

Sbírka úloh k procvičování fyziky

GYMNÁZIUM JAROSLAVA VRCHLICKÉHO KLATOVY

Sbírka je určena studentům 1. až 4. ročníku gymnázií.

Obsah

I. Převody jednotek a soustava SI

1. Převody jednotek
2. Soustava SI

II. Mechanika

1. Kinematika
2. Dynamika přímočarého pohybu
3. Dynamika křivočarého pohybu
4. Mechanická práce, energie, výkon, účinnost
5. Gravitační pole, pohyby v homogenním tíhovém poli a v centrálním gravitačním poli, Keplerovy zákony
6. Mechanika tuhého tělesa
7. Mechanika kapalin a plynů

III. Termika

1. Základní pojmy
2. Vnitřní energie, práce, teplo
3. Struktura a vlastnosti plynů
4. Práce plynu, kruhový děj
5. Struktura a vlastnosti pevných látek
6. Struktura a vlastnosti kapalin
7. Změny skupenství látek

IV. Mechanické kmitání a vlnění

1. Mechanické kmitání
2. Mechanické vlnění a akustika

V. Elektřina a magnetismus

1. Elektrický náboj a elektrické pole
2. Vznik elektrického proudu, elektrický proud v kovech
3. Elektrický proud v polovodičích, elektrolytech a plynech
4. Stacionární magnetické pole
5. Nestacionární magnetické pole
6. Střídavý proud a proud v energetice
7. Elektromagnetické kmitání a vlnění

VI. Optika

1. Základní pojmy
2. Zobrazování optickými soustavami
3. Vlnová optika
4. Elektromagnetické záření a jeho energie

VII. Fyzika mikrosvěta

1. Struktura mikrosvěta, pohyb v mikrosvětě
2. Atomová fyzika
3. Jaderná fyzika a fyzika částic

VIII. Astrofyzika

IX. Speciální teorie relativity

X. Řešení

XI. Přílohy

- A) Základní jednotky SI, násobné a dílčí jednotky
- B) Důležité fyzikální konstanty
- C) Některé důležité vztahy a vzorce
- D) Některé vlastnosti vybraných prvků
- E) Vztahy pro přibližné výpočty
- F) Doporučená literatura

I. Převody jednotek a soustava SI

I. 1. Převody jednotek

1. Seřadte podle velikosti tyto rychlosti: $v_1 = 2\,000\text{ pm/ns}$, $v_2 = 0,000\,000\,108\text{ km/h}$, $v_3 = 35\text{ nm/ms}$, $v_4 = 4,106\text{ m/s}$, $v_5 = 2,5 \cdot 10^{-3}\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $v_6 = 0,000\,035\text{ }\mu\text{m}\cdot\text{ps}^{-1}$, $v_7 = 150\text{ mm/ms}$, $v_8 = 600\,000\,000\text{ cm/min}$. Jaký je rozdíl mezi největší a nejmenší z uvedených rychlostí v m/s a km/h?
2. Seřadte podle velikosti tyto hustoty: $\rho_1 = 1,5\text{ g/cm}^3$, $\rho_2 = 1400\text{ kg/m}^3$, $\rho_3 = 1,4\text{ mg/mm}^3$, $\rho_4 = 200\text{ pg}/\mu\text{m}^3$, $\rho_5 = 0,000\,000\,000\,000\,0002\text{ t/nm}^3$, $\rho_6 = 2,71 \cdot 10^{12}\text{ g}\cdot\text{km}^{-3}$.
3. Kvádr má hrany o velikostech 1500 nm, 0,000 002 km, 0,3 mm a hustotu $2\,000\text{ kg/m}^3$, krychle má hustotu $0,5\text{ g/cm}^3$. Hmotnost krychle je o 200 mg větší než hmotnost kvádru. Vypočítejte délku hrany krychle.
4. První pole má výměru 25 000 arů, druhé pole 230 ha, třetí pole je obdélník o stranách 50 m a 400 m. Vypočítejte rozdíly mezi jednotlivými výměrami v m^2 , v arech a v hektarech.

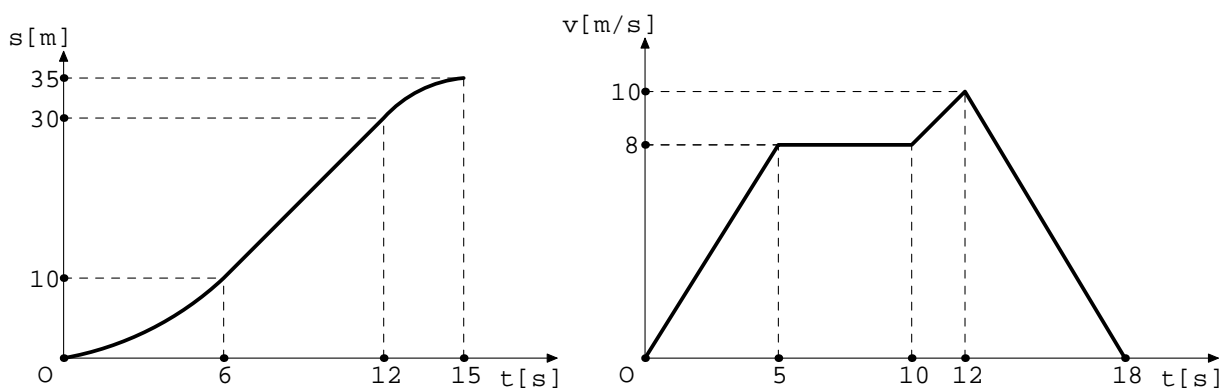
I. 2. Soustava SI

1. Které základní jednotky SI znáte?
2. Jak jsou rozděleny jednotky v SI a jak podle ČSN?
3. Zařadte uvedené jednotky v rámci SI: m, N, mm, C, kg, m^2 , l, GW, h.
4. Zařadte uvedené jednotky v rámci ČSN: s, cm, C, l, $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, t, MW, km.
5. Převedte na jednotky uvedené v závorce: 2 000 mm (m, km), 540 000 mg (kg, g, t), 12 cm/min (m/s, km/h), $2\,600\text{ mg}\cdot\text{mm}^{-3}$ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$), 0,000 000 82 MW (mW, W), 0,000 031 t (mg, kg), 25 000 pF (F, mF).
6. Seřadte podle velikosti (od nejmenší hodnoty)
 - a) $v_1 = 15\text{ m/s}$, $v_2 = 55\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $v_3 = 1,4 \cdot 10^7\text{ nm}\cdot\text{ms}^{-1}$.
 - b) $r_1 = 4700\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, $r_2 = 4,3\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $r_3 = 470\text{ mg/nm}^3$
7. Kvádr má rozměry $a = 2000\text{ pm}$, $b = 0,3\text{ mm}$, $c = 10^{-5}\text{ km}$. Vypočítejte jeho objem v mm^3 , m^3 a v km^3 . Určete hmotnost kvádru v ng, g, t, je-li jeho hustota $\rho = 2,7\text{ g/cm}^3$.
8. Hmotný bod urazil dráhu $2 \cdot 10^{11}\text{ nm}$ za 5 min. Za jak dlouho urazí dráhu 380 000 km? Určete jeho rychlost v m/s, km/h, nm/ms.

II. Mechanika

II. 1. Kinematika

1. Objasněte pojmy těleso a hmotný bod (HB). Čím se zabývá kinematika?
2. Jsou pohyb a klid hmotného bodu absolutní? Jak je udána poloha HB? Záleží polohový vektor HB na volbě vztažného systému? Definujte pojem trajektorie HB.
3. Definujte okamžitou rychlost a okamžité zrychlení HB užitím polohového vektoru.
4. Charakterizujte pohyb rovnoměrný přímočarý a pohyb přímočarý rovnoměrně zrychlený. Jak vyjádříme rychlost, respektive zrychlení užitím těchto charakteristik? Jak definujeme průměrnou rychlost?
5. Zapište vzorce pro dráhu a rychlost uvedených pohybů, načrtněte odpovídající grafy.
6. Turista vyjde rychlostí 7,2 km/h na túru. O 40 minut později se na stejnou trasu vydá cyklista na horském kole a dostihne turistu po 0,50 h jízdy. Určete rychlost cyklisty a vzdálenost, ve které se setkají.
7. Ze stanice A vyjel osobní vlak směrem do stanice B rychlostí 54 km/h po dvojkolejné trati. O čtvrt hodiny později vyjel z B do A nákladní vlak rychlostí 12 m.s⁻¹ a po půl hodině potkal osobní vlak. Jaká je vzdálenost stanic A a B?
8. Motocyklista jel 20 minut po polní cestě rychlostí 8,0 m.s⁻¹, dalších 6,0 km po silnici urazil za $\frac{1}{9}$ h. Vypočítejte v_p .
9. Automobil se rozjížděl z klidu rovnoměrně zrychleným pohybem a za dobu 5,0 s získal rychlost 54 km.h⁻¹. Touto rychlostí se pohyboval 15 s. Pak rovnoměrně zabrzdil na dráze 100 m. Vypočítejte zrychlení při rozjíždění a zrychlení při brždění, dále vypočítejte dráhu v prvním a druhém úseku. Určete průměrnou rychlost celého pohybu. Načrtněte grafy závislosti dráhy a závislosti rychlosti na čase pro uvedený pohyb. Významné body grafu okótuje.
10. Popište pohyby odpovídající uvedeným grafům (obr. 1), vypočítejte všechny veličiny, které z uvedených údajů lze vypočítat.



