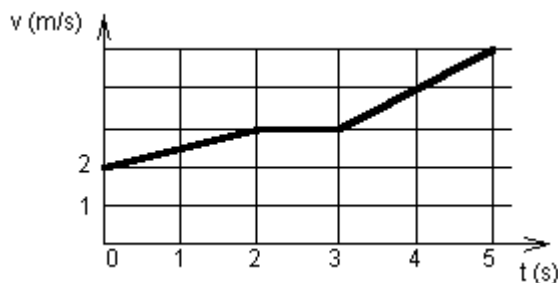


## DI3MK\_FYZ úlohy

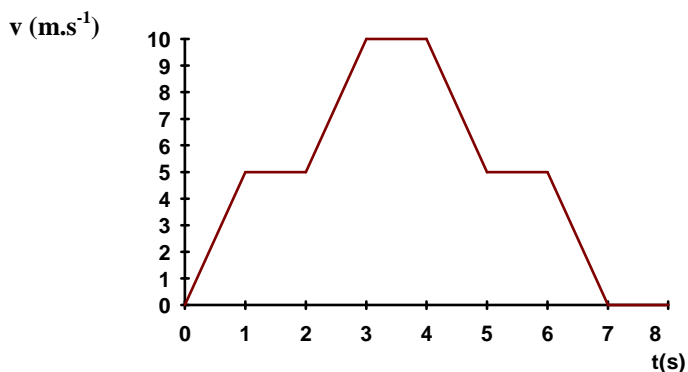
### 1. Kinematika hmotného bodu

Pohyb rovnoměrný přímočarý, rovnoměrně zrychlený, rovnoměrně zpomalený, volný pád.  
Rovnoměrný pohyb hmotného bodu po kružnici.

- 1) Vlak metra se smí pohybovat maximální rychlostí o velikosti  $v = 60 \text{ km.h}^{-1}$  a s maximálním zrychlením (zpomalením) o velikosti  $a = \pm 2 \text{ m.s}^{-2}$ . Vypočtete, jaká je nejkratší možná doba  $t$  potřebná k jízdě mezi dvěma stanicemi vzdálenými  $s = 1 \text{ km}$  v případě, že v obou stanicích vlak zastavuje.
- 2) Kabina výtahu se rozjíždí po dobu  $t_1 = 3 \text{ s}$  se zrychlením o velikosti  $a = 1 \text{ m.s}^{-2}$ . Při zastavování brzdí stejně dlouho a se stejně velkým záporným zrychlením. Jak dlouho jede výtah do šestého podlaží, je-li výška jednoho podlaží  $h = 5 \text{ m}$ ?
- 3) Vlak se pohyboval rychlostí o velikosti  $v_1 = 80 \text{ km.h}^{-1}$ . Ve vzdálenost  $d = 2,0 \text{ km}$  před mostem začal vlak brzdít a dále se pohyboval až k mostu rovnoměrně zpomaleně. Přes most přešel konstantní rychlostí o velikosti  $v_2 = 28 \text{ km.h}^{-1}$ . Určete velikost a směr zrychlení vlaku na tomto úseku a dobu  $t$ , po kterou vlak konal rovnoměrně zpomalený pohyb.
- 4) Dvě tělesa vzdálená od sebe  $100 \text{ m}$  se pohybují proti sobě. První těleso má konstantní rychlost  $v_1 = 3 \text{ m.s}^{-1}$ , druhé se pohybuje rovnoměrně zrychleným pohybem o počáteční rychlosti  $v_0 = 7 \text{ m.s}^{-1}$  a zrychlením o velikosti  $a = 4 \text{ m.s}^{-2}$ . Určete, jak daleko od místa startu prvního tělesa se setkají.
- 5) Vlak jede po vodorovné trati stálou rychlostí o velikosti  $72 \text{ km.h}^{-1}$ . Na určitém úseku trati se začne pohybovat rovnoměrně zpomaleně se zrychlením o velikosti  $0,1 \text{ m.s}^{-2}$ . jaká je brzdná dráha vlaku? Za jakou dobu od začátku brždění vlak zastaví?
- 6) Pomocí grafu vypočtete dráhu tělesa uraženou za prvních 5 sekund. Určete průměrnou rychlost pohybu.



- 7) Popište jednotlivé fáze pohybu, sestrojte grafy závislosti dráhy a zrychlení na čase, určete celkovou dráhu a průměrnou rychlost v prvních osmi sekundách pohybu.



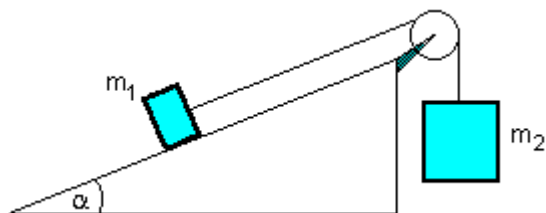
- 8) Určete velikost obvodové rychlosti a velikost dostředivého zrychlení na povrchu Země na  $60^\circ$  zeměpisné šířky. Poloměr Země je asi  $6400 \text{ km}$ .

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 2. Dynamika hmotného bodu

Newtonovy pohybové zákony, zákon zachování hybnosti. Práce, výkon, energie.

- 1) Vozík o hmotnosti 250 kg jede po vodorovných kolejích rychlostí  $2,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a srazí se s vozíkem o hmotnosti 500 kg, který jede rychlostí  $1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Při srážce se oba vozíky spolu spojí a dále se pohybují společně. Vypočítejte úbytek mechanické energie vozíků při srážce, jestliže oba vozíky před srážkou jedou za sebou.
- 2) Chlapec jede na kolečkových bruslích po vodorovné rovině rychlostí 8,0 m/s a vjede na šikmou rovinu, svírající s vodorovnou rovinou úhel  $11^{\circ}$ . Jakou dráhu na šikmé rovině ujede, než se zastaví? Tření a odpor vzduchu zanedbejte.
- 3) Kulička o hmotnosti 0,2 kg je zavěšena na tenkém vlákně o délce 1,7 m. Závěs kuličky vychýlíme o  $30^{\circ}$  od svislého směru. Určete a) rychlost, kterou kulička projde nejnižším bodem, b) sílu, kterou je v nejnižším bodě namáhán závěs kuličky. Tření a hmotnost niti neuvažujte, kuličku pokládejte za hmotný bod.
- 4) Těleso o hmotnosti  $m = 1 \text{ kg}$  je zavěšeno na niti o délce  $L = 30 \text{ cm}$ . Těleso se pohybuje tak, že rychlostí o stálé velikosti v opisuje kružnici ve vodorovné rovině, přičemž nit svírá se svislým směrem úhel  $\alpha = 60^{\circ}$ . Vypočítejte periodu oběhu tělesa  $T$ . Tření a odpor vzduchu neuvažujte.
- 5) Na automobil o hmotnosti  $m = 1000 \text{ kg}$  působí odporová síla o velikosti  $F_o = 1000 \text{ N}$ . Určete velikost tahové síly motoru  $F$  na automobil, který koná rovnoměrně zrychlený pohyb do kopce se sklonem 1 m na každých 25 m trasy. Velikost zrychlení je  $a = 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .
- 6) Lyžařský vlek táhne rovnoměrně do vrchu o stoupání 20 % délky trati několik lyžařů o celkové hmotnosti  $m = 800 \text{ kg}$  rychlostí  $v = 0,84 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Součinitel smykového tření mezi lyžemi a sněhem je  $f = 0,1$ . Vypočítejte výkon motoru  $P$ .
- 7) Na nakloněné rovině leží těleso o hmotnosti  $m_1 = 1 \text{ kg}$  a vláknem vedeným přes kladku je spojeno s druhým tělesem o hmotnosti  $m_2 = 10 \text{ kg}$ , které je na vlákně volně zavěšené (viz obr.). Hmotnost a tření kladky pokládejte za zanedbatelně malé. Určete zrychlení u obou těles, je-li součinitel smykového tření mezi prvním tělesem a podložkou  $f = 0,1$  a úhel nakloněné roviny  $\alpha = 20^{\circ}$ .



- 8) Osobní automobil se pohybuje po vodorovné dráze se zrychlením o velikosti  $a_1 = 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  a při rovno - měrném stoupání se zrychlením o velikosti  $a_2 = 1,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Vypočítejte úhel stoupání  $\alpha$  za předpokladu, že tahová síla motoru a tření se nezměnily.

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 3. Zákon zachování energie v různých oblastech fyziky

Objasněte souvislost mezi prací a energií a fyzikální význam těchto veličin. Formulujte zákon zachování a přeměny energie a specifikujte ho pro procesy z různých oblastí fyziky (mechanické, tepelné, ...).

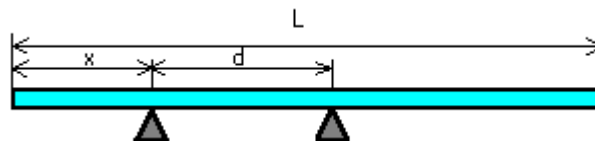
- 1) Vodu o objemu 1 l a počáteční teplotě  $23^{\circ}\text{C}$  ohříváme ponorným vaříčem o příkonu 500 W a účinnosti 90%. Vypočítejte za jakou dobu se voda ohřeje na  $100^{\circ}\text{C}$ .
- 2) Výstupní práce elektronů pro sodík je 2,3 eV. S jakou energií budou vyletovat elektrony z povrchu sodíkové katody, když na ni dopadá UV záření s vlnovou délkou 300nm? ( $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ,  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )
- 3) Jak velikou rychlost musí mít olovený projektil, aby se roztavil při nárazu na tuhou překážku? Počáteční teplota projektilu je  $20^{\circ}\text{C}$ , bod tání olova je  $t_f = 327^{\circ}\text{C}$ , měrné skupenské teplo tání je  $l_f = 23,9 \cdot 10^3 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ , měrná tepelná kapacita olova je  $c = 138 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .
- 4) Prázdný nákladní železniční vůz o hmotnosti 10 tun se pohybuje rychlostí  $0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  po vodorovné trati a narazí na naložený vůz o hmotnosti 20 tun, který se pohybuje rychlostí  $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ve stejném směru.. Po nárazu jsou oba vozy spolu spojeny. Určete, jakou společnou rychlostí se po srážce pohybují. Určete celkovou mechanickou energii vagónů před srážkou a po srážce.
- 5) Koule o hmotnosti  $m_1 = 100\text{g}$  se pohybuje stálou rychlostí o velikosti  $v_1 = 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  tak, že se její střed pohybuje po vodorovné přímce. Koule narazí na druhou kouli o hmotnosti  $m_2 = 50\text{g}$ , která je v klidu. Určete velikost rychlosti  $u_2$  druhé koule po nárazu, předpokládáme-li, že šlo o dokonale pružný středový ráz.
- 6) Dřevěnou deskou šířky 2m, délky 3m a tloušťky 0,5m prolétne projektil o hmotnosti 2kg. Velikost dopadové rychlosti projektilu je  $800\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  a výstupní rychlosti  $600\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Za předpokladu, že 1/4 úbytku kinetické energie střely se spotřebuje na ohřev desky, určete změnu teploty desky, je-li hustota dřeva  $500\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  a jeho měrná tepelná kapacita  $2700 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . Předpokládejte rovnoměrný ohřev desky.
- 7) Do koule o hmotnosti  $m$  zavěšené na vlákne narazí vodorovně letící náboj, jehož hmotnost je 1000-krát menší než hmotnost koule. Náboj uvízne v kouli. Jaká byla velikost rychlosti náboje při nárazu, jestliže se koule po nárazu vychýlila ze své rovnovážné polohy tak, že závěs svíral se svislým směrem úhel  $\alpha = 10^{\circ}$  ? Délka závěsu od místa upevnění do středu koule  $L = 1 \text{ m}$ .
- 8) Těžký kulomet s vodním chlazením může vystřelit až 600 ran za minutu. Prach v každé nábojnici má hmotnost 3,2g a výhřevnost  $H=3,78 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Pouze 28% z množství tepla, které vzniká spálením střelného prachu, se dodává k ohřívání vody v chladiči, která má objem 4l a počáteční teplotu  $20^{\circ}\text{C}$ . Za jakou dobu po zahájení nepřetržité střelby začne voda vařit? ( hustota vody  $1000\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , měrná tepelná kapacita vody  $4200 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ).

## DI3MK\_FYZ úlohy

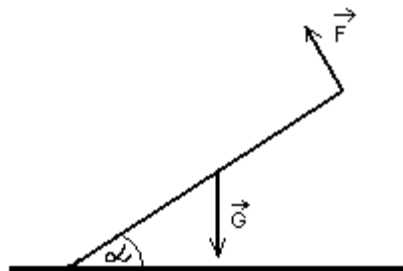
### 4. Mechanika tuhého tělesa

Skládání a rozklad sil působících na tuhé těleso. Momentová věta, dvojice sil. Porovnání posuvného a otáčivého pohybu. Druhy rovnovážných poloh, stabilita těles.

- 1) Na vodorovné desce stolu je stejnorodá krychle o hraně 0,20 m a hmotnosti 26 kg. Jak velkou vodorovnou silou můžeme krychli překlomit kolem hrany, působí-li síla ve výšce 0,15 m nad deskou stolu?
- 2) Na nakloněnou rovinu svírající s vodorovnou rovinou úhel  $20^\circ$  chceme postavit stejnorodý válec o poloměru podstavu 0,12 m. Jaká může být nanejvýš výška válce, aby se nepřeklopil?
- 3) Dva chlapci nesou břemeno o hmotnosti 80 kg zavěšené na tyči o zanedbatelně malé hmotnosti. První z nich opírá tyč o rameno ve vzdálenosti 0,6 m od břemene, druhý ve vzdálenosti 0,9 m. Jak velkou silou tyč na každého z nich působí?
- 4) Na koncích vodorovné tyče délky  $l = 8$  m a tíhy o velikosti  $G = 200$  N visí závaží o tíhách  $G_1 = 500$  N,  $G_2 = 300$  N. Jaká je vzdálenost  $d$  od konce, kde visí lehčí závaží, kde je třeba tyč podepřít, aby byla v rovnováze ?
- 5) Ocelové trubky o délce  $L = 6$  m jsou složeny na podstavcích, které jsou od sebe vzdáleny  $d = 2$  m. Na podstavce mají působit síly o velikosti  $F_1 = 0,4G$ ,  $F_2 = 0,6G$ , kde  $G$  je velikost tíhy trubek. Vypočítejte vzdálenost  $x$  méně zatíženého podstavce k bližšímu konci trubek.



- 6) Žebřík o hmotnosti 6 kg je opřen jedním koncem o podlahu a druhým o svislou stěnu, se kterou svírá úhel  $30^\circ$ . Těžiště je uprostřed žebříku. Jakou nejmenší vodorovnou silou, působící na horním konci žebříku, odkloníme žebřík od stěny? Tření na podlaze je dostatečně velké, aby žebřík neklouzal.
- 7) Dělník zvedá za jeden konec trám o délce 4,0 m a hmotnosti 40 kg. Při určité poloze svírá osa trámu s vodorovným směrem úhel  $\alpha = 30^\circ$ . Určete velikost síly  $F$ , kterou působí dělník na trám v dané poloze. Síla  $F$  je kolmá k ose trámu.



## DI3MK\_FYZ úlohy

### 5. Mechanika kapalin a plynů

Zákony hydrostatiky (Pascalův, Archimedův zákon) a hydrodynamiky (rovnice kontinuity, Bernoulliho). Využití zákonů v praxi.

- 1) V kapalině o hustotě  $\rho_1 = 900 \text{ kg/m}^3$  plove těleso o hustotě  $\rho_2 = 800 \text{ kg/m}^3$ . Kolik procent objemu tělesa je vynořeno?
- 2) Písty hydraulického lisu mají obsah průřezů  $5 \text{ cm}^2$  a  $400 \text{ cm}^2$ . Na užší píst působíme silou  $500 \text{ N}$ . Jaký tlak tato síla v kapalině vyvolá? Jakou celkovou tlakovou silou působí kapalina na širší píst?
- 3) Jak velký musí být plošný obsah  $S$  ledové kry o tloušťce  $h = 30 \text{ cm}$  plovoucí ve vodě, která by udržela člověka o hmotnosti  $m = 72 \text{ kg}$  ještě nad vodou, je-li hustota ledu  $\rho_1 = 920 \text{ kg.m}^{-3}$  a hustota vody  $\rho_v = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ ?
- 4) Jakou největší hmotnost může mít člověk, má-li ho ve vodě unést záchranný pás z korku o hmotnosti  $2 \text{ kg}$ ? Předpokládejme, že 90% těla člověka může být ponořeno, aniž by se člověk začal topit. Průměrná hustota lidského těla je  $1080 \text{ kg.m}^{-3}$ , hustota korku  $220 \text{ kg.m}^{-3}$  a hustota vody  $1000 \text{ kg.m}^{-3}$ .
- 5) Určete vhodný průměr ropovodu, kterým má protékat nafta o objemu  $1 \text{ m}^3$  za sekundu maximální rychlostí  $1 \text{ m.s}^{-1}$ .
- 6) Vodovodním potrubím s průřezem o obsahu  $50 \text{ cm}^2$  proudí voda rychlostí  $4 \text{ m/s}$  při tlaku  $200 \text{ kPa}$ . Určete rychlost a tlak vody v zúženém průřezu o obsahu  $10 \text{ cm}^2$ .
- 7) Jak velkou rychlostí proudí voda vodorovnou trubicí s průřezem o obsahu  $15 \text{ cm}^2$ , jestliže ve zúženém místě s průřezem o obsahu  $5 \text{ cm}^2$  se zmenší tlak o hodnotu  $500 \text{ Pa}$ ? Vnitřní tření vody neuvažujeme.
- 8) Zahradnická hadice s vnitřním průřezem o obsahu  $S_1 = 5 \text{ cm}^2$  je na konci opatřena zúženým nátrubkem s otvorem o obsahu  $S_2 = 1 \text{ cm}^2$ . Z nátrubku, který je ve výšce  $h = 80 \text{ cm}$  nad rovinou záhonu, tryská vodorovným směrem voda. Proud vody dopadá na záhon ve vodorovné vzdálenosti  $d = 2 \text{ m}$ . Jak velkou rychlostí  $v_1$  protéká voda průřezem hadice? Vnitřní tření vody a odpor vzduchu neuvažujte.
- 9) Nádoba válcového tvaru má ve stěně nad sebou dva otvory ve výškách  $h_1 = 0,3 \text{ m}$  a  $h_2 = 0,5 \text{ m}$ . V jaké výšce  $H$  nad dnem nádoby musí být hladina kapaliny v nádobě, aby kapalina z obou otvorů dopadala do stejné vzdálenosti od nádoby na vodorovnou rovinu, na které nádoba stojí? Všechny odpory a ztráty energie zanedbejte.

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 6. Gravitační pole, Keplerovy zákony

Gravitační pole, tíhové pole, Keplerovy zákony. Pohyb těles v homogenním a nehomogenním gravitačním poli, vrhy, kosmické rychlosti.

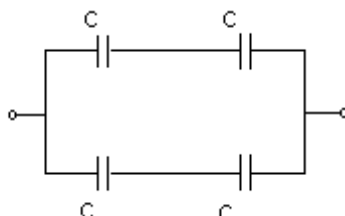
- 1) Země se pohybuje kolem Slunce přibližně po kruhové dráze s poloměrem  $r = 150 \cdot 10^9$  m. Hmotnost Slunce je  $M = 2 \cdot 10^{30}$  kg, a gravitační konstanta  $\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup> kg<sup>-2</sup>. Vypočítejte obvodovou rychlost Země kolem Slunce.
- 2) Hmotnost Měsíce  $m$  je přibližně rovna 1/81 hmotnosti Země  $M$ . Určete v poloměrech Země v jaké vzdálenosti  $x$  od středu Země na spojnici středů Země Měsíc je přitažlivost obou těles stejná. Výsledek запиšte jako násobek poloměru Země. Země a Měsíc jsou od sebe vzdáleny asi  $60R$  ( $R$  je poloměr Země).
- 3) Jak velkou silou působí Měsíc na kosmickou loď o hmotnosti 10 tun, která obíhá kolem Měsíce po kružnici ve vzdálenosti 22 km nad jeho povrchem? (Poloměr Měsíce je 1738 km a hmotnost Měsíce je  $73,55 \cdot 10^{21}$  kg). Určete velikost dostředivé síly působící na kosmickou loď, jejíž oběžná doba je 6640 s.
- 4) Hmotnost planety Jupiter je  $1,9 \cdot 10^{27}$  kg, její poloměr je 70 000 km, doba rotace 9 hodin 50 minut. Určete velikost gravitačního a tíhového zrychlení na rovníku planety.
- 5) V jaké výšce  $h$  nad povrchem Země se pohybuje stacionární družice? ( $\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup> kg<sup>-2</sup>,  $R = 6378$  km,  $M = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg)
- 6) Míč vržený svisle vzhůru dopadl zpět na povrch Země za dobu 2,8 s. Určete velikost počáteční rychlosti míče a největší výšku, do které míč vystoupil ( $g = 9,8$  m.s<sup>-2</sup>)
- 7) Kámen vržený vodorovným směrem dopadl na vodorovný povrch Země ve vzdálenosti 15 m od místa vrhu za dobu 0,6 s od okamžiku vrhu.
  - a) Jak velká byla počáteční rychlost kamene a s jak velkou rychlostí dopadl kámen na Zem?
  - b) Z jaké výšky byl kámen vržen?
  - c) Ve vhodném měřítku nakreslete trajektorii kamene v rovině se souřadnicemi  $x$  ve vodorovném a  $y$  ve svislém směru.
- 8) Letadlo letí vodorovně ve výšce  $h$  nad povrchem Země a má rychlost o velikosti  $v$ . V jaké vodorovné vzdálenosti  $d$  od místa A je třeba vypustit volně těleso o hmotnosti  $m$ , aby dopadlo do místa A, jestliže  $h = 5$  km,  $v = 600$  km/h,  $m = 10$  kg? Určete rychlost dopadu. Odpor vzduchu zanedbejte.
- 9) Ze sedačky kolotoče, která je od svislé osy kolotoče vzdálená  $r = 5$  m, se během otáčení uvolnila matka a spadla na dlažbu. V jaké vzdálenosti  $L$  od osy kolotoče matka dopadla, jestliže víme, že kolotoč se otočí 30-krát za minutu a během otáčení je sedačka ve výšce  $h = 5$  m. Odpor prostředí zanedbejte.
- 10) Určete úhel  $\alpha$ , který musí svírat ústí trubice s vodorovnou rovinou, aby voda tryskající z trubice dosáhla stejné maximální výšky  $H$ , jako je vzdálenost, v níž dopadá na vodorovnou rovinu. Odpor vzduchu zanedbejte.

## DI3MK\_FYZ úlohy

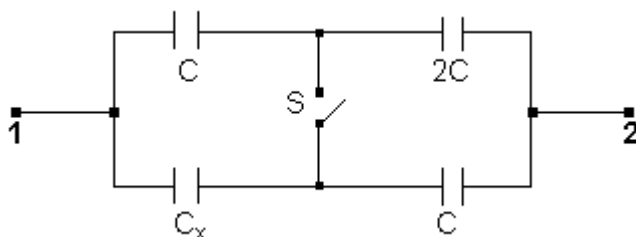
### 7. Elektrické pole

Coulombův zákon, intenzita el. pole, el. potenciál, el. napětí. Kapacita vodiče, kondenzátor, spojování kondenzátorů.

- 1) Čtyři kondenzátory z nichž každý má kapacitu  $1 \mu\text{F}$ , jsou zapojeny podle schématu. Jaká je výsledná kapacita soustavy?



- 2) Tři kondenzátory s kapacitami  $C_1 = 100 \text{ pF}$ ,  $C_2 = 200 \text{ pF}$ ,  $C_3 = 300 \text{ pF}$  jsou zapojeny sériově. Jaký je celkový náboj na kondenzátorech, jsou-li připojeny na baterii o napětí  $U = 100 \text{ V}$ ?
- 3) Deskový kondenzátor by ve vakuu nabit nábojem o velikosti  $Q = 6 \mu\text{C}$  na potenciál  $\phi = 2400 \text{ V}$ . Určete obsah účinné plochy  $S$  kondenzátoru, jestliže vzdálenost desek je  $d = 0,5 \text{ mm}$  (permitivita vakua je rovna  $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ).
- 4) Mezi dvěma vodorovnými deskami nabitého kondenzátoru, které vytvářejí homogenní elektrické pole o intenzitě  $E = 4 \cdot 10^4 \text{ Vm}^{-1}$  se nachází mikroskopická olejová kapička o hmotnosti  $m = 6,4 \cdot 10^{-16} \text{ kg}$ . Přímým pozorováním pomocí mikroskopu bylo zjištěno, že se kapička mezi deskami kondenzátoru volně vznáší. Horní deska má vyšší potenciál než deska dolní. Určete velikost elektrického náboje  $Q$  olejové kuličky.
- 5) Ke kondenzátoru o kapacitě  $1 \mu\text{F}$  nabitému na napětí  $50 \text{ V}$  a odpojenému od zdroje připojíme paralelně jiný kondenzátor, o kapacitě  $4 \mu\text{F}$ , bez náboje. Jak se změní napětí prvního kondenzátoru? Jak se změní celková elektrická energie soustavy?
- 6) Ke zdroji o napětí  $60 \text{ V}$  připojíme sériově kondenzátory o kapacitách  $1 \mu\text{F}$  a  $2 \mu\text{F}$ . Jaké náboje a napětí budou na jednotlivých kondenzátorech? Který kondenzátor bude mít větší energii?
- 7) Kapacita  $C_{12}$  baterie kondenzátorů schematicky znázorněna na obrázku se nezmění při zapnutí spínače  $S$ . Určete kapacitu  $C_x$ , je-li  $C = 20 \mu\text{F}$ .



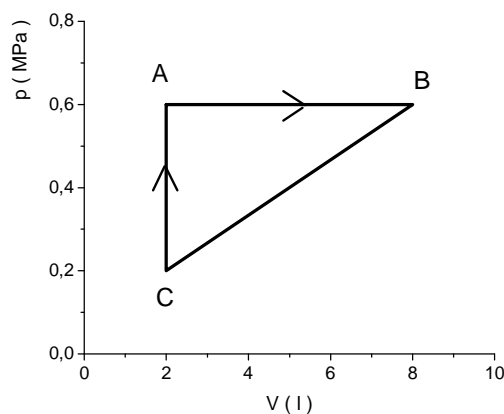
- 8) Dokonalý deskový kondenzátor má jako dielektrikum skleněnou desku o  $\epsilon_r = 7$ , tloušťce  $d = 2 \text{ mm}$  a obsahu  $S = 300 \text{ cm}^2$ . Kondenzátor nabijeme na napětí  $U = 100 \text{ V}$  a odpojíme od zdroje. Vypočítejte mechanickou práci  $W$ , kterou je třeba vynaložit na odstranění skleněné desky z kondenzátoru. Tření zanedbejte a práci na překonání gravitační síly neuvažujte. ( $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$ )

## DI3MK\_FYZ úlohy

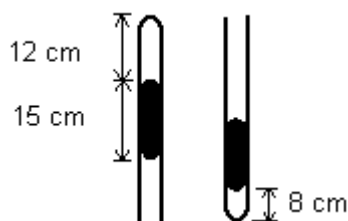
### 8. Struktura a vlastnosti plynů

Ideální plyn, střední kvadratická rychlost, izoděje, stavová rovnice plynu, adiabatický děj. Cyklický děj, 1. a 2. věta termodynamická, tepelné motory.

- 1) Plyn uzavřený v nádobě má při teplotě  $15^{\circ}\text{C}$  tlak  $4 \cdot 10^5$  Pa. Při jaké teplotě bude jeho tlak  $5 \cdot 10^5$  Pa? Předpokládáme, že se vnitřní objem nádoby nemění. Jakou práci plyn při tomto ději vykoná?
- 2) Na obrázku je nakreslen graf kruhového děje s ideálním plynem v diagramu  $pV$ . Sled stavů plynu je ABCA. Určete:
  - a) práci, kterou plyn vykoná při ději zobrazeném úsečkou AB
  - b) práci, kterou plyn vykoná při ději zobrazeném úsečkou CA
  - c) celkovou práci vykonanou při kruhovém ději ABCA
  - d) celkovou změnu vnitřní energie plynu při jednom cyklu.



- 3) Ocelová láhev o objemu  $V = 10$  l byla při teplotě  $t = 20^{\circ}\text{C}$  naplněna kyslíkem pod tlakem  $p = 147 \cdot 10^5$  Pa (molární hmotnost kyslíku je  $M_m = 32$  g/mol,  $R = 8,31$  J/mol K.). Určete hmotnost kyslíku v láhvi.
- 4) Na jakou teplotu je třeba při konstantním tlaku ohřát plyn stálé hmotnosti, aby se jeho hustota v porovnání s hustotou při teplotě  $0^{\circ}\text{C}$  zmenšila 2krát?
- 5) Objem ideálního plynu o stálé teplotě  $T$  a hmotnosti  $m$  se zvětšil z hodnoty  $V_1$  na hodnotu  $V_2$ . Znázorněte tento děj v diagramu  $pV$ ,  $VT$ ,  $pT$  a  $UV$ .
- 6) Nádobka tvaru válce o výšce  $h = 30$  cm je uzavřena pohyblivým pístem. V nádobě je uzavřen plyn při tlaku  $p = 0,50$  MPa. Určete jeho tlak, zvětší-li se vnitřní objem nádoby posunutím pístu o  $\Delta h = 10$  cm. Předpokládáme konstantní teplotu během děje.
- 7) V nádobě o vnitřním objemu 10 litrů je uzavřen vzduch při tlaku  $10^5$  Pa. Nádobu spojíme krátkou trubicí s jinou nádobou o vnitřním objemu 5 litrů, ve které je vakuum. Určete výsledný tlak vzduchu při stálé teplotě. Objem spojovací trubice je vzhledem k objemu nádoby zanedbatelný.
- 8) V trubici, jejíž jeden konec je uzavřen, je rtuť o hustotě  $13,5 \cdot 10^3$  kg.m $^{-3}$ . Určete atmosférický tlak podle dvou poloh trubice (viz obr.). Předpokládejme, že teplota vzduchu uzavřeného sloupcem rtuti v trubici je v obou polohách stejná. ( $g = 9,8$  m.s $^{-2}$ )





- 9) Plyn má v počátečním stavu objem  $10^{-3} \text{ m}^3$  a tlak  $10^5 \text{ Pa}$ . Plyn přešel nejprve izotermickým dějem do stavu, v kterém byl jeho objem  $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ . V dalším ději se tlak plynu při stálém objemu zmenšil na poloviční hodnotu, kterou měl plyn ve stavu předcházejícím. Při posledním ději zůstal tlak plynu již stálý a plyn zvětšil svůj objem na  $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ .

Nakreslete graf vyjadřující tlak plynu stálé hmotnosti jako funkci jeho objemu a použitím grafu určete, při kterém z těchto dějů plyn vykonal největší práci. Jak se změnila teplota plynu při těchto dějích ?

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 9. Struktura a vlastnosti pevných látek a kapalin

Deformace tuhého tělesa, Hookův zákon, křivka deformace. Srovnajte vlastnosti pevných látek s kapalnými a plynnými látkami. Povrchová vrstva kapaliny, povrchové napětí, kapilární jevy. Teplotní objemová roztažnost kapalin.

- 1) Vypočtete, o kolik větší silou může být zatíženo lano o průměru 30 mm než lano o průměru 22 mm, je-li mez pevnosti lana v tahu 1,6 GPa.
- 2) Jaká je délka olověného drátu, který se přetrhne vlastní tíhou? Hustota olova je  $11\,400\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  a mez pevnosti v tahu 20 MPa.
- 3) Ocelový prut délky 300 cm a o obsahu příčného řezu  $1,25\text{ mm}^2$  se pod vlivem deformujících sil prodloužil o 8 mm. Jak velkou velikost mají deformující síly, které způsobily tuto pružnou deformaci? Modul pružnosti kalené oceli je 196 GPa.
- 4) Ocelová tyč, která má počáteční délku 2 m a průřez o obsahu  $1\text{ cm}^2$ , je na jednom konci upevněná a na druhém konci napínána silou 10 kN. Rozhodněte, zda je deformace tyče pružná a vypočítejte délku tyče po jejím prodloužení. Mez pružnosti použité oceli je 572 MPa, modul pružnosti v tahu je 200 GPa.
- 5) Kabina výtahu se pohybuje ve směru svislém vzhůru. Na niti upevněné u stropu kabiny je zavěšeno těleso o hmotnosti  $m = 100\text{ g}$ . S jakým maximálním zrychlením se může kabina pohybovat, aby se nit o průměru 1 mm ještě nepřetrhla? Mez pevnosti v tahu niti je 2,0 MPa, hmotnost niti zanedbáváme vzhledem k hmotnosti zavěšeného tělesa. ( $g = 9,81\text{ ms}^{-2}$ )
- 6) Jak velkou silou musíme napínat ocelovou tyč průřezu  $S = 1\text{ cm}^2$ , aby se prodloužila stejně jako při zahřátí o  $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ ? Koeficient teplotní roztažnosti je  $\alpha = 0,00001\text{ K}^{-1}$  a modul pružnosti v tahu  $E = 0,2\text{ TPa}$ .
- 7) Ocelová tyč se dotýká oběma svými konci pevných stěn. Vypočtete, jak se musí zvýšit její teplota, aby na stykové ploše tyče a stěny vznikl tlak 4,9 MPa. Modul pružnosti oceli v tahu je 200 GPa, součinitel teplotní délkové roztažnosti oceli je  $1,2\cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ .
- 8) Na obdélníkovém drátěném rámečku s pohyblivou příčkou o délce 6 cm je napnutá mýdlová blána. Povrchové napětí mýdlového roztoku je  $40\text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ . Vypočtete jak velkou silou udržíme příčku v rovnováze a jaký je přírůstek povrchové energie obou stran blány, posuneme-li příčku o 5 cm.
- 9) Jaký je přetlak v mýdlové bublině o průměru 2 cm, je-li povrchové napětí mýdlového roztoku  $0,040\text{ Nm}^{-1}$ .
- 10) Kapilárou o vnějším průměru 4 mm bylo odměřeno 100 kapek lihu o hmotnosti 1,81 g. Stejný počet kapek vody téže teploty odměřený stejnou kapilárou měl hmotnost 6,26 g. Určete povrchové napětí lihu, je-li povrchové napětí vody  $73\text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ .
- 11) V hliníkové nádrži automobilu pro dopravu pohonných látek je přepravován benzin o objemu  $5\text{ m}^3$ . Nádrž byla naplněna při teplotě  $20^\circ\text{C}$ . Během dopravy se vlivem slunečního záření ohřála na  $28^\circ\text{C}$ . Vypočtete objem benzínu, který by vytekl z nádrže v případě, že by nádrž byla zcela naplněna. Součinitel teplotní objemové roztažnosti benzínu je  $10^{-3}\text{ K}^{-1}$ , hliníku  $24\cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$ .

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 10. Skupenské přeměny látek

Popis jednotlivých skupenství a vzájemných přeměn - tání, tuhnutí, vypařování, var, kondenzace, sublimace, desublimace. Fázový diagram.

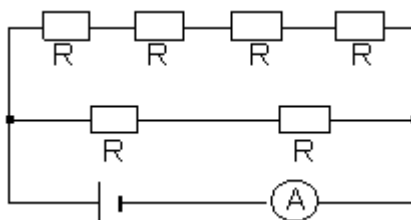
- 1) Vypočítejte teplo potřebné k tomu, aby se led o hmotnosti 2 kg a teplotě  $-10^{\circ}\text{C}$  přeměnil na vodu o teplotě  $50^{\circ}\text{C}$ . Měrná tepelná kapacita ledu je  $2,1 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , měrná tepelná kapacita vody je  $4,2 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  a měrné skupenské teplo tání ledu je  $334 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ .
- 2) Do kalorimetru s vodou o hmotnosti 5 kg a teplotě  $100^{\circ}\text{C}$  nasypeme kousky ledu o celkové hmotnosti 6 kg a teplotě  $0^{\circ}\text{C}$ . Popište stav soustavy po dosažení rovnovážného stavu. Tepelnou kapacitu kalorimetru a ztráty tepla do okolí neuvažujeme. ( $l_t = 334 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4186 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )
- 3) V kalorimetru je voda o hmotnosti 2 kg při teplotě  $17^{\circ}\text{C}$ . Určete hmotnost ledu o teplotě  $-10^{\circ}\text{C}$ , který je třeba vložit do vody, aby se její teplota snížila na  $7^{\circ}\text{C}$ . Tepelnou kapacitu kalorimetru a ztráty energie do okolí neuvažujeme. Měrná tepelná kapacita vody je  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4186 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , měrná tepelná kapacita ledu  $2100 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  a měrné skupenské teplo tání ledu  $334 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ .
- 4) V místnosti tvaru kvádrů, jejíž délka je 8 m, šířka 5 m, a výška 3 m je při teplotě  $15^{\circ}\text{C}$  relativní vlhkost vzduchu 60%. Jakou hmotnost mají vodní páry v místnosti? Hustota sytých vodních par v místnosti při teplotě  $15^{\circ}\text{C}$  je  $12,8 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ .
- 5) V kalorimetru o tepelné kapacitě  $120 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$  se nachází v rovnovážném stavu voda o hmotnosti 500 g a led o hmotnosti 10 g. Do kalorimetru ponoříme měděný váleček o hmotnosti 100 g a teplotě  $300^{\circ}\text{C}$ . Jaká bude výsledná teplota vody po opětovném vytvoření rovnovážného stavu? Tepelné ztráty do okolí zanedbejte. ( $l_t = 334 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $c(\text{H}_2\text{O}) = 4180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ,  $c(\text{Cu}) = 383 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )
- 6) V elektrickém kalorimetru byl zahříván led o hmotnosti 1,6 kg a počáteční teplotě  $t_1 = -6^{\circ}\text{C}$ . Za dobu  $T = 1 \text{ h}$  led roztál, vzniklá voda se ohřála na teplotu varu  $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$ , při které se 5% vody vypařilo. Teplota tání ledu je  $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ . Vypočítejte průměrnou účinnost topné spirály, má-li příkon  $P_0 = 0,5 \text{ kW}$ . ( $l_t = 334 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $l_v = 2,25 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $c_1(\text{led}) = 2100 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ,  $c(\text{voda}) = 4180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )

## DI3MK\_FYZ úlohy

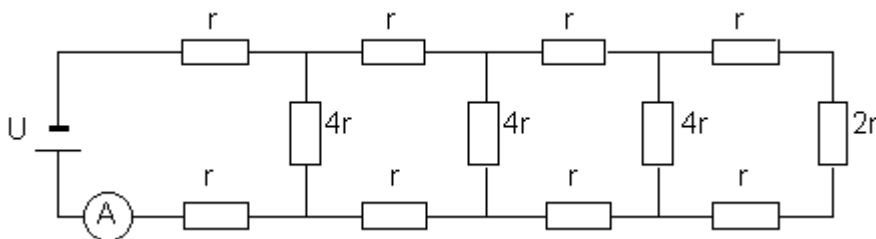
### 11. Elektrický proud v látkách, zákony stejnosměrného el. proudu

Mechanismus vedení el. proudu v kovech, elektrický proud. Ohmův zákon, Kirchhoffovy zákony. Měření napětí, proudu, odporu.

- 1) Šest stejných rezistorů, každý o odporu  $10\ \Omega$  je zapojeno do obvodu podle schématu. Svorkové napětí je  $24\ \text{V}$ . Určete, jaký proud naměříme na ampérmetru. Vnitřní odpor ampérmetru neuvažujte.

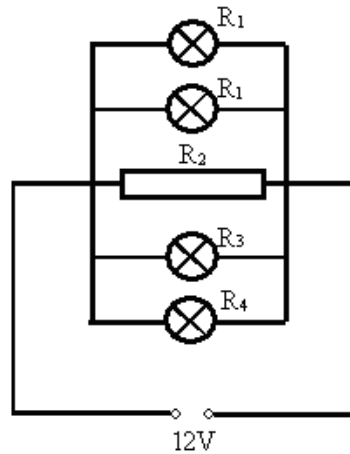


- 2) Jaký proud naměříme na ampérmetru v následujícím zapojení? ( $r = 100\ \Omega$ ,  $U = 50\ \text{V}$ ,  $R_A \rightarrow 0\ \Omega$ )

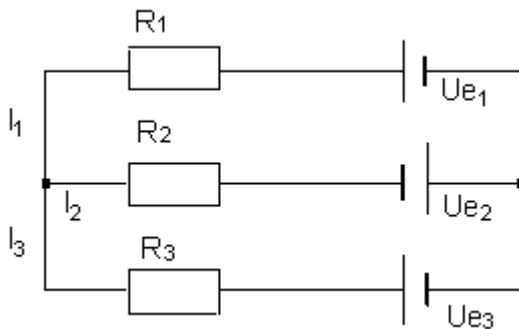


- 3) Ampérmetr s rozsahem do  $50\ \text{mA}$  má odpor  $0,2\ \Omega$ . Jaký bočník je třeba připojit k ampérmetru, chceme-li jím měřit proudy do  $1\ \text{A}$ ?
- 4) Voltmetr má při měřicím rozsahu  $1\ \text{V}$  odpor  $1\ \text{k}\Omega$ . S jakým předřadným rezistorem je třeba voltmetr spojit, aby se jeho měřicí rozsah zvětšil na  $100\ \text{V}$ ?
- 5) Třemi paralelně spojenými rezistory o odporech  $100\ \Omega$ ,  $220\ \Omega$  a  $390\ \Omega$  prochází celkový proud  $315\ \text{mA}$ . Jaké napětí je na rezistorech? Jaké proudy procházejí jednotlivými větvemi?
- 6) Jestliže byly ke zdroji o napětí  $24\ \text{V}$  připojeny dva rezistory sériově, procházel obvodem proud  $0,6\ \text{A}$ . Když byly tytéž rezistory spojeny paralelně, procházel obvodem proud  $3,2\ \text{A}$ . Určete odpor rezistorů.
- 7) K baterii o elektromotorickém napětí  $4,5\ \text{V}$  je připojen rezistor. Napětí na rezistoru je  $4,0\ \text{V}$  a obvodem prochází proud  $0,1\ \text{A}$ . Určete odpor rezistoru a vnitřní odpor baterie.
- 8) Napětí nezátížená automobilová baterie  $12,4\ \text{V}$  se při odběru proudu  $40\ \text{A}$  zmenšilo na  $11,2\ \text{V}$ . Jaký je vnitřní odpor baterie? Jaké napětí bychom naměřili při proudu  $60\ \text{A}$ ?
- 9) Určete vnitřní odpor a zkratový proud akumulátoru z těchto měření:
- Připojíme-li ke svorkám odpor  $R_1 = 1,8\ \Omega$ , prochází obvodem proud  $I_1 = 1,7\ \text{A}$ .
  - Připojíme-li ke svorkám odpor  $R_2 = 6,6\ \Omega$ , prochází obvodem proud  $I_2 = 0,5\ \text{A}$ .
- 10) Akumulátorová baterie má elektromotorické napětí  $U_e = 6,2\ \text{V}$ . Při odběru proudu  $I_1 = 5\ \text{A}$  jsme naměřili svorkové napětí  $U_1 = 6,1\ \text{V}$ . Jaké je svorkové napětí  $U_2$  při odběru proudu  $I_2 = 20\ \text{A}$ ? Jaký je zkratový proud baterie?

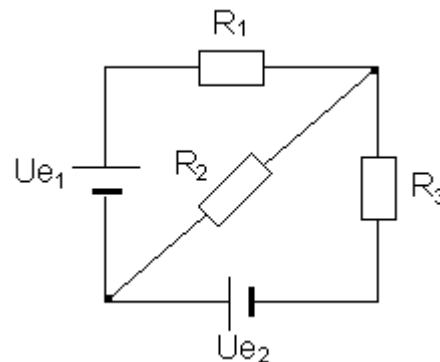
- 11) Ke zdroji o elektromotorickém napětí 3,15 V jsme připojili rezistor o odporu  $10\Omega$  a změřili jsme svorkové napětí 2,65 V. Jak se změní svorkové napětí, připojíme-li paralelně k prvnímu rezistoru druhý rezistor o stejném odporu?
- 12) Akumulátor automobilu o napětí  $U = 12\text{ V}$  dodává proud dvěma žárovkám (každá má odpor  $R_1 = 9\Omega$ ), dále klaksonu s odporem  $R_2 = 2\Omega$  a dalším dvěma žárovkám, z nichž každá má příkon  $P = 10\text{ W}$ . Vypočítejte, jaký proud se z akumulátoru odebírá, jsou-li všechny uvedené spotřebiče zapojeny paralelně.



- 13) V síti jsou tři ideální zdroje a tři rezistory (obr. 1).  $U_{e1} = 8\text{ V}$ ,  $U_{e3} = 5\text{ V}$ ,  $R_1 = 2\Omega$ ,  $R_2 = 4\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$ ,  $I_2 = 1\text{ A}$ . Určete hodnoty proudů  $I_1$ ,  $I_3$ , a napětí  $U_{e2}$ .



obr. 1



obr.2

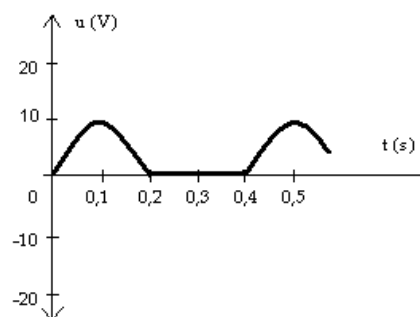
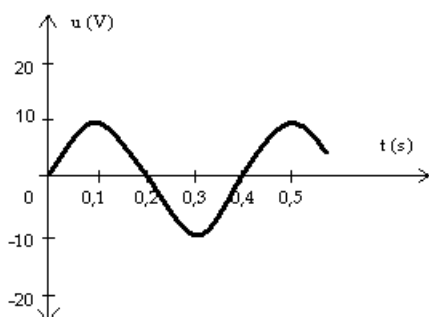
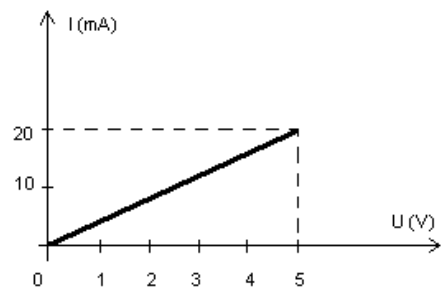
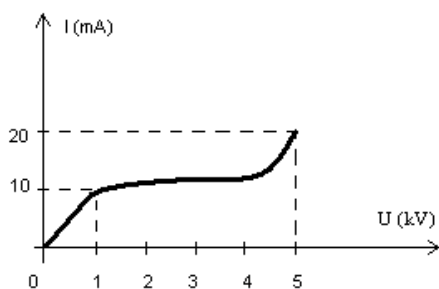
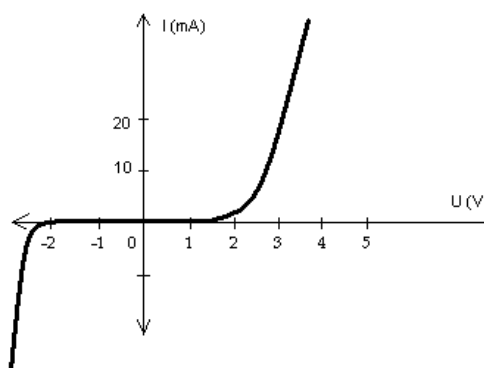
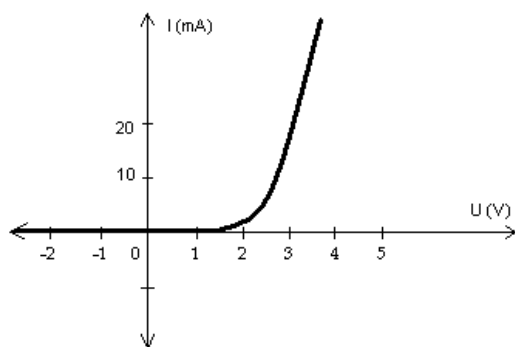
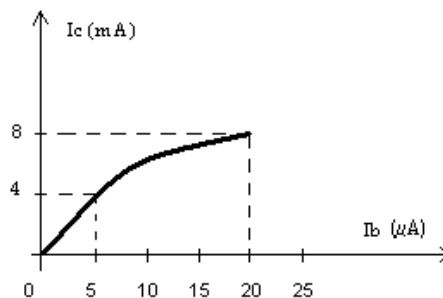
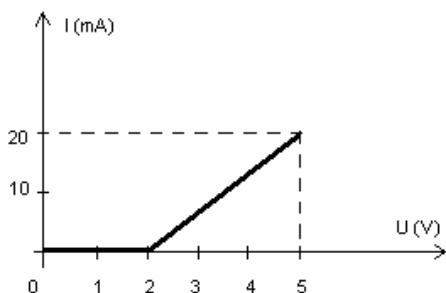
- 14) V síti jsou dva ideální zdroje napětí a tři rezistory (obr. 2).  $U_{e1} = 12\text{ V}$ ,  $U_{e2} = 6\text{ V}$ ,  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 100\Omega$ . Odpor rezistoru  $R_3$  zvolte tak, aby proud ve větvi s rezistorem  $R_2$  byl nulový.

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 12. Vedení el. proudu v polovodičích

Vodivost vlastní a nevlastní (příměsová), polovodiče typu N a P. Diodový jev, tranzistory, využití v praxi.

1) Z níže znázorněných VA charakteristik vyberte charakteristiky diod. Určete jejich prahová napětí, u Zenerovy diody Zenerovo napětí. Z převodní charakteristiky tranzistoru určete jeho proudový zesilovací činitel. Popište ostatní grafy a získejte z nich informace, které z nich získat lze. Nakreslete schéma jednocestného, případně dvojcestného usměrňovače.



## DI3MK\_FYZ úlohy

### 13. Vedení el. proudu v elektrolytech, v plynech a ve vakuu

Mechanismus vedení, Faradayovy zákony elektrolýzy, galvanické články, využití v praxi. Ionizace, výboje, katodové záření. Termoemise elektronů.

- 1) Poniklování kovové destičky, která má povrch  $100 \text{ cm}^2$ , trvalo při proudu  $0,5 \text{ A}$  tři hodiny. Vypočítejte tloušťku niklové vrstvy, která se na destičce vytvořila. Faradayova konstanta má hodnotu  $9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ , relativní atomová hmotnost niklu je  $58,7$ . K vyloučení jedné molekuly niklu je třeba dvou elektronů ( $v=2$ ). Hustota niklu je  $8,9 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .
- 2) 25 lžic, z nichž každá má povrch  $0,8 \text{ dm}^2$ , je potřeba elektrolyticky postříbit tak, aby stříbrný povlak každé lžice měl hmotnost  $5 \text{ g}$ . Dovolená proudová hustota je  $0,3 \text{ A} \cdot \text{dm}^{-2}$ . Jak dlouho je třeba pokovovat? Elektrochemický ekvivalent stříbra je  $1118 \cdot 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- 3) Jak dlouho musí roztokem  $\text{NiSO}_4$  procházet proud  $5 \text{ A}$ , aby se na katodě o povrchu  $2,1 \text{ dm}^2$  vyloučila vrstva niklu silná  $0,02 \text{ mm}$ ? Hustota niklu je  $8900 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , relativní atomová hmotnost niklu je  $58,7$ . Hodnota Faradayovy konstanty je  $9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ .
- 4) Při pokusu s elektrolýzou zředěné kyseliny sírové v nádobě s uhlíkovými elektrodami mělo rozkladné napětí hodnotu  $U_r = 2,2 \text{ V}$ . Při napětí  $U = 3,5 \text{ V}$  procházel proud  $2,8 \text{ A}$ . Určete měrný elektrický odpor elektrolytu, jestliže elektrolytický vodič měl průřez  $30 \text{ cm}^2$  a elektrody byly od sebe vzdáleny  $4 \text{ cm}$ .
- 5) Elektron se pohybuje souhlasně se směrem intenzity homogenního elektrického pole. Jakou vzdálenost urazí, než se úplně zastaví, má-li jeho počáteční rychlost velikost  $10^4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  a velikost intenzity elektrického pole je  $300 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ ?
- 6) Elektrony urychlené napětím  $U_1 = 3000 \text{ V}$  prolétají mezi rovnoběžnými vychylovacími destičkami, jejichž délka je  $20 \text{ mm}$  a vzdálenost  $5 \text{ mm}$ . Vychylovací napětí mezi nimi je  $U_2 = 150 \text{ V}$ . Počáteční poloha elektronů je při vstupu mezi destičky na podélné ose destiček. Spočítejte, o jaký úhel se rychlost elektronů odchýlí od původního směru a v jaké vzdálenosti od podélné osy elektrony opouští vychylovací destičky. ( $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ )

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 14. Stacionární magnetické pole

Magnetické pole jako další silové pole, síla působící v mag. poli na vodiče s proudem, mag. indukce, síla mezi dvěma rovnoběžnými vodiči. Magnetická indukce magnetického pole vodiče, smyčky a cívky s proudem. Částice s nábojem v mag. poli, Hallův jev. Látka v magnetickém poli.

- 1) Dvěma velmi dlouhými rovnoběžnými vodiči, umístěnými ve vzduchu ( $\mu = \mu_0$ ) ve vzájemné vzdálenosti 16 cm, procházejí elektrické proudy se stejnými hodnotami 10 A. Vypočítejte velikost magnetické indukce  $B$  v bodě, který leží uprostřed mezi vodiči, mají-li proudy opačný směr. ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$ )
- 2) Dvěma velmi dlouhými, rovnoběžnými vodiči, umístěnými ve vakuu ve vzájemné vzdálenosti 16 cm procházejí shodně orientované proudy  $I_1 = 20 \text{ A}$ ,  $I_2 = 5 \text{ A}$ . Určete:
  - a) velikost a směr vektoru magnetické indukce výsledného magnetického pole v bodě uprostřed mezi vodiči
  - b) množinu bodů, v níž je magnetická indukce výsledného magnetického pole nulová. ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$ )
- 3) Dvě cívky jsou navinuty těsně na sobě. Jejich společná délka je 6 cm. První cívka má  $N_1 = 280$  závitů a druhá  $N_2 = 140$  závitů. Oběma cívkami prochází proud 0,5 A. Vypočítejte velikost magnetické indukce  $B$  uvnitř cívek při stejném směru proudu v cívkách. Relativní permeabilita společného jádra je  $\mu_r = 600$ . ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$ ).
- 4) Z vodiče o délce 10 m zhotovíme válcovou cívku se 100 závitů a délkou 16 cm. Cívkou prochází proud 3,0 A.
  - a) Jak velká je magnetická indukce uprostřed dutiny cívky?
  - b) Z cívky odstříhneme polovinu závitů a upravíme ji při nezměněném poloměru tak, aby měla původní délku 16 cm. Jaký proud musí procházet cívkou, aby uprostřed její dutiny byla opět stejná magnetická indukce?
- 5) V homogenním magnetickém poli, jehož indukční čáry jsou svislé, je na dvou vláknech zavěšen vodič délky 20 cm a hmotnosti 40 g. Konce vodiče jsou připojeny ke zdroji proudu pomocí ohebných přívodů, které jsou vně pole. Hmotnost přívodů zanedbáváme. Vodičem prochází proud 20 A a magnetické pole má magnetickou indukci o velikosti 0,1 T. Určete úhel, o jaký se vychýlí závěs ze svislého směru.
- 6) Na vodorovných vodivých tyčích ve vzájemné vzdálenosti 6 cm leží kolmo k tyčím volně pohyblivý vodič o hmotnosti 50 g. Tyče jsou umístěny v homogenním magnetickém poli o magnetické indukci 60 mT, jehož magnetické indukční čáry jsou svislé. Určete velikost proudu, který musí procházet tyčí, aby se začala pohybovat. Součinitel smykového tření mezi vodičem a tyčemi je 0,1.
- 7) Proton se pohybuje rychlostí o velikosti  $10^6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  v homogenním magnetickém poli, kolmo k vektoru magnetické indukce, jehož velikost je 1,0 T.
  - a) Určete směr síly působící na proton
  - b) Vypočítejte velikost této síly
  - c) Po jaké trajektorii se tento proton bude pohybovat?
- 8) Homogenní magnetické a elektrické pole mají navzájem kolmé magnetické indukční čáry a elektrické siločáry. Magnetické pole má magnetickou indukci 1 mT a elektrické pole má intenzitu  $0,5 \text{ kV}\cdot\text{m}^{-1}$ . Určete, jakou rychlostí a kterým směrem se musí pohybovat elektron, aby se v tomto silovém poli pohyboval přímočaře.
- 9) Vypočítejte urychlovací napětí, které je třeba v cyklotronu, aby proton v magnetickém poli o magnetické indukci o velikosti  $B = 1,3 \text{ T}$  opisoval kružnici o poloměru 0,48 m. ( $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ )



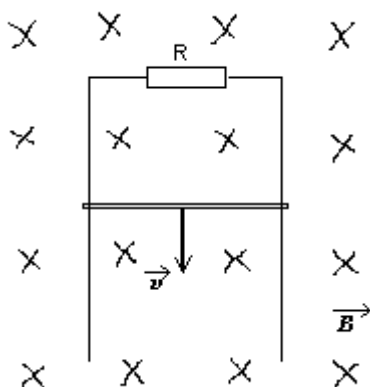
- 10) Elektron pohybující se rychlostí o velikosti  $v = 6 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  vletí do homogenního magnetického pole s indukcí o velikosti  $B = 10^{-4} \text{ T}$ . Vektor magnetické indukce je kolmý na směr vektoru rychlosti elektronu. Elektron se bude pohybovat po kružnici o poloměru  $r$ . Určete periodu pohybu  $T$ . ( $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ )

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 15. Nestacionární magnetické pole

Elektromagnetická indukce, Faradayův zákon elektromagnetické indukce, Lenzův zákon, vlastní indukce. Vířivé proudy.

- 1) Vypočítejte vlastní indukčnost cívky  $L$ , která má 1 200 závitů, jestliže se rovnoměrnou změnou proudu o  $\Delta I = 2\text{ A}$  indukční tok průřezem cívky změní o  $\Delta \Phi = 5 \cdot 10^{-4}\text{ Wb}$ .
- 2) Konce rovinného závitu, jehož plocha má obsah  $S = 100\text{ cm}^2$ , jsou připojeny ke svorkám kondenzátoru o kapacitě  $C = 10\text{ }\mu\text{F}$ . Závít je umístěn v magnetickém poli tak, že jeho rovina je kolmá k magnetickým indukčním čarám. Velikost magnetické indukce se rovnoměrně mění v závislosti na čase tak, že  $\Delta B/\Delta t = 5 \cdot 10^{-3}\text{ T}\cdot\text{s}^{-1}$ . Vypočtete velikost náboje  $Q$  na kondenzátoru.
- 3) Kolik závitů má mít válcová cívka, aby se na ní indukovalo napětí se střední hodnotou  $10\text{ V}$ , změní-li se v její dutině magnetický indukční tok z  $0,024\text{ Wb}$  na  $0,056\text{ Wb}$  během doby  $0,32\text{ s}$ ?
- 4) Válcová cívka s celkovým odporem  $160\text{ }\Omega$  má 1000 závitů a obsah příčného řezu  $40\text{ cm}^2$ . Cívka je umístěna v homogenním magnetickém poli tak, že její osa je rovnoběžná s indukčními čarami. Velikost magnetické indukce pole se rovnoměrně mění v závislosti na čase tak, že  $\Delta B/\Delta t = 10^{-3}\text{ T}\cdot\text{s}^{-1}$ . Určete teplo, které v cívce vznikne za dobu  $30\text{ s}$ .
- 5) Kovový prsteneček s poloměrem  $10\text{ cm}$  je v magnetickém poli tak, že normála k jeho ploše svírá s indukčními čarami úhel  $\alpha = 60^\circ$ . Velikost magnetické indukce magnetického pole se rovnoměrně mění po dobu  $\Delta t = 0,5\text{ s}$  z hodnoty  $B_1 = 0,45\text{ T}$  na hodnotu  $B_2 = 0,35\text{ T}$ . Určete elektrický proud, který protéká prstencem, jestliže jeho odpor je  $R = 0,50\text{ }\Omega$ .
- 6) Dva svislé rovnoběžné vodiče se vzájemnou vzdáleností  $l = 50\text{ cm}$  mají horní konce vzájemně spojeny rezistorem  $R$ . Vodiče jsou uloženy v homogenním magnetickém poli kolmo ke směru magnetické indukce o velikosti  $B = 0,1\text{ T}$ . Podél vodičů se pohybuje směrem dolů vlivem tíhové síly, bez tření, ale rovnoměrným pohybem rychlostí o velikosti  $v = 1,0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  kovová tyč, která vodiče spojuje oba vodiče. Hmotnost této tyče je  $m = 1,0\text{ g}$ . Odpor vodičů můžeme zanedbat. Určete odpor rezistoru  $R$ . ( $g = 9,81\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ )



## DI3MK\_FYZ úlohy

### 16. Kmitavý pohyb

Vznik a charakteristika pohybu. Porovnání mechanického a elektromagnetického oscilátoru. Kmity vlastní a nucené, rezonance.

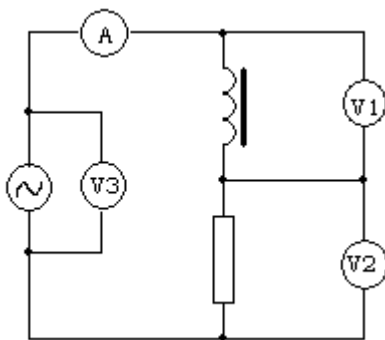
- 1) Číselná hodnota okamžité výchylky harmonického kmitání je dána vztahem  $y = 0,2 \cdot \sin 2,5 \cdot \pi t$ . V tomto vztahu číselné hodnoty odpovídají hodnotám fyzikálních veličin vyjádřených v nenásobných jednotkách SI. Určete amplitudu výchylky, počáteční fázi, periodu a frekvenci kmitání. Znázorněte graf závislosti okamžité výchylky na čase ve vhodném měřítku.
- 2) Kmitání harmonického oscilátoru je popsáno rovnicí  $y = 0,05 \sin(140t + 0,8)$ . Vypočtěte, v jakém čase poprvé od započetí měření ( $t = 0$  s), byla okamžitá výchylka rovna polovině výchylky maximální.
- 3) Mechanický oscilátor kmitá harmonicky s amplitudou výchylky 2 cm a jeho energie kmitání je  $3 \cdot 10^{-4}$  J. Určete okamžitou výchylku, při níž na těleso oscilátoru působí síla o velikosti  $2,25 \cdot 10^{-2}$  N.
- 4) Amplituda výchylky harmonického kmitavého pohybu závaží na pružině je 0,02 m a doba kmitu je 1 s. Napište rovnici pro okamžitou výchylku. Jak dlouho trvá pohyb závaží z rovnovážné polohy do polohy krajní? Za jakou dobu vykoná závaží první polovinu této dráhy? Za jakou dobu vykoná druhou polovinu uvažované dráhy?
- 5) Vodorovná deska kmitá ve svislém směru s amplitudou výchylky 7,5 mm. Jaká může být maximální frekvence  $f_{max}$  kmitání desky, aby se předmět, volně na ní položený od desky neodděloval?
- 6) Na desce leží závaží o hmotnosti 2 kg. Deska koná harmonický kmitavý pohyb ve svislém směru s periodou 0,5 s a amplitudou 3 cm. Vyjádřete maximální velikost síly, kterou závaží tlačí během kmitání na desku.
- 7) Kondenzátor oscilačního obvodu má kapacitu  $1,0 \mu\text{F}$ . Určete indukčnost cívky oscilačního obvodu, při které by frekvence vlastního kmitání obvodu byla 1,0 kHz. Určete vlnovou délku elektromagnetických vln, které tento oscilační obvod vysílá.
- 8) Oscilační obvod se skládá z cívky s vlastní indukčností  $60 \mu\text{H}$  a z deskového kondenzátoru o ploše  $4 \text{ cm}^2$ . Desky kondenzátoru jsou odděleny parafínovým papírem o tloušťce 0,05 mm. Určete frekvenci  $f$  elektromagnetického kmitání obvodu, je-li jeho odpor zanedbatelný.  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$ ,  $\epsilon_r(\text{parafín}) = 2,2$

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 17. Střídavý proud

Vznik a charakteristiky střídavého proudu. Obvody střídavého proudu. Výkon střídavého proudu.

- 1) V sériovém RLC obvodu platí, že při frekvenci proudu 50 Hz je indukance dvakrát větší než kapacitance. Při jaké frekvenci  $f'$  nastane rezonance?
- 2) Prvky sériového RLC obvodu mají parametry:  $R = 600\Omega$ ,  $L = 0,5\text{ H}$ ,  $C = 0,2\ \mu\text{F}$ . Vypočítejte impedanci obvodu při frekvenci 400 Hz.
- 3) Na svorkách zdroje střídavého napětí o výkonu 8 kW je amplituda napětí 311 V a připojeným obvodem prochází proud o amplitudě 71 A. Určete fázový rozdíl napětí a proudu v obvodu.
- 4) Kondenzátor o kapacitě  $4,0\ \mu\text{F}$  je připojen do obvodu střídavého proudu o frekvenci 50 Hz. Jakou indukčnost by musela mít cívka, která by v obvodu střídavého proudu měla indukanci stejné hodnoty, jakou má kapacitance kondenzátoru?
- 5) Cívkou v obvodu stejnosměrného proudu prochází při napětí 4 V proud 0,5 A. V obvodu střídavého proudu o napětí 9 V a frekvenci 50 Hz jí prochází proud 180 mA. Určete indukčnost cívky.
- 6) Obvod střídavého proudu je tvořen sériovým spojením rezistoru o odporu  $40\ \Omega$ , cívky o indukčnosti  $80\ \Omega$  a kondenzátoru o kapacitanci  $50\ \Omega$ . Obvod je připojen ke zdroji střídavého napětí 120 V o frekvenci 50 Hz. Urči proud, který obvodem prochází a napětí na všech obvodových prvcích.
- 7) V obvodu na obrázku má cívka indukčnost 48 mH a rezistor má odpor  $8,0\ \Omega$ . Jaké hodnoty veličin budou ukazovat měřící přístroje, jestliže voltmetr V3 ukazuje napětí 34 V a frekvence střídavého proudu je 50 Hz? Určete fázový rozdíl mezi napětím a proudem.



- 8) Obvod střídavého proudu je tvořen sériovým spojením rezistoru o odporu  $40\ \Omega$ , cívky o indukčnosti  $0,40\text{ H}$  a kondenzátoru o kapacitě  $16\ \mu\text{F}$ . Obvod je připojen ke zdroji střídavého napětí o amplitudě 12 V a frekvenci 50 Hz. Určete amplitudu proudu v obvodu. Nakreslete fázorový diagram obvodu a určete fázový rozdíl mezi napětím a proudem v obvodu.
- 9) Při napětí  $U = 24\text{ V}$  protéká cívkou stejnosměrný proud  $I = 0,1\text{ A}$ . Při napětí  $U' = 120\text{ V}$  protéká stejnou cívkou střídavý proud  $I' = 0,05\text{ A}$ . Vypočítejte fázový posuv  $\varphi$  napětí a proudu při frekvenci  $f = 500\text{ Hz}$ .
- 10) Do obvodu střídavého proudu o frekvenci  $f = 50\text{ Hz}$  je zapojena tlumivka o indukčnosti  $L = 1,5\text{ H}$  a odporu  $R = 150\ \Omega$ . Jakou kapacitu  $C$  musí mít kondenzátor připojený sériově k tlumivce, aby fázový rozdíl napětí a proudu  $\varphi$  byl nulový?

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 18. Střídavý proud v energetice

Generátory, trojfázový proud, elektromotory. Transformátory, výroba a přenos el. energie na dálku.

- 1) Transformátor s transformačním poměrem 0,2 a účinností 60% je připojen ke zdroji střídavého napětí 230 V. Transformátor dodává do spotřebiče výkon 5 kW. Určete proud tekoucí v primárním vinutí transformátoru.
- 2) Primární cívka transformátoru má 2400 závitů, sekundární cívka má 120 závitů. Napětí na primární cívce je 2200 V a příkon 2 kW. Jaká je velikost proudu v sekundární cívce, je-li účinnost transformátoru 90 % ?
- 3) Příkon transformátoru je 800W, účinnost 96%. Jaký proud prochází sekundárním vinutím, ke kterému je připojen rezistor, jestliže sekundární napětí je 100V?
- 4) Na svorky primární cívky transformátoru s 600 závity je připojeno síťové napětí 230 V. Na svorkách sekundární cívky je napětí 4600 V a proud 0,02 A. Účinnost transformátoru je 98%. Transformátor byl v provozu 2,5 h. Určete množství tepla  $Q$ , které bylo předáno do okolí.
- 5) Na jádru transformátoru jsou navinuty dvě cívky A a B. Jestliže cívku A připojíme ke zdroji střídavého napětí, naměříme na cívce B napětí 13,3 V. Jestliže k témuž zdroji připojíme cívku B, naměříme na cívce A napětí 120 V. Určete transformační poměr  $k$  za předpokladu, že A je primární cívka, B sekundární.
- 6) Transformátor chlazený olejem transformuje příkon 10 MW s účinností 98%. Určete teplotu oleje na výstupu z transformátoru, je-li jeho vstupní teplota 18°C. Olej má hustotu 960 kg.m<sup>-3</sup>, měrnou tepelnou kapacitu 2090 J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> a za sekundu transformátorem proteče 2,1 litrů oleje.
- 7) Pro okamžité hodnoty napětí a proudu v obvodu střídavého proudu platí rovnice:  $u = 310\sin(100\pi t)$  V,  $i = 0,7\sin(100\pi t + \pi/3)$  A. Určete:
  - a) efektivní hodnoty napětí a proudu
  - b) frekvenci střídavého proudu
  - c) činný výkon střídavého prouduNakreslete fázorový diagram napětí a proudu v obvodu (volte vhodné měřítko). Rozhodněte, zda má obvod střídavého proudu vlastnosti indukčnosti nebo kapacitance.

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 19. Vlnění

Vznik a druhy, vlnění mechanická a elektromagnetická. Zvuk a jeho vlastnosti.

- 1) Vlnění o frekvenci 450 Hz se šíří fázovou rychlostí o velikosti  $360 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ve směru přímky  $p$ . Jaký je fázový rozdíl kmitavých pohybů dvou bodů, které leží na přímce  $p$  a mají vzájemnou vzdálenost 20 cm?
- 2) Jak daleko je vzdálen pozorovatel od místa výbuchu na hladině jezera, jestliže k němu dorazí zvuk vzduchem o 5 s později než vodou? Velikost rychlosti zvuku ve vzduchu je  $330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ve vodě  $1450 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- 3) Interferencí dvou postupných, opačnými směry se šířících vlnění o stejných frekvencích 475 Hz a stejných amplitudách vzniká stojaté vlnění. Vzájemná vzdálenost sousedních uzlů je 1,5 m. Určete velikost rychlosti postupného vlnění v daném prostředí.
- 4) Pro okamžitou výchylku kmitajícího zdroje vlnění platí vztah  $y = 0,03 \sin 20\pi t$  za předpokladu, že délku vyjadřujeme v metrech a čas v sekundách. Velikost fázové rychlosti vlnění je  $200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Určete:
  - a) periodu kmitů
  - b) okamžitou výchylku bodu, který leží ve vzdálenosti 5,0 m od zdroje, v čase 0,1 s od začátku kmitání zdroje.
- 5) Postupná harmonická vlna je popsána rovnicí  $\{y\} = 5000 \cdot \sin 2\pi(150\{t\} - 2,5\{x\})$ . Určete amplitudu výchylky, amplitudu rychlosti kmitání jednotlivých bodů, rychlost, vlnovou délku a frekvenci vlnění. S jakým fázovým rozdílem kmitají dva body, jejichž vzájemná vzdálenost je 10 cm?
- 6) Zvuková vlna je popsána rovnicí  $\{y\} = 50 \cdot \sin 2\pi(450\{t\} - 1,4\{x\})$ . Určete amplitudu výchylky, frekvenci, vlnovou délku a rychlost vlnění. Urči, jaká je okamžitá výchylka bodu ve vzdálenosti 10 metrů od zdroje vlnění v čase 10 sekund.
- 7) Podél přímky postupuje vlnění s periodou 0,25 s rychlostí o velikosti  $68 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . V čase 10 s od začátku kmitání zdroje vlnění má bod ležící ve vzdálenosti 43 m od zdroje okamžitou výchylku 3,0 cm. Jaká je v tomto čase okamžitá výchylka bodu, který je ve vzdálenosti 45 m od zdroje? Jaký je fázový rozdíl kmitavých pohybů obou bodů?
- 8) Oscilační obvod přijímače je laděn na příjem vysílání přenášeného elektromagnetickým vlněním o vlnové délce 5 m. Určete indukčnost cívky oscilačního obvodu, je-li jeho kapacita 20 pF.
- 9) Na jakou vlnovou délku je naladěn oscilační obvod přijímače, který se skládá z cívky o indukčnosti 2 mH a deskového kondenzátoru? Desky kondenzátoru jsou ve vzájemné vzdálenosti 1 cm, obsah plochy desek je  $800 \text{ cm}^2$  a relativní permitivita dielektrika mezi deskami je 11.

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 20. Optická zobrazení

Zobrazení odrazem (zrcadla), lomem (čočky). Zobrazovací rovnice kulových zrcadel a čoček. Optické přístroje.

- 1) Dvě rovinná zrcadla svírají úhel  $\omega = 60^\circ$ . Na jedno z nich dopadá světelný paprsek pod úhlem dopadu  $\alpha = 20^\circ$ . Určete: a) úhel odrazu  $\beta$  paprsku vystupujícího ze zrcadel b) odchylku  $\varepsilon$  paprsku vystupujícího ze zrcadel od paprsku do nich vstupujícího.
- 2) V jaké vzdálenosti od dutého kulového zrcadla s ohniskovou vzdáleností 3 cm se musí umístit předmět, abychom získali skutečný obraz 5 krát větší než předmět?
- 3) V jaké vzdálenosti od vypuklého kulového zrcadla s ohniskovou vzdáleností  $f = -0,2$  m je předmět, je-li jeho obraz neskutečný a dvakrát menší než předmět?
- 4) Na dně nádoby naplněné vodou do výšky 10 cm je umístěn bodový zdroj světla. Na hladině vody plove kruhová neprůhledná deska, jejíž střed je nad zdrojem světla. Jaký nejmenší poloměr musí mít deska, aby z vody nad hladinu nevycházelo žádné světlo? Index lomu vody je  $4/3$ .
- 5) Předmět je vzdálen 60 cm od vrcholu dutého zrcadla s poloměrem křivosti 40 cm. Určete polohu obrazu a jeho zvětšení, z hodnoty zvětšení určete vlastnosti obrazu. Výsledek ověřte geometrickou konstrukcí.
- 6) Jak vysoké musí být rovinné zrcadlo zavěšené svisle na stěnu, aby člověk vysoký 170 cm stojící 2 m od zrcadla viděl v zrcadle celou svoji postavu. Oči pozorovatele jsou ve svislé vzdálenosti 10 cm od temene hlavy. V jaké výšce od podlahy musí být dolní a horní okraj zrcadla?
- 7) Na dně potoka je ryba v hloubce  $h = 40$  cm. Chceme ji zasáhnout střelou z pušky. Míříme-li přesně na rybu, svírá tento směr s vodorovnou rovinou úhel  $\varphi = 60^\circ$ . V jaké vzdálenosti  $\Delta x$  od ryby se trefíme do dna za předpokladu, že bychom rybu zasáhli, kdyby nebylo vody? (Index lomu vody 1,33)
- 8) Při fotografování automobilu o délce 4 m je film ve fotografickém aparátu ve vzdálenosti 6 cm od objektivu. V jaké vzdálenosti od objektivu byl automobil, jestliže na negativu měl délku 3,2 cm.
- 9) Jakou optickou mohutnost musejí mít brýle pro:
  - a) krátkozraké oko, jehož blízký bod je ve vzdálenosti 10 cm od oka
  - b) pro dalekozraké oko, jehož blízký bod je 50 cm od oka?
- 10) Předmět o výšce  $h = 0,05$  m stojí kolmo k optické ose ve vzdálenosti  $a = 0,25$  m od spojné čočky. Na matnici se vytvoří ostrý obraz předmětu. Posuneme-li čočku o vzdálenost  $a$  k matnici, vytvoří se opět ostrý obraz. Určete ohniskovou vzdálenost  $f$  čočky.
- 11) Kůl výšky  $L = 6$  m vyčnívá svojí čtvrtinou nad hladinu čistého rybníka na kterou dopadají sluneční paprsky pod úhlem  $\alpha = 60^\circ$ . Jak dlouhý je stín celého kůlu vržený na dno rybníka? Index lomu vody je  $n = 1,33$ .

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 21. Vlnové vlastnosti světla

Interference (Youngův pokus, interference na tenké vrstvě, Newtonova skla), ohyb (na hraně, dvojštěrbíně a opt. mřížce), polarizace světla.

- 1) Na optickou mřížku s periodou  $3 \cdot 10^{-4}$  cm dopadá světlo o vlnové délce 550 nm. Určete úhly odpovídající směrům ohybových maxim 1., 2. a 3. řádu.
- 2) Světlo se odráží na rozhraní vzduch - sklo (index lomu 1,5) a je po odrazu úplně polarizováno. Určete úhel dopadu.
- 3) Na hladině vody je olejová skvrna tloušťky  $2,75 \cdot 10^{-7}$  m. Jakou barvu bude mít skvrna v odraženém bílém světle dopadajícím na skvrnu kolmo? ( index lomu oleje 1,5 a vody 1,3 )
- 4) Ploskovypuklá čočka ležící na rovinné skleněné desce byla kolmo osvětlena monofrekvenčním světlem. Na ploché straně čočky pozorujeme Newtonovy interferenční kroužky, přičemž poloměr prvního kroužku je 1,0 mm. Poloměr křivosti čočky je 4,002 m. Jaká je vlnová délka dopadajícího monofrekvenčního světla?
- 5) Kolik vrypů na 1 mm má optická mřížka, jestliže se světlo o vlnové délce 589,6 nm ve druhém maximum odchyluje od směru kolmého k rovině mřížky o úhel  $43^{\circ}15'$ ?
- 6) Na mýdlovou bublinu dopadá kolmo paprsek bílého světla. Vypočtete tloušťku bubliny, jestliže maximum 1. řádu nastane pro zelenou barvu o vlnové délce  $\lambda = 0,53 \mu\text{m}$ . Index lomu mýdlového roztoku je  $n = 1,33$ .
- 7) Jaká je vlnová délka použitého světla při Youngově pokusu, jestliže vzdálenost štěrbin ze kterých vycházejí koherentní interferující paprsky je 0,6 mm a jestliže interferenční pásy na stínítku, vzdáleném od štěrbin 1 m jsou od sebe vzdálené  $\Delta d = 1 \text{ mm}$  ?
- 8) Diamantová destička je osvětlena fialovou složkou světla (frekvence fialové složky světla je  $0,75 \cdot 10^{15}$  Hz). Určete vlnovou délku fialové složky světla ve vakuu a v diamantu (index lomu diamantu je 2,465).
- 9) Na ohybovou mřížku s mřížkovou konstantou  $4 \mu\text{m}$  dopadá kolmo monofrekvenční světlo. Určete jeho vlnovou délku, jestliže úhel mezi spektry druhého a třetího řádu je  $2^{\circ}30'$ . (Při řešení využij toho, že pro malé úhly  $\alpha$  platí  $\sin \alpha = \alpha$ .)



## DI3MK\_FYZ úlohy

### 22. Elektromagnetické záření a jeho energie

Přehled elektromagnetických záření. Tepelné záření, infračervené a ultrafialové záření. Rentgenové záření. Energie elektromagnetického záření.

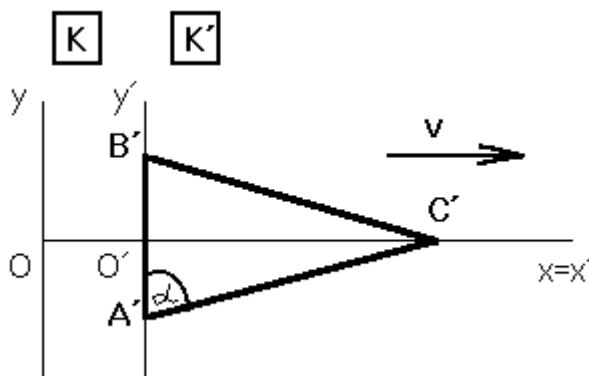
- 1) Vysílač