaliny a plyny v klidu. Hydrostatický paradox.

## 8. Hydrodynamika a aerodynamika

Jevy a zákony typické pro kapaliny a plyny v pohybu. Zákony zachování pro ustálené proudění kapaliny. Porovnání proudění skutečné a ideální tekutiny.

## 9. Práce, výkon, energie

Práce, výkon, energie, zákon zachování mechanické energie. Definice veličin (práce ve fyzikálním smyslu), souvislost mezi prací a energií. Objasněte ZZME na příkladu volného pádu tělesa.



## **10. Mechanika tuhého tělesa**

Mechanika tuhého tělesa. Porovnání posuvného a otáčivého pohybu. Skládání dvou sil, které působí v jednom i v různých bodech tělesa. Rovnovážné polohy tuhého tělesa. Moment setrvačnosti tuhého tělesa., Steinerova věta. Momentová věta – odvození.

## **11. Mechanické kmitání**

Veličiny a rovnice popisující kmitavý pohyb, časový a fázorový diagram. Složené kmitání. Síla způsobující kmitavý pohyb. Vlastní a nucené kmity oscilátoru.

## **12. Mechanické vlnění, akustika**

Druhy mechanického vlnění, rovnice postupné vlny. Interference, odraz a ohyb vlnění. Zvuk a jeho vlastnosti.

## **13. Základní poznatky molekulárně-kinetické teorie látek**

Základní poznatky molekulárně-kinetické teorie látek. Modely struktury látek různých skupenství. Rovnovážný stav, rovnovážný děj. Teplota a tlak plynu z hlediska molekulové fyziky.

## **14. Struktura a vlastnosti pevného skupenství látek**

Struktura a vlastnosti pevných látek. Základní pojmy – krystalická, amorfní mřížka, izotropie, anizotropie, krystalická mřížka, elementární buňka. Vazby v krystalové mřížce, krychlová soustava. deformace tuhého tělesa, druhy deformace, Hookeův zákon, křivka deformace. teplotní délková roztažnost.

## **15. Struktura a vlastnosti kapalin**

Struktura a vlastnosti kapalin. Kapaliny z hlediska molekulárně-kinetické teorie látek. Povrchová vrstva, povrchová energie, povrchové napětí. Povrch kapaliny soustavy voda-sklo, sklo-rtuť. Tlak pod zakřiveným povrchem, kapilarita, měření povrchového napětí. Objemová roztažnost kapalin.

## **16. Struktura a vlastnosti plynů**

Struktura a vlastnosti plynů. Vysvětlíte vlastnosti plynných látek v závislosti na jejich vnitřní struktuře. Ideální plyn, stavová rovnice pro ideální plyn. Děje s ideálním plynem.

## **17. Elektrostatika**

Elektrický náboj. Síla mezi dvěma náboji, intenzita a potenciál elektrického pole, elektrické napětí. Kondenzátory, kapacita jako fyzikální veličina. Spojování kondenzátoru, energie elektrického pole kondenzátoru.

## **18. Elektrický proud ve vodičích a polovodičích**

Elektrický proud ve vodičích a polovodičích. Pásová teorie vodivosti pro kovy, polovodiče a nekovy. Pohyblivost elektronů. Základní pojmy pro elektrický proud – zdroj, rezistor, napětí, proud, Ohmův zákon. Vodivost vlastní, příměsová. Diodový jev, charakteristika polovodičové diody, využití. Tranzistorový jev, tranzistor v zapojení se společným editorem.

## **19. Obvod stejnosměrného elektrického proudu**

Obvod stejnosměrného elektrického proudu. Pojmy – intenzita, potenciál, napětí. Vodič a izolant v elektrickém poli. Vznik stejnosměrného elektrického proudu. definice proudu, jednotka. elektrické zdroje. Ohmův zákon. Průběh napětí a proudu v obvodu.

## **20. Elektrický proud v kapalinách a plynech**

Elektrický proud v kapalinách a plynech. Mechanismus disociace. základní pojmy elektrolýzy. Elektrolýza  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ . Faradayovy zákony pro elektrolýzu. Galvanické články, akumulátor, použití. Výboje v plynech za normálního a sníženého tlaku. Katodové záření, termoemise, CRT obrazovka.

## **21. Pojmy střídavého proudu**

Pojmy střídavého proudu. Vznik střídavého proudu. Časový rozvoj – amplituda, okamžitá hodnota, fáze, úhlová frekvence. Efektivní hodnoty. Práce a výkon střídavého proudu. trojfázový proud, vlastnosti.

## **22. Elektromagnetismus**

Vzájemné působení látky a pole elektrického nebo magnetického. Vodič v elektrickém poli – indukce náboje, důsledky. Izolant v elektrickém poli – polarizace dielektrika. Vodič v magnetickém poli. Magnetická hystereze. Elektromagnetické pole a vodič nebo nevodič.

Elektromagnetická indukce. Indukční tok. Vzájemná magnetická indukce. Odvození Faradayova zákona pro EM indukci. Lenzův zákon. Foucaultovy vířivé proudy. vlastní indukce.

## **23. Paprsková optika**

Optické zobrazování. Optická soustava, zobrazení odrazem na rovinné ploše (rovinné zrcadlo). Zobrazení na dutém, vypuklém zrcadle, zobrazovací rovnice. Zobrazení spojkou, rozptylkou, zobrazovací rovnice. Optické soustavy (oko, lupa, dalekohled, mikroskop).

## **24. Vlnová optika**

Vlnové vlastnosti světla. Zdroje koherentního světla, interference (obecné podmínky pro minimum a maximum), interference na překážkách.

## **25. Fotometrie a kvantová optika**

Přehled elektromagnetického záření. Radiometrické a fotometrické veličiny, specifika vnímání lidského oka. Spektrum dokonale černého tělesa, kvantová hypotéza. Energie fotonu.

## **26. Modely atomů, fyzika atomového obalu**

Modely atomů – elektronový obal. Pojem: model atomu. Hlavní zákonitosti a vlastnosti modelů: Thomsonův, Rutherfordův, Bohrovův planetární model, vlnově-mechanický model, orbitalový model. Atom vodíku, vysvětlení čárového spektra vodíku.

## **27. Vlastnosti atomového jádra, jaderné reakce**

Vlastnosti atomového jádra, jaderné reakce. Přehled mikročástic, základní pojmy a složení jádra. Jaderné síly, modely atomového jádra. Základní zákony jaderných reakcí. Štěpení uranu, transurany. Umělá radioaktivita. Vazebná energie jádra a její uvolnění.

## **28. Detekce a urychlování částic**

Detekce a urychlování částic, vlastnosti fundamentálních částic. Cyklotron, lineární urychlovač, urychlování částice v homogenním elektrickém poli, kruhová dráha v magnetickém poli. GM počítač, Wilsonova komora, bublinková komora. Kvarky, antičástice, anihilace hmoty.

## **29. Základní principy speciální teorie relativity**

Základní principy STR. Historický vývoj (teorie éteru, Michelsonův interferometr, dva Einsteinovy postuláty, jejich důsledky – Lorentzova transformace). Odvození Lorentzova faktoru. Vysvětlení kontrakce délek, dilatace času, relativnosti současnosti, rel. skládání rychlostí. Relativistická dynamika – rel. hmotnost, hybnost, souvislost hmotnosti a energie.

## **30. Základní poznatky astrofyziky**

Základní poznatky ASF. Vzdálenost, hmotnost, zářivý výkon, spektrum hvězdy. Zdroje energie ve hvězdách, stavové digramy hvězd (HR diagram), vývoj hvězdy a závěrečná stádia života hvězd. Vznik naší planetární soustavy, základní údaje o struktuře vesmíru. vývoj vesmíru – reliktní záření.