Obrázek 1.

11. Charakterizujte rovnoměrný pohyb hmotného bodu po kružnici pomocí pojmů úhel a časový interval. Jak je definována velikost úhlové rychlosti? Ve které přímce leží vektor $\vec{\omega}$? Jak určíme jeho orientaci? Objasněte pojmy perioda a frekvence pohybu. Jaký je mezi nimi vztah?

12. Napište všechny vztahy mezi veličinami $s, v, t, r, f, T, \omega, \varphi, a_d$ pro rovnoměrný pohyb hmotného bodu po kružnici, které znáte.
13. Jaké dostředivé zrychlení má hmotný bod na obvodu brusného kotouče o poloměru 10 cm, který se rovnoměrně otáčí s frekvencí 20 Hz? Vypočítejte také úhlovou rychlost a periodu.
14. Kuželové kyvadlo je od svislého směru vychýleno o úhel 45° . Jakou rychlostí se pohybuje, je-li poloměr jeho dráhy 20 cm?
15. Na klidné vodě dosahuje člun rychlosti $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Rychlost proudu v řece je všude $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Jaký úhel musí osa člunu svírat se břehem, aby člun nebyl snášen proudem? Jakou rychlostí se člun přibližuje k druhému břehu?

II. 2. Dynamika přímočarého pohybu

1. Automobil o hmotnosti 1 200 kg má zmenšit rychlost z $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ za dobu 2 s. Jakou sílu musí vyvinout brzdná soustava? Jaký musí být součinitel smykového tření?
2. Cyklista o hmotnosti 60 kg šlape silou 300 N. S jakým zrychlením se rozjíždí, jsou-li odporové síly zanedbatelné? Jaký musí být součinitel smykového tření, aby zadní kolo nepodkluzovalo, jsou-li obě kola zatížena stejně?
3. Motocykl o hmotnosti 300 kg je poháněn silou 900 N. Jaké rychlosti dosáhne na dráze 100 m?
4. Kvádr o hmotnosti 50 kg se pohybuje se zrychlením $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Jakou je tažen silou, je-li součinitel smykového tření 0,5?
5. Těleso o hmotnosti 20 kg je spouštěno přes kladku a bržděno silou 100 N. S jakým zrychlením klesá? Jakou silou je napínáno lano, když zrychlení zmenšíme na $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$?
6. Vagón o hmotnosti 16 t se pohybuje rychlostí $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, vagón o hmotnosti 24 t rychlostí $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Při srážce se automaticky spojí. Jakou budou mít rychlost po srážce, pohybovaly-li se před srážkou a) proti sobě, b) ve stejném směru?
7. Přes kladku jsou zavěšena závaží o hmotnostech 400 g a 300 g. Vypočítejte zrychlení soustavy a sílu, kterou je napínána niť. Hmotnost kladky, niti a tření zanedbejte.
8. Těleso o hmotnosti 1 kg je po vodorovné podložce taženo přes kladku zavěšeným závažím tak, že má zrychlení $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, $f = 0,2$. Vypočítejte hmotnost závaží a sílu, kterou je napínán závěs.
9. Na nakloněné rovině ($\alpha = 60^\circ$, $f = 0,3$) je kvádr. S jakým zrychlením klouže po nakloněné rovině? Při jakém největším sklonu roviny by byl kvádr v klidu?
10. V kabině výtahu pohybujícího se se zrychlením $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ je na siloměru zavěšeno závaží o hmotnosti 2 kg. Jakou sílu může siloměr ukázat? V jakých případech se tak stane?

II. 3. Dynamika křivočarého pohybu

1. Napište 5 vzorců pro výpočet dostředivé síly.
2. Kdy z hlediska dynamiky koná hmotný bod rovnoměrný pohyb po kružnici?
3. Těleso o hmotnosti 500 g se pohybuje rovnoměrně po kružnici o poloměru 4 m rychlostí $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Vypočítejte dostředivou sílu.

4. Kulička o hmotnosti 200 g upevněná provázkem dlouhým 50 cm obíhá 10 krát za sekundu stálou rychlostí v beztížném stavu. Jakou silou je napínán provázek?
5. Kulička z předchozí úlohy změnila rychlost tak, že napíná provázek silou 4 N. Jak dlouho trvá jeden oběh?
6. Jakou maximální rychlostí může projíždět automobil vodorovnou zatáčku o poloměru 100 m beze smyku, je-li součinitel smykového tření 0,5?
7. Cyklista projíždí vodorovnou zatáčkou o poloměru 20 m. Je přitom nakloněn o úhel 30° od svislého směru. Jaká je rychlost cyklisty? Jaký musí být součinitel smykového tření mezi pneumatikou a vozovkou?
8. Lyžař o hmotnosti 60 kg projíždí prohlubní kulového tvaru o poloměru 5 m rychlostí $54 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Jakou tlakovou silou působí na dno prohlubně? Jakou silou by působil na vrchol hrbolu za stejných podmínek?
9. Vypočítejte odstředivou sílu, která působí na závaží o hmotnosti 1 kg na rovníku. Počítejte $T = 24 \text{ h}$, $R_Z = 6\,378 \text{ km}$.
10. Jakou největší konstantní úhlovou rychlostí může ve svislé rovině v zemském tíhovém poli obíhat kulička o hmotnosti 100 g upevněná jako kyvadlo nití s pevností v tahu 3 N dlouhou 50 cm?

II. 4. Mechanická práce, energie, výkon, účinnost

1. Definuj mechanickou práci. Napiš dva vzorce pro výpočet práce.
2. Vyjádři jednotku J pomocí základních jednotek.
3. Definuj kinetickou energii a potenciální tíhovou energii. Napiš vzorce pro jejich výpočet. Mezi které veličiny patří energie?
4. Definuj výkon, napiš dva vzorce pro jeho výpočet.
5. Vyjádři jednotku W pomocí základních jednotek.
6. Jakou práci vykonáme, vytáhneme-li bednu o hmotnosti 30 kg po nakloněné rovině se sklonem 20° a součinitelem $f = 0,25$ rovnoměrným pohybem do výšky 2,0 m?
7. Automobil o hmotnosti 1 200 kg jede rychlostí $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ po přímé vodorovné silnici. Jakou práci vykoná brzdná soustava, sníží-li automobil na dráze 100 m rychlost na $54 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$? Vypočítejte průměrný výkon brzd. Jaká je průměrná brzdná síla?
8. Sáňky táhneme silou 100 N za provázek, který svírá s vodorovnou dráhou úhel 40° . Jakou práci vykonáme na dráze 50 m?
9. S jakou účinností pracujeme v úloze 6?
10. Motocykl jede rychlostí $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Výkon motoru je 15 kW. Jak velké odporové síly působí? Jakou rychlostí pojedou do svahu se sklonem 7° , nezmění-li se výkon motoru ani odporové síly? Hmotnost motocyklu je 150 kg.
11. Ocelovou kuličku vrhneme svisle vzhůru rychlostí $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V jaké výšce bude mít kulička stejnou kinetickou i potenciální tíhovou energii?
12. Malý kvádr byl puštěn po nakloněné rovině se sklonem 60° z výšky 1 m. Součinitel smykového tření je 0,30. Jakou rychlostí opustí kvádr nakloněnou rovinu?

13. Elektromotor s příkonem 500 W pohání výtah. Do jaké výšky může dopravit náklad o hmotnosti 200 kg při účinnosti 70 % za dobu 60 s?

II. 5. Gravitační pole, pohyby v homogenním tíhovém poli a v centrálním gravitačním poli, Keplerovy zákony

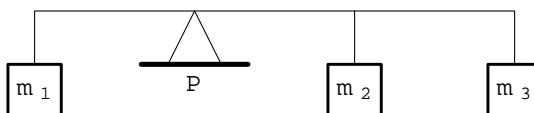
Pro výpočty používejte tyto přibližné hodnoty: $M_Z = 6 \cdot 10^{24}$ kg, $g = 10$ m.s⁻², $R_Z = 6400$ km.

1. Formulujte slovně a zapište rovnici Newtonův gravitační zákon, formulujte Keplerovy zákony.
2. Vysvětlete rozdíl mezi gravitačním a tíhovým polem, mezi gravitační a tíhovou silou, mezi gravitačním a tíhovým zrychlením. Výklad doplňte náčrtkem.
3. Vysvětlete pojmy intenzita gravitačního pole, tíha, kruhová rychlost, eliptická rychlost, úniková rychlost, provodi, plošná rychlost, elipsa, ohnisko, balistická křivka.
4. V jaké výšce nad zemským povrchem (kolik R_Z) je gravitační zrychlení třikrát menší než na povrchu Země?
5. Jakou silou se přitahují dvě koule o hmotnostech 20 kg a 50 kg, jejichž středy mají vzdálenost 40 cm?
6. Kámen volně puštěný do studny padal 1,5 s. V jaké hloubce je hladina vody?
7. Jakou rychlost musíme kamenu z předchozí úlohy udělit, aby dopadl již za 0,5 s?
8. Letadlo letí ve výšce 200 m rychlostí 240 km.h⁻¹. V jaké vzdálenosti před táborem polárníků musí shodit balík se zásobami, aby dopadl do tábora? Jakou rychlostí balík dopadne?
9. Voda ze zahradnické hadice umístěné ve výšce 1,0 m nad zemí tryská vodorovně a dopadá do vzdálenosti 3 m. Jaká je počáteční rychlost proudu? Jak dlouho trvá pohyb každé molekuly vody?
10. Fotbalista vykopne ze země míč o hmotnosti 300 g pod elevačním úhlem 30°. Jakou musí udělit míči rychlost, aby dopadl do vzdálenosti 20 m? Jaká bude výška vrhu? Jakou práci při vykopnutí míče fotbalista vykoná?
11. V jaké vzdálenosti od Slunce (kolik AU) by se musela pohybovat družice, která by měla oběžnou dobu 4 roky? Jaká by byla její kruhová rychlost?
12. Umělá družice Země obíhá po kruhové dráze rychlostí 4,5 km.s⁻¹. Vypočítejte výšku družice nad Zemí a její oběžnou dobu. Jak velká gravitační síla působí na družici, je-li hmotnost družice 15 t?
13. Jakou rychlost a oběžnou dobu by měla družice z předchozí úlohy, kdyby obíhala ve výšce 600 km nad povrchem Země?
14. Určete výšku a rychlost při oběžné době 2,5 h. (viz předchozí úlohy)
15. Jak z výšky a oběžné doby družice vypočítáme hmotnost Země? Proveďte obecné řešení.

II. 6. Mechanika tuhého tělesa

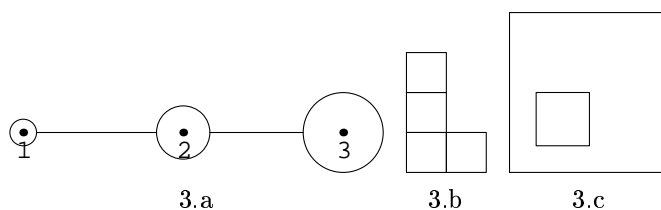
1. Charakterizujte pevné těleso. Charakterizujte tuhé těleso. Který z uvedených pojmů je reálný, který abstraktní? Jaký účinek může mít síla na pevné těleso a jaký na tuhé těleso?

- Charakterizujte posuvný pohyb tělesa, charakterizujte otáčivý pohyb tělesa.
- Jak vypočítáme moment síly? Načrtněte.
- Jaké znáte rovnovážné polohy tuhého tělesa? Uveďte příklady. Uveďte podmínky rovnováhy pro tuhé těleso.
- Homogenní tyč (obr. 2) délky 3 m o hmotnosti 3 kg je v $\frac{1}{3}$ podepřena (bod P). Na koncích a ve $\frac{2}{3}$ tyče jsou závaží. Napište rovnici pro rovnováhu. Vypočítejte hmotnost m_1 , je-li $m_2 = 2$ kg, $m_3 = 0,5$ kg.



Obrázek 2.

- Jakou práci vykonáme při převracení kvádrů o hranách 20 cm, 30 cm, 50 cm a hustotě $3\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$? Řešte pro různé polohy daného kvádrů.
- Válec opustil nakloněnou rovinu rychlostí $3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Z jaké výšky h_1 se valil? V jaké výšce h_2 měl rychlost poloviční? Předpokládejte, že se válec valí bez podkluzování a odporové síly proti pohybu jsou zanedbatelné.
- Koule o poloměru 5 cm a hustotě $0,8\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ se valí po vodorovné rovině rychlostí $0,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Působením valivého odporu se zastaví ve vzdálenosti 8 m. Vypočítejte rameno valivého odporu pro tento případ.
- Kladivo široké 5 cm o hmotnosti 1 kg je na násadě dlouhé 30 cm o hmotnosti 100 g. Jak daleko od prázdného konce násady je těžiště?
- Tenkostěnný sud vysoký 90 cm je do $\frac{1}{3}$ naplněn pískem o hustotě $\rho_1 = 3000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Zbytek je zaplněn vodou o hustotě $\rho_2 = 1000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Určete výšku těžiště.
- Tři kuličky o hmotnostech 100 g, 200 g a 300 g jsou spojeny tenkým drátem (obr. 3.a). Vzdálenosti středů kuliček jsou 60 cm. Vypočítejte vzdálenost těžiště soustavy od středu nejmenší kuličky.



Obrázek 3.

- Písmeno L (obr. 3.b) je vyřezáno z tenké homogenní desky, délka hrany malého čtverečku je 6 cm. Najděte polohu těžiště.
- Určete polohu těžiště homogenní čtvercové desky o hraně 12 cm se čtvercovým otvorem o hraně 4 cm (obr. 3.c). Vzdálenost mezi hranami čtverců je 2 cm.
- Řešte obměny uvedených úloh.

II. 7. Mechanika kapalin a plynů

1. Stručně a výstižně charakterizujte pojmy: hydrostatický tlak, barometrický tlak, vztlaková síla, proudnice, proudová trubice, proudové vlákno, ustálené proudění, tekutina, kapalina, ideální kapalina, ideální plyn, laminární proudění, turbulentní proudění, odporová síla.
2. Uveďte zákony nebo rovnice: Pascalov zákon, Archimédův zákon, rovnice kontinuity, Bernoulliho rovnice, Newtonův vzorec pro odporovou sílu, vzorec pro výtokovou rychlost.
3. Jaká tlaková síla působí na dno sudu o poloměru 30 cm, je-li sud naplněn do výšky 80 cm vodou o hustotě $1\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Jakou rychlostí by začala vytékat voda otvorem ve dně sudu?
4. Jaký je hydrostatický a jaký celkový tlak v hloubce 5 m pod vodní hladinou?
5. Hydraulický zvedák má poloměry pístů 0,5 cm a 5 cm. Jaké nejtěžší břemeno ($m = ?$) je možno zvedat silou 50 N?
6. Homogenní těleso plave tak, že $\frac{1}{4}$ jeho objemu vyčnívá nad vodní hladinou. Vypočítejte hustotu tělesa.
7. Zahradnická hadice má průřez 6 cm^2 a je zakončena tryskou o průřezu 1 cm^2 . Voda stříká vodorovně z výšky 1 m a dopadá do vzdálenosti 3 m. Jaká je rychlost vody v hadici? Kolik litrů vody se spotřebuje za půl hodiny?
8. Zavěsíme-li dané těleso ve vzduchu na siloměr, naměříme sílu 5 N. Je-li toto těleso ponořeno do vody, naměříme jenom 3 N. Jaká je hustota tělesa?
9. Jakou stálou rychlostí bude v homogenním tíhovém poli padat kapka vody o poloměru 1 mm, je-li hustota vzduchu $1,2\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a $C = 0,48$?
10. Řešte obměny všech uvedených úloh.

III. Termika

III. 1. Základní pojmy

1. Charakterizujte termodynamickou a statistickou metodu poznávání vlastností látek.
2. Které jsou základní předpoklady kinetické teorie látek?
3. Které jevy svědčí o existenci a pohybu molekul? Dva z nich vysvětlíte podrobně.
4. Jak se liší jednotlivá skupenství látek z hlediska forem vnitřní energie a vzdáleností a rozměrů molekul?
5. Určete hmotnost a počet molekul ve 3 mol NaNO_3 . Jaký objem připadá na jednu molekulu při hustotě $2\,261\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$?
6. Určete látkové množství, počet molekul a objem 200 g Al_2O_3 . Hustota je $3\,960\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.
7. Převed'te z Celsiovy na Kelvinovu teplotu: $t_1 = 25^\circ\text{C}$, $t_2 = -197,23^\circ\text{C}$.
8. Převed'te z Kelvinovy na Celsiovu teplotu: $T_1 = 297\text{ K}$, $T_2 = 25,14\text{ K}$.
9. Která teplota je vyšší a o kolik? $T_1 = 257\text{ K}$, $t_2 = -23^\circ\text{C}$.

III. 2. Vnitřní energie, práce, teplo

1. Definujte vnitřní energii, definujte teplo.
2. Jakými procesy lze vnitřní energii měnit?
3. Zapište rovnici a slovně vysvětlíte první termodynamický zákon; vysvětlíte i z hlediska energie.
4. Jaký je význam kalorimetrické rovnice?
5. Těleso ($c = 500\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) padá z výšky 10 m. O kolik se ohřeje, jestliže získá 70 % uvolněné energie? Z jaké výšky by mělo padat, aby se ohřálo o 2 K?
6. Olověná střela letící rychlostí $100\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ narazila na pancíř a zastavila se. Získala 80 % uvolněné energie. O kolik stupňů Celsia se ohřeje? Při jaké rychlosti by se ohřála o 50°C ?
7. Kolikrát musí dopadnout kladivo o hmotnosti 600 g z výšky 80 cm, aby se uvolnila vnitřní energie 400 J?
8. V kalorimetru o tepelné kapacitě $150\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ je 400 g vody o teplotě 10°C . Ponoříme do ní zavaží (400 g, $300\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, 90°C). Určete výslednou teplotu. Řešte obměny této úlohy.
9. Termodynamická soustava vykoná 2 kJ práce a její vnitřní energie se zmenší o 500 J. Jak je to možné?
10. Jakými způsoby může být přenášena vnitřní energie? U každého způsobu vysvětlíte jeden praktický příklad.

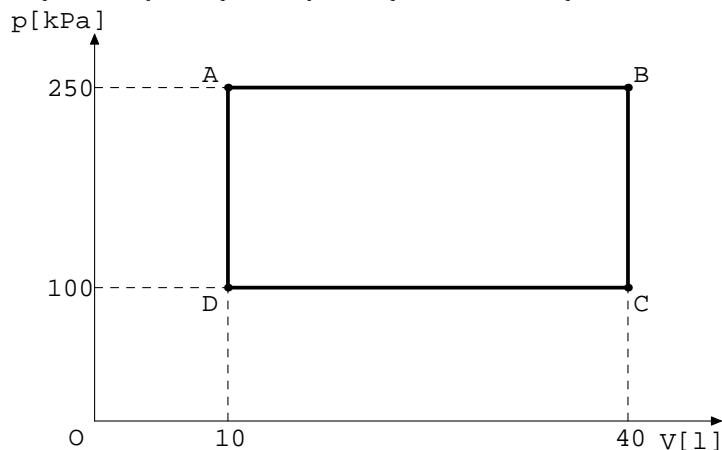
III. 3. Struktura a vlastnosti plynů

1. Uveďte definici ideálního plynu z hlediska molekulové fyziky.

- Napište rovnici udávající vztah mezi termodynamickou teplotou a střední kvadratickou rychlostí, základní rovnici pro tlak plynu. Uveďte vzorec pro střední kinetickou energii jedné molekuly ideálního plynu.
- Napište čtyři různé tvary stavové rovnice, dále zákony Boyleův a Mariottův, Charlesův, Gay-Lussacův, Poissonův.
- Kolik molekul O_2 je v nádobě o objemu 5,0 l při teplotě $25^\circ C$ a tlaku $3 \cdot 10^5 Pa$? Určete také hmotnost plynu a střední kvadratickou rychlost molekul.
- Hustota CO_2 v nádobě je $3,5 kg \cdot m^{-3}$. Určete tlak plynu při $v_k = 400 m \cdot s^{-1}$. Jaká je teplota plynu? Určete objem nádoby, je-li v ní $2 \cdot 10^{24}$ molekul.
- Určete objem O_2 z úlohy 4, zmenší-li se tlak na $0,5 \cdot 10^5 Pa$ a) izotermicky, b) adiabaticky, c) izochoricky. Znázorněte uvedené děje do pV a pT diagramů. Jak se změní vnitřní energie plynu v uvedených dějích?
- Vypočítejte vnitřní energii plynu z úlohy 5.

III. 4. Práce plynu, kruhový děj

- Jaká je nutná a postačující podmínka, aby plyn konal nebo přijímal práci?
- Jak poznáme velikost práce v pV diagramu? Jak počítáme práci při izobarickém ději?
- Který děj se nazývá kruhový? Jak jej poznáme v pV diagramu? Jak je v tomto diagramu znázorněna celková práce vykonaná (nebo přijatá) pracovní látkou během jednoho cyklu?
- Zapište vzorcem a vysvětlete slovně účinnost kruhového děje.
- Formulujte druhý termodynamický zákon. Co je to perpetuum mobile druhého druhu?
- Jaké znáte tepelné motory? Jak lze vypočítat jejich účinnost?
- Jakou práci vykoná plyn, jehož objem vzroste při stálém tlaku 1,2 MPa o 10 l? Znázorněte tento děj v pV diagramu, vyznačte vykonanou práci.
- Vodík o hmotnosti 6 kg a teplotě $15^\circ C$ byl izobaricky ohřát o $2,1^\circ C$. Jakou vykonal práci?
- Jakou práci vykoná plyn na obrázku 4 během jednoho cyklu? Při kterém ději koná práci plyn? Při kterém ději se práce nekoná? Při kterých dějích plyn teplo přijímá a při kterých jej odevzdává? Porovnejte teploty v bodech A až D. Jak se mění (kvalitativně) vnitřní energie v jednotlivých dějích? Vypočítejte účinnost děje na obrázku, je-li $\kappa = 1,4$.



Obrázek 4.

10. Teplota ohříváče je $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, teoretická účinnost tepelného motoru je 60% . Jaká je teplota chladiče? (Předpokládejte Carnotův cyklus.)

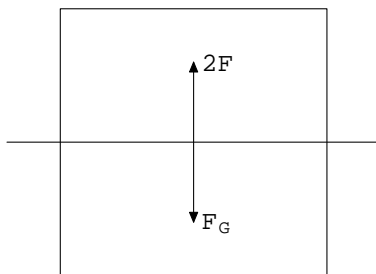
III. 5. Struktura a vlastnosti pevných látek

1. Uveďte dvě základní mechanické vlastnosti pevných látek.
2. Charakterizujte pevnou látku na základě velikosti a vzdálenosti molekul.
3. Porovnejte složky vnitřní energie u pevných látek.
4. Uveďte dva hlavní rozdíly mezi látkami krystalickými a amorfními.
5. Načrtněte tři typy elementárních buňek a určete, kolik atomů na ně připadá.
6. Odvoďte vzorec pro výpočet hustoty pro krystalické látky s elementárními buňkami z předchozí úlohy.
7. Co je to mřížková konstanta (mřížkový parametr)? Jaká je její typická velikost?
8. Odvoďte vzorec pro výpočet mřížkové konstanty pro krystalické látky s elementárními buňkami podle úlohy 5, znáte-li relativní atomovou hmotnost a hustotu látky.
9. Které bodové poruchy krystalové mřížky znáte? Uveďte jejich význam.
10. Vyjmenujte tři hlavní typy vazeb v krystalech, pokuste se je stručně charakterizovat.
11. Charakterizujte pojem deformace tělesa.
12. Uveďte pět typů deformace. Objasněte pojmy mez pružnosti, mez pevnosti, součinitel bezpečnosti.
13. Na drát o průměru 2 mm zanedbatelné hmotnosti zavěsíme závaží o hmotnosti 20 kg . Jaké je normálové napětí drátu?
14. Vypočítejte maximální výšku sloupu, je-li mez pevnosti v tlaku použitého materiálu 50 MPa . Hustota materiálu je $3\ 000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, $g = 9,8\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.
15. Drát konstantního kruhového průřezu dlouhý $4,0\text{ m}$ byl napínán silou 500 N a prodloužil se o $2,0\text{ cm}$. Modul pružnosti v tahu je 220 GPa . Jaký je poloměr drátu?
16. O kolik stupňů Celsia bychom museli ohřát drát z předchozí úlohy, aby jeho prodloužení bylo stejné (tj. také $2,0\text{ cm}$)? Součinitel teplotní délkové roztažnosti je $1,4 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$.
17. Uveďte dva příklady užití délkové nebo objemové teplotní roztažnosti pevných látek v praxi.

III. 6. Struktura a vlastnosti kapalin

1. Odhadněte poloměr sféry molekulového působení. Jakou silou působí ostatní molekuly na každou molekulu ležící v povrchové vrstvě?
2. Uveďte dvě možné definice povrchového napětí.

3. Ve svislém rámečku s pohyblivou příčkou délky 3,0 cm je vytvořena blána z mýdlového roztoku ($\sigma = 42 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$). Jaká je hmotnost příčky, aby nastala rovnováha ($g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)?



Obrázek 5.

4. Vypočítejte celkový tlak a přetlak v bublině z mýdlového roztoku o poloměru 2,0 cm. Atmosférický tlak je $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
5. Jaký je celkový tlak ve vzduchové bublince o poloměru 1,0 mm v hloubce 4,0 m pod vodní hladinou ($\sigma = 73 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$)?
6. Jak vysoko vystoupí voda v kapiláře o vnitřním poloměru 0,5 mm? Jaké povrchové napětí ve styku se vzduchem má kapalina o hustotě $700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, která v této kapiláře vystoupí do poloviční výše než voda?
7. Uveďte příklad kapilárních jevů z praxe.
8. Do jaké maximální výše pod okraj smí být naplněn železný sud vnitřního průměru 60,0 cm a výšky 80,0 cm petrolejem při teplotě 20° C , aby při teplotě 60° C nepřetekl?
Konstanty: $\alpha_{\text{Fe}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, $\beta_{\text{petrolej}} = 9,6 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.
9. Jak se mění hustota kapaliny s teplotou?
10. Který jev nazýváme anomálií vody?

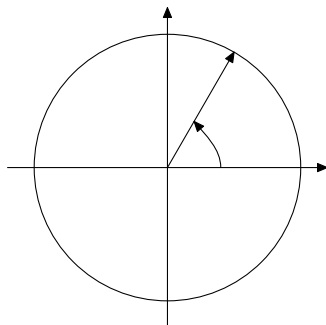
III. 7. Změny skupenství látek

1. Charakterizujte jednotlivá skupenství, vyjmenujte změny skupenství.
2. Vysvětlete pojmy skupenské teplo tání (tuhnutí), sublimace (desublimace), vypařování, varu, kondenzační. Jaký je význam měrných skupenských tepel? Na čem jsou závislá?
3. Porovnejte vypařování a var kapaliny.
4. Na čem závisí teplota varu? Co znamená normální teplota varu?
5. Vysvětlete pojmy sytá a přehřátá pára. Na čem závisí a na čem nezávisí tlak syté páry?
6. Porovnejte hustotu syté páry a kapaliny při kritické teplotě. Porovnejte i vnitřní energie. Jak veliké je l_v při této teplotě?
7. Načrtněte fázový diagram, vysvětlete význam jednotlivých křivek, bodů a polí. Zvolte dva libovolné body a vysvětlete, co se děje s látkou při přechodu od jednoho bodu k druhému.
8. Vysvětlete pojmy absolutní a relativní vlhkost vzduchu, rosný bod.
9. Jaké teplo je třeba dodat 2 kg ledu ($c_1 = 2,1 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) o teplotě -15° C , aby za normálního tlaku nejprve roztál a pak byl přeměněn na páru 100° C teplou ($l_t = 334 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, $l_{100} = 2,26 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$)?
10. Kolik ledu o teplotě -7° C je zapotřebí k ochlazení 3 kg vody ze 26° C na 6° C ?
11. Do 2,5 kg vody teplé 13° C dáme 1,5 kg ledu o teplotě -22° C . Jaký je výsledný stav směsi (zajímají nás teplota a hmotnost jednotlivých složek)?

IV. Mechanické kmitání a vlnění

IV. 1. Mechanické kmitání

1. Charakterizujte mechanické kmitání jako děj.
2. Napište rovnice pro okamžitou výchylku, rychlost a zrychlení hmotného bodu při harmonickém mechanickém kmitání.
3. Uveďte kinematickou i dynamickou charakteristiku harmonického kmitání hmotného bodu.
4. Pružinový oscilátor kmitá podle rovnice $y = 8 \sin(16\pi t - \frac{\pi}{6})$ cm. Pružina má tuhost $70 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. Vypočítejte hmotnost tělesa, celkovou energii oscilátoru, maximální zrychlení a rychlost tělesa. Nakreslete fázorový diagram a časový diagram uvedeného pohybu. Určete prodloužení pružiny v rovnovážné poloze.
5. Matematické kyvadlo kmitá s periodou 1,5 s. Napište rovnici tohoto kmitání, jestliže fázor na obrázku 6 svírá s osou x úhel 60° a má velikost 2,0 cm. Jakou energii má oscilátor? Jakou rychlostí prochází kyvadlo rovnovážnou polohou? Hmotnost kuličky je 30 g, $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Načrtněte též časový diagram.



Obrázek 6.

6. Harmonické kmitání je popsáno rovnicí $y = 25 \sin(10t - \frac{\pi}{4})$ mm. Sestrojte fázorový a časový diagram tohoto kmitání.
7. Objasněte pojem rezonance a rezonanční zesílení kmitů. Uveďte tři příklady rezonance z praxe.
8. Vysvětlete velmi stručně pojmy tlumené kmitání a nucené kmitání.
9. Matematické kyvadlo kmitá s frekvencí $\frac{2}{3}$ Hz a počáteční fází $\frac{\pi}{3}$. Maximální úhel výkmitu je $\alpha_m = 4$. Jakou energii má oscilátor? Jakou rychlostí prochází kyvadlo rovnovážnou polohou? Hmotnost kuličky je 30 g, $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Načrtněte fázorový a časový diagram.

IV. 2. Mechanické vlnění a akustika

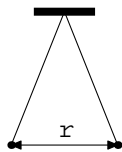
1. Charakterizujte mechanické vlnění jako děj a jako zvláštní případ pohybu. Uveďte dvoje možné dělení vlnění. Vysvětlete.
2. Vymezte oblast zvuku z hlediska frekvence a intenzity mechanického vlnění. Jaký je rozdíl mezi zvuky hudebními a hlukem? Vysvětlete pojmy absolutní a relativní výška tónu, barva tónu. Jak definujeme intenzitu a hladinu intenzity zvuku?
3. Napište rovnici postupného vlnění v řadě bodů, které má frekvenci 680 Hz, fázovou rychlost $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a amplitudu výchylky 30 mm. Jaký je rozdíl počátečních fází bodů vzdálených 25 cm?

4. Vlnění je popsáno rovnicí $y = 45 \sin 2\pi\left(\frac{t}{0,05} - \frac{x}{0,24}\right)$ mm. Určete všechny veličiny, které lze z této rovnice určit. Jaká je vzdálenost dvou bodů, které kmitají s fázovým rozdílem $\frac{\pi}{6}$? Jaký je fázový rozdíl mezi body vzdálenými 1,5 m?
5. Jakou základní frekvenci vydává struna dlouhá 60 cm, je-li rychlost zvuku ve struně $240 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$?
6. Kolikaslabičnou ozvěnu dostaneme při kolmém odrazu zvuku od překážky vzdálené 34 m, jestliže jedna slabika zní asi 0,1 s?
7. Tón a^1 má frekvenci 440 Hz. Určete frekvenci tónů o jednu a dvě oktávy vyšších.
8. Letadlo letí rychlostí $720 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. V jakém výškovém úhlu uvidí pozorovatel letadlo ve chvíli, kdy uslyší zvuk jeho motorů přímo nad hlavou? Rychlost zvuku počítejte $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
9. Ve skleněné trubici vytvoříme stojaté vlnění vzduchového sloupce pomocí reproduktoru vydávajícího harmonický tón o frekvenci 1 kHz. V jaké vzdálenosti se vytvoří uzly vlnění při rychlosti zvuku $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$? Jaká je vzdálenost mezi uzlem a nejbližší kmitnou?
10. Práh slyšení má intenzitu $10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Vypočítejte hladinu intenzity zvuku stejné frekvence, který má intenzitu $0,01 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Jakou intenzitu má zvuk stejné frekvence, jehož hladina intenzity je 50 dB?

V. Elektřina a magnetismus

V. 1. Elektrický náboj a elektrické pole

1. Charakterizujte náboj 1 C. Uveďte zákon zachování elektrického náboje. Jak bylo určeno, který náboj je kladný?
2. Napište slovně i rovnicí Coulombův zákon. Definujte slovně i rovnicí veličiny intenzita elektrického pole, elektrický potenciál, napětí mezi dvěma body elektrického pole, kapacita vodiče, kapacita kondenzátoru a plošná hustota náboje.
3. Pomocí základních jednotek vyjádřete jednotky C, V, F.
4. Stručně vysvětlete pojmy elektroskop, elementární náboj, vodič, izolant, dielektrikum, permitivita vakua, relativní permitivita, pole radiální, pole homogenní, siločára, ekvipotenciální plocha (hladina), elektrostatická indukce, polarizace dielektrika.
5. Dva bodové náboje $Q_1 = +2,0 \cdot 10^{-8}$ C a $Q_2 = -30$ nC jsou ve vakuu ve vzdálenosti 20 cm od sebe. Vypočítejte sílu, kterou na sebe vzájemně působí, doprovodte náčrtem. Dále vypočítejte intenzitu a potenciál v bodě S, který leží uprostřed mezi náboji. Na spojnici nábojů hledejte místo s nulovým potenciálem a místo s nulovou intenzitou elektrického pole. Řešte obměnu této úlohy pro $Q_2 = +30$ nC.
6. Dvě malé kuličky o hmotnostech 1,5 g zavěsíme z jednoho bodu na lehká vlákna délky 55 cm. Kuličky nabijeme stejným nábojem o velikosti 20 nC. Určete vzdálenost r středů kuliček (viz obrázek 7). Použijte přibližný vztah $\sin x = x$ pro malé x .



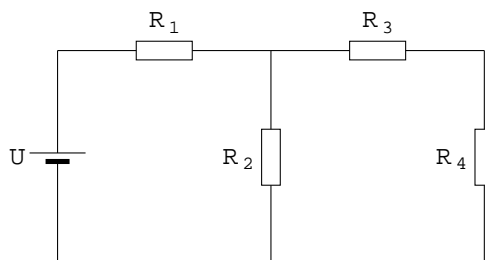
Obrázek 7.

7. Osamocenou vodivou kouli o poloměru $R = 6,5$ cm nabijeme na potenciál -1000 V. Vypočítejte a) kolik elektronů jsme na kouli přivedli, b) intenzitu elektrického pole při povrchu koule, c) plošnou hustotu náboje, d) intenzitu a potenciál ve vzdálenosti 13 cm od povrchu koule, e) kapacitu uvedené koule. Dále určete intenzitu a potenciál uvnitř koule. Znázorněte elektrické pole pomocí siločar a ekvipotenciálních ploch.
8. Dvě rovnoběžné vodivé desky umístěné ve vakuu vzdálené od sebe 1,5 cm jsou nabity na napětí 500 V. Určete a) sílu, která působí na proton umístěný mezi deskami, b) intenzitu elektrického pole mezi deskami, c) náboj na deskách, je-li jejich plocha 600 cm². Znázorněte pole mezi deskami pomocí siločar a hladin stejného potenciálu.
9. Dva kondenzátory o kapacitách 2 mF a 3 mF zapojíme jednou do série a podruhé paralelně ke zdroji napětí 100 V. Pro oba případy vypočítejte a) celkovou kapacitu, b) náboje a napětí na jednotlivých kondenzátorech, c) energii elektrického pole jednotlivých kondenzátorů.
10. Řešte obměny uvedených úloh.

V. 2. Vznik elektrického proudu, elektrický proud v kovech

1. Vysvětlete stručně dva významy pojmu elektrický proud. Jak je určen jeho směr?

- Vysvětlete pojmy svorkové napětí, elektromotorické napětí zdroje, galvanický článek, fotočlánek, termočlánek, Seebeckův jev, voltampérová charakteristika vodiče, elektrický odpor, elektrická vodivost, měrný elektrický odpor, teplotní součinitel elektrického odporu, zatěžovací charakteristika zdroje, zkrat. Kde je to možné, napište i příslušnou rovnici.
- Slovně i rovnicí uveďte Ohmův zákon pro kovový vodič i pro uzavřený obvod.
- Uveďte pravidla pro spojování rezistorů, doprovodte náčrtkem.
- Nakreslete schéma zapojení reostatu a potenciometru např. se žárovkou.
- Jak lze zvětšit rozsah ampérmetru nebo voltmetru?
- Uveďte Kirchhoffovy zákony pro řešení elektrických sítí.
- Jaký náboj projde průřezem vodiče za 10 minut při proudu 200 mA? Jakou práci přitom vykonají neelektrostatické síly, byl-li proud udržován zdrojem o elektromotorickém napětí 12,5 V?
- Rezistorem o odporu 150Ω prochází proud 500 mA. Určete napětí mezi konci vodiče. Jaká je vodivost rezistoru? Určete délku vodiče, je-li jeho průřez $2,5 \text{ mm}^2$ a $\rho_{20} = 0,15 \cdot 10^{-6} \Omega$. Jaký odpor bude mít vodič při teplotě 820°C , je-li $\alpha = 5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$?
- Na obrázku je schéma obvodu, ve kterém $I_2 = 300 \text{ mA}$, $I_3 = 200 \text{ mA}$, svorkové napětí zdroje je 50 V, $R_1 = 50 \Omega$, $R_2 = R_4$. Určete I_1 , celkový odpor R obvodu, napětí na jednotlivých rezistorech, výkon proudu ve vnější části obvodu, Jouleovo teplo v R_3 za 5 minut.



Obrázek 8.

- K ploché baterii ($U_e = 4,5 \text{ V}$, $R_i = 5 \Omega$) připojíme žárovku. Obvodem prochází proud 0,1 A. Vypočítejte napětí na žárovce, odpor vlákna a příkon žárovky.
- Jaký musí být příkon ohřívací spirály ve varné konvici, má-li být 1,5 l vody 20°C teplé uvedeno do varu za 6 minut. Účinnost ohřívání je 80%.

V. 3. Elektrický proud v polovodičích, elektrolytech a plynech

- Vysvětlete mechanismus vedení proudu v uvedených prostředích.
- Vysvětlete pojmy generace párů, rekombinace, vlastní a příměsová vodivost, donor, akceptor, majoritní nosič, směr propustný a závěrný, hradlová vrstva, průrazné napětí, Zenerovo napětí, elektrolyza, elektrolytická disociace, rozkladné napětí, elektrická dvojrstva, polarizační napětí, kapacita akumulátoru, nesamostatný a samostatný výboj, katodové doutnavé světlo, anodový sloupec, anion a kation, katodové a kanálové záření.
- Stručně charakterizujte součástky a zařízení: termistor, fotorezistor, polovodičová dioda, ionizátor, doutnavka, zářivka, obrazovka, akumulátor.
- Formulujte Faradayovy zákony elektrolyzy, Ohmův zákon pro elektrolyty.

- Načrtněte voltampérovou charakteristiku polovodičové diody, schéma zapojení diody v obou směrech. Uvědomte si, co znamenají pojmy průrazné a prahové napětí.
- Jaký proud procházel roztokem NiSO_4 , jestliže se za 5 hodin vyloučilo 1,5 g Ni? $A_r(\text{Ni}) = 59$. Jaká byla spotřeba elektrické energie při napětí 10 V?
- Žárovka o příkonu 20 W připojená k 6 V akumulátoru svítila 15 h. Jaká byla kapacita akumulátoru?
- Elektron byl urychlen na rychlost $5 \cdot 10^4 \text{ m.s}^{-1}$. Vypočítejte urychlující napětí. Jaká je jeho energie v J a eV?
- Při jakém proudu v polovodiči typu N bude rychlost uspořádaného pohybu elektronů činit 65 m.s^{-1} , je-li hustota volných elektronů $N_e = 1,2 \cdot 10^{22} \text{ m}^{-3}$ průřez $S = 2,0 \text{ mm}^2$?
- Uveďte příklady užití elektrolýzy a příklady užití samostatných výbojů.

V. 4. Stacionární magnetické pole

- Vysvětlete stručně pojmy: stacionární magnetické pole, nestacionární magnetické pole, magnetická indukční čára, diamagnetický a paramagnetický atom, diamagnetická, paramagnetická a feromagnetická látka, ferit, permeabilita prostředí, vakua, relativní permeabilita, solenoid, doména, Curierova teplota, remanentní magnetická indukce.
- Uveďte dvě varianty Ampérova pravidla a Flemingovo pravidlo.
- Napište dva vzorce pro výpočet magnetické indukce a tři vzorce pro výpočet magnetické síly. Uveďte přesnou definici ampéru.
- Ve vzdálenosti 10 cm od dlouhého přímého tenkého vodiče má magnetická indukce velikost $20 \mu\text{T}$. Jaký proud prochází vodičem?
- Dvěma dlouhými tenkými rovnoběžnými vodiči ve vakuu protékají proudy v poměru velikostí 1:2. Vzdálenost obou vodičů je 50 cm a působí mezi nimi magnetická síla o velikosti $8 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ na 1 metr délky. Vypočítejte velikosti proudů. Kdy bude vzniklá síla přitažlivá, a kdy naopak odpudivá?
- Přímý vodič o délce 15 cm je umístěn v homogenním magnetickém poli o indukci 250 mT. Vodič svírá s indukčními čarami úhel 60° . Jak veliký proud protéká vodičem, jestliže na vodič působí síla 50 mN? Situaci znázorněte na obrázku.
- Kolik závitů je třeba navinout na solenoid se vzduchovým jádrem délky 10 cm, aby při proudu 2,0 A byla v dutině solenoidu magnetická indukce 100 mT?
- Proton ($m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $e = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) se pohybuje po kruhové dráze o poloměru 30 cm v homogenním magnetickém poli (např. v cyklotronu) rychlostí $2,5 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$. Vypočítejte magnetickou indukci. Jak velká magnetická síla na proton působí? Jakým napětím byl urychlen? Jakou rychlostí by se po trajektorii o stejném poloměru v magnetickém poli tisíckrát menší indukce pohyboval elektron? ($m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$)
- Dvě rovnoběžné vodivé tyče ve vzdálenosti 10 cm tvoří nakloněnou rovinu se sklonem 35° . Přes tyto tyče je vodorovně položen vodič o hmotnosti 70 g, součinitel smykového tření mezi tyčemi a vodičem je 0,65. Jaký proud musí procházet vodičem, aby neklouzal po nakloněné rovině dolů? Celé zařízení je umístěno v homogenním poli o indukci 600 mT, jehož indukční čáry jsou a) vodorovné, b) kolmé k nakloněné rovině, c) svislé a s více svírají úhel 60° .

- Vodorovný přímý vodič délky 20 cm je na obou koncích upevněn na lehkých ohebných a vodivých závěsech. Je umístěn v homogenním magnetickém poli o indukci 250 mT. Indukční čáry jsou svislé, hmotnost vodiče je 90 g. Po zapnutí proudu se závěsy os svislého směru odchýlí o úhel 10° . Vypočítejte velikost proudu. Směr proudu, orientaci síly a indukčních čar také nakreslete.
- Solenoid je hustě navinut v jedné vrstvě drátem o průměru 0,60 mm. Jaké největší magnetické indukce lze dosáhnout v dutině solenoidu při povolené proudové hustotě $4 \text{ A}\cdot\text{mm}^{-2}$?

V. 5. Nestacionární magnetické pole

- Charakterizujte jevy elektromagnetická indukce a vlastní indukce.
- Formulujte Faradayův zákon o elektromagnetické indukci a Lenzův zákon.
- Vyjádřete jednotky tesla, weber, henry pomocí základních jednotek SI.
- Jak definujeme magnetický indukční tok? Jmenujte tři základní způsoby, jak lze tok měnit.
- Napište definiční vztah pro indukčnost a technický vzorec pro indukčnost cívky. Jak vypočteme energii magnetického pole cívky? Za jaké podmínky vzorec platí?
- Vodič ve tvaru kroužku o poloměru 5,0 cm a odporu $1,5 \Omega$ je v homogenním magnetickém poli o indukci 500 mT. Za dobu 0,25 s se indukce rovnoměrně zvětší na 100 mT. Vypočítejte velikost indukovaného napětí a proudu, nakreslete obrázek, ve kterém vyznačte směr proudu. Řešte pro případ a) indukční čáry jsou kolmé k rovině kroužku, b) indukční čáry svírají s touto rovinou úhel 60° .
- Vodorovný přímý vodič dlouhý 2,5 m padá volným pádem v homogenním magnetickém poli o indukci 50 mT. Magnetické indukční čáry jsou vodorovné a kolmé k vodiči. Za jak dlouho po startu bude indukované napětí činit 200 mV? Polaritu napětí znázorněte v obrázku.
- Vodič ve tvaru čtverce o hraně 15 cm je kolmý k magnetickým indukčním čarám homogenního pole o indukci 0,20 T. Závit za dobu 200 ms pootočíme o úhel 40° okolo jedné z hran. Vypočítejte průměrnou velikost indukovaného napětí.
- Vzroste-li v cívce rovnoměrně proud z 500 mA na 2,0 A za 500 ms, indukuje se v cívce napětí 15 V. Jaká je její indukčnost? O kolik joulů se zvětšila energie magnetického pole cívky?
- Nakreslete si vodivý kroužek a magnet, který je v ose kroužku. Určete směr indukovaného proudu v kroužku při přibližování i vzdalování magnetu.
- V dutině solenoidu dlouhého 20 cm, který má 5000 závitů, je umístěn měděný kroužek zhotovený z drátu o průměru 1,5 mm. Rovina kroužku je kolmá k ose solenoidu. Obvod kroužku je 5,0 cm. Solenoidem prochází proud 200 mA. Na jakou hodnotu musí proud v solenoidu rovnoměrně vzrůst za 400 ms, aby se v kroužku indukoval proud 50 mA? Jaké je indukované napětí? Porovnejte směr indukovaného proudu s proudem v solenoidu. Chybějící údaj vyhledejte v tabulkách.

V. 6. Střídavý proud a proud v energetice

- Jaké napětí označujeme názvem střídavé napětí? Co rozumíme pojmem elektrické kmitání? Napište rovnici pro okamžité hodnoty napětí a proudu. Jak vypočítáme efektivní hodnoty proudu a napětí?

2. Jak se chovají rezistor, indukčnost a kapacitance v obvodu střídavého proudu? Načrtněte fázorové i časové diagramy pro jednoduché obvody s R, L, C a s jejich sériovými a paralelními kombinacemi. Uveďte vzorce pro výpočet impedance v uvedených případech.
3. Vysvětlete pojem rezonance. Jak se projevívá v sériovém a jak v paralelním zapojení cívky a kondenzátoru? Jak určíme rezonanční frekvenci?
4. Cívka o odporu 20Ω a indukčnosti 25 mH je připojena ke zdroji střídavého napětí 12 V o frekvenci 400 Hz . Nakreslete schéma zapojení, fázorový diagram a časový diagram tohoto obvodu. Dále vypočítejte efektivní hodnotu proudu, amplitudu napětí U_M , amplitudy napětí U_L a U_R , fázové posunutí proudu vůči napětí, účinník a výkon proudu v obvodu.
5. Jaký kondenzátor ($C = ?$) je nutno zařadit do obvodu z předchozí úlohy, aby nastala rezonance? Vypočítejte efektivní hodnoty rezonančního proudu v obvodu a napětí na kondenzátoru.
6. Řešte úlohu 4. s tím, že je v obvodu zapojen ještě kondenzátor s kapacitou $10 \mu\text{F}$. Vypočítejte navíc amplitudu napětí U_C a rezonanční frekvenci.
7. Řešte úlohu 6. pro paralelní zapojení. Místo U_M, U_L, U_R, U_C počítejte I_M, I_L, I_R, I_C .
8. Objasněte stručně pojmy generátor, alternátor, dynamo, trojfázový alternátor, zapojení generátoru a spotřebičů do hvězdy a do trojúhelníku, sdružené napětí, fázové napětí, transformátor a transformátorová rovnice.
9. Primární cívkou transformátoru připojeného na napětí 220 V prochází proud 100 mA . Určete napětí na sekundární cívkce, je-li transformační poměr $0,05$ a účinnost transformace 90% .
10. Vedením o odporu $0,5 \Omega$ má být přenášén výkon 10 MW při ztrátách do 5% . Určete potřebné napětí.

V. 7. Elektromagnetické kmitání a vlnění

1. Vysvětlete stručně pojmy elektromagnetické kmitání, elektromagnetický oscilátor, oscilační obvod (LC), vlastní kmitání, tlumené kmitání, lineární polarizace, odraz, lom, ohyb (difrakce), interference, radiolokace.
2. Napište vzorce nebo rovnice pro úhlovou frekvenci, frekvenci a periodu (Thomsonův vztah) vlastního kmitání elektromagnetického oscilátoru, postupné elektromagnetické vlnění ve dvou vodičovém vedení, rychlost elektromagnetického vlnění v látkovém prostředí.
3. Popište a vysvětlete děje probíhající v elektromagnetickém oscilátoru. Popište vznik elektromagnetického vlnění na dvou vodičovém vedení, vznik stojatého vlnění, rozložení uzlů a kmiten.
4. Oscilační LC obvod má napájet půlvlnný dipól o délce 40 cm . Vypočítejte frekvenci vlastních kmitů oscilátoru. Jakou indukčnost má cívka, je-li kapacita kondenzátoru $2,0 \text{ pF}$? Maximální proud v cívkce je 200 mA , jaké je maximální napětí na kondenzátoru?
5. Kapalina má relativní permeabilitu 1 , relativní permitivitu 25 . Půlvlnný dipól v této kapalině má délku 20 cm . Vypočítejte rychlost elektromagnetického vlnění v kapalině, frekvenci vysílaného vlnění a délku půlvlnného dipólu pro příjem ve vzduchu.
6. Pulzní radiolokátor má pracovat v rozsahu vzdáleností 100 m až 20 km . Určete dobu trvání jednoho impulsu a frekvenci vysílání impulsů.
7. Vysílací a přijímací dipól jsou ve vzdálenosti 120 cm . Vlnová délka elektromagnetického vlnění je 3 cm . Jak daleko od spojnice dipólů je dielektrická deska, jestliže nastalo první interferenční minimum pro přímý a odražený paprsek?

VI. Optika

VI. 1. Základní pojmy

1. Jaká je fyzikální podstata světla? Jaká je přibližně jeho rychlost? Uveďte jeden příklad, jak ji lze určit. Jedná se o vlnění podélné nebo příčné? Který jev je toho dokladem?
2. Která znáte optická prostředí? Uveďte čtyři základní poznatky o šíření světla.
3. K čemu slouží Huygensův princip? Formulujte jej.
4. Formulujte zákony odrazu a lomu světla, principy přímočarého šíření světla a nezávislost světelných paprsků.
5. Vysvětlete pojmy index lomu, úplný odraz, disperze světla, lámavý úhel, hranolové spektrum, spektrální analýza.
6. Rychlost světla ve vodě je asi $2,3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$. Vypočítejte a) index lomu vody, b) mezní úhel pro rozhraní voda – vzduch, c) úhel dopadu, jestliže se světlo láme do vody pod úhlem 45° .
7. Index lomu skla je asi 1,5. Vypočítejte a) rychlost světla ve skle, b) mezní úhel pro rozhraní sklo – vzduch, c) úhel lomu, jestliže paprsek dopadá na sklo pod úhlem 45° .

VI. 2. Zobrazování optickými soustavami

1. Stručně vysvětlete pojmy přímé vidění, optická soustava, skutečný obraz, zdánlivý obraz, paraxiální prostor, optická osa, střed křivosti, vrchol, ohnisko zrcadla, ohnisková vzdálenost, předmětová vzdálenost, obrazová vzdálenost, zvětšení (příčné), spojná čočka, rozptylná čočka, optický střed, prostor předmětový, obrazový, ohnisko předmětové, obrazové, akomodace oka, vzdálený a blízký bod oka, krátkozraké a dalekozraké oko, zorný úhel, objektiv, okulár, optický interval, normální objektiv, světelnost objektivu, clonové číslo, irisová clona.
2. Napište zobrazovací rovnici a rovnice pro příčné zvětšení kulového zrcadla a tenké čočky, vysvětlete znaménkovou konvenci. Napište rovnici pro úhlové zvětšení lupy, mikroskopu, dalekohledu.
3. Jaké vlastnosti má obraz vytvořený dutým zrcadlem, vypuklým zrcadlem, tenkou spojkou a rozptylkou? Vyjmenujte všechny možnosti.
4. Předmět vysoký 3 cm je umístěn 10 cm před kulovým zrcadlem. Jaká musí být ohnisková vzdálenost zrcadla, aby byl obraz velký 2 cm? Určete také umístění a vlastnosti obrazu. Výpočet doproved'te náčrtem. Najděte všechny možnosti.
5. Úlohu 4. řešte pro kulová zrcadla.
6. Úlohu 5. řešte pro tenké čočky. Určete také optickou mohutnost čočky.
7. Řešte obměny uvedených úloh.

VI. 3. Vlnová optika

1. Tenká vrstva vody ($n_1 = 1,33$) na skle ($n_2 = 1,5$) je osvětlena bílým světlem. V kolmo odraženém světle má žlutou barvu (570 nm). Jaké jsou dvě nejmenší možné tloušťky vody?
2. Jakou barvu budeme pozorovat v kolmo odraženém světle na Newtonových sklech v místě, kde je vzduchová mezera silná 400 nm?

3. Bílé světlo promítáme mřížkou ($b = 2 \cdot 10^{-5}$ m) na stínítko vzdálené 4 m. Jak široké bude spektrum 1. řádu?
4. Mřížka je osvětlena bílým světlem. Na stínítku vzdáleném 3 m jsou první zelené proužky ($\lambda = 500$ nm) od sebe vzdáleny 40 cm. Vypočítejte mřížkovou konstantu (periodu).

VI. 4. Elektromagnetické záření a jeho energie

1. Které druhy elektromagnetického záření znáte? Jaká je oblast vlnových délek jeho jednotlivých druhů? Přepočítejte tyto vlnové délky na frekvence.
2. Uveďte 2 až 3 varianty užití infračerveného záření. Jaké je účinek UV záření na lidský organismus? Uveďte další užití.
3. Napište název, značku a jednotku pro 3 fotometrické veličiny. Zařaďte je v rámci SI.
4. Co rozumíme pojmem černé těleso? Jak se mění jeho záření s rostoucí teplotou? Co je to luminescence?
5. Napište Wienův zákon a zákon Stefan-Boltzmanův. Jak počítáme kvantum energie elektromagnetického záření?
6. Které druhy rentgenového záření znáte? Obě formy stručně popište. Jaký zdroj se v praxi používá? Stručně popište tři varianty užití.
7. Jak vysoko nad stůl je třeba umístit žárovku o síťivosti 250 cd, aby osvětlení pod žárovkou bylo 50 lx? Jaké osvětlení bude v rohu stolu vzdáleném 140 cm od paty kolmice vedené od žárovky k vodorovné desce stolu? Jaký světelný tok vysílá žárovka do plného prostorového úhlu?
8. Vypočítejte teplotu rozžhaveného drátu, jehož vlnová délka maximálního vyzařování je 580 nm. Vypočítejte také intenzitu vyzařování.
9. Kolik fotonů vysílá všesměrový zdroj uvedený v definici kandely do prostoru za 1 s?

VII. Fyzika mikrosvěta

VII. 1. Struktura mikrosvěta, pohyb v mikrosvětě

1. Z jakých objektů se skládají látky? Z jakých objektů se skládají atomy? Porovnejte hmotnosti a elektrické náboje těchto částic. Uveďte řádově rozměr atomu a atomového jádra. Vypočítejte hmotnost atomů vodíku, uhlíku, kyslíku a železa.
2. Hustota pevného helia (při teplotě -272°C) je $216\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Užitím Avogadrovy konstanty vypočítejte objem připadající na jeden atom. Odhadněte průměr atomu za předpokladu, že jsou atomy maximálně hustě uspořádány.
3. Vypočítejte velikost elementárního náboje z Avogadrovy a Faradayovy konstanty. Jak lze Faradayovu konstantu změřit? Vysvětlete princip měření elementárního náboje v Milikanově experimentu.
4. Popište a vysvětlete Rutherfordův experiment, fotoelektrický jev, Comptonův pokus, činnost hmotnostního spektrografu.
5. Vysvětlete pojmy vazebná energie, energie reakce, hmotnostní úbytek. Jaký hmotnostní úbytek odpovídá vazebné energii 5 MeV?

VII. 2. Atomová fyzika

1. Jaký vztah platí pro frekvence spektrálních čar vodíku? Vypočítejte frekvence a vlnové délky pro první čtyři čáry Balmerovy série. V jakém oboru leží Lymanova série?
2. Vypočítejte energie prvních třech hladin pro atom vodíku, jestliže $E_1 = -13,6\text{ eV}$.
3. Uveďte velmi stručně tři základní představy Bohrovy koncepce.
4. O čem svědčí Franckův-Hertzův experiment?
5. Uveďte kvantová čísla podle Schrödingerova kvantového modelu. Jakých mohou nabývat hodnot? Kolik elektronů v jednom atomu může mít hlavní kvantové číslo 5? Odvoďte.
6. Čím se zabývá pásová teorie pevných látek?
7. Vysvětlete stručně pojmy spontánní emise a stimulovaná emise, koherentní a nekoherentní záření. Kdy mluvíme o populační inverzi?
8. Uveďte příklad užití laseru a vysvětlete jej.
9. Vypočítejte vlnovou délku příslušnou elektronu urychlenému napětím 500 V. Jaká vlnová délka by při stejné rychlosti příslušela neutronu?

VII. 3. Jaderná fyzika a fyzika částic

1. Jaké je složení atomového jádra? Jak počítáme poloměr jádra?
2. Porovnejte hmotnost jádra a hmotnost nukleonů, ze kterých je složeno. Vysvětlete pojmy vazebná energie a vazebná energie připadající na jeden nukleon (ϵ_j). Jak počítáme tyto energie? Závisejí ϵ_j na nukleonovém čísle?
3. Uveďte tři základní vlastnosti jaderných sil.

4. V čem spočívá přirozená a v čem umělá radioaktivita?
5. Uveďte tři typy přirozeného záření. Porovnejte je z hlediska pronikavosti a z hlediska chování v magnetickém poli. Vysvětlete pojmy aktivita, poločas přeměny, přeměnová konstanta.
6. Po 12 dnech zůstalo 20 % nepřeměných jader. Vypočítejte λ a T daného vzorku.
7. Doplňte chybějící čísla: ${}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}\text{Rn} + \alpha$. Jaký je význam této reakce? Další reakce viz [6], str. 111, 114.
8. Co brání termojaderné reakci? V jakých fyzikálních podmínkách se může uskutečnit?
9. Vysvětlete pojmy řetězová jaderná reakce, kritické množství, štěpné materiály.
10. Uveďte základní části jaderného reaktoru a jejich význam. Jaký je český význam zkratky PWR?
11. Uveďte a vysvětlete dva příklady užití radionuklidů.
12. Uveďte dva příklady detektorů částic. Které částice lze detekovat?
13. Vysvětlete význam elektrického a magnetického pole v urychlovači částic. Jakou má kinetickou energii (v eV) alfa částice, která se v magnetickém poli o indukci 20 mT pohybuje po kružnici o poloměru 8 cm?
14. Které leptony znáte? Jsou podle současných představ elementární?
15. Jsou nukleony elementární?
16. Vyjmenujte interakce mezi částicemi. Které částice tyto interakce zprostředkovávají?

VIII. Astrofyzika

1. Uveďte přehled sluneční soustavy. Jaký je rozdíl mezi planetou, planetkou a měsícem? Jaký je rozdíl mezi trajektoriemi planet a periodických komet? Porovnjte rozměry těles sluneční soustavy a jejich vzdálenosti. Vyjmenujte planety. Které z nich jsou zemského typu? Které jsou obří planety? Které prvky v nich převládají?
2. Objasněte stručně pojmy astronomická jednotka, rovníková (denní) a roční paralaxa, parsek, světelný rok. Proveďte výpočet vzdálenosti 1 pc a 1 ly v kilometrech.
3. Napište vzorce pro zdánlivou magnitudu, absolutní magnitudu, zářivý výkon hvězdy, rychlost vzdalování galaxií.
4. Popište stručně proces vzniku hvězdy. Kde bude nová hvězda umístěna v HR diagramu? Která zřívěrečná stádia hvězdy znáte? Načrtněte HR diagram, vyznačte hlavní posloupnost, oblast červených obrů a bílých trpaslíků.
5. Vysvětlete stručně pojmy galaxie, galaktický disk, galaktické jádro, kulová a otevřená hvězdokupa, galaktické halo, kupa a nadkupa galaxií, kvazar, velký třesk, reliktní záření.
6. Zářivý výkon hvězdy je asi $3 \cdot 10^{28}$ W, efektivní teplota 10000 K. Vypočítejte poloměr hvězdy. Jaký by byl poloměr při teplotě 5000 K?
7. Hvězda má poloměr $2 \cdot 10^9$ m a teplotu 10000 K. Vypočítejte její zářivý výkon.
8. Dvě galaxie se vzdalují rychlostí $300 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$. Vypočítejte jejich vzdálenost.
9. Hvězda Rygel ze souhvězdí Orion má zdánlivou hvězdnou velikost 0,34 a její paralaxa je $2 \cdot 10^{-3}$ vteřiny. Vypočítejte vzdálenost v parsecích a absolutní hvězdnou velikost.
10. Barnardova hvězda v souhvězdí Šipky má absolutní magnitudu 13,2 a zdánlivou magnitudu 9,5. Vypočítejte její vzdálenost v parsecích a ve světelných rocích a také její paralaxu.

IX. Speciální teorie relativity

1. Popište stručně Michelsonův pokus. Co se jím (ne)podařilo dokázat?
2. Uveďte dva základní principy speciální teorie relativity. Co je jejich důsledkem? Co je to tzv. paradox dvojčat?
3. Uveďte vzorce pro Lorentzův koeficient, dilataci času, kontrakci délek, relativistickou hmotnost a energii a celkovou energii tělesa.
4. Tyč má ve své klidové soustavě délku 1 m. Pozorovatel v jiné inerciální soustavě určil poloviční délku. Jakou rychlostí se pohyboval vůči tyči?
5. Elektron byl urychlen napětím 20 kV. Jaká je jeho relativistická hmotnost? Jaká je jeho celková energie?
6. Kosmická loď letí k naší nejbližší hvězdě Proximě Centauri vzdálené 4 ly rychlostí $0,8c$. Jak dlouho tam poleťte podle pozemských a podle palubních hodin?
7. Mezon se pohybuje rychlostí $0,8c$ vzhledem k pozorovateli. Jakou dobu života zjistí pozorovatel, je-li za klidu doba života mezonu $2,4 \cdot 10^{-8}$ s?
8. Inerciální vztažná soustava S' se pohybuje vzhledem k soustavě S rychlostí $0,5c$. V soustavě S' se přitom pohybuje částice rychlostí $0,25c$ tak, že vektory obou těchto rychlostí jsou rovnoběžné. Jaká je rychlost částice vůči pozorovateli v soustavě S , pokud jsou vektory rychlostí a) souhlasně orientované, b) nesouhlasně orientované?

X. Řešení

XI. Přílohy

Sbírka úloh k procvičování fyziky.

Vydání první.

Vydalo Gymnázium Jaroslava Vrchlického Klatovy roku 2005.

Autor úloh Mgr. Josef Veselý.

Sazbu systémem T_EX provedl Tomáš Jirotko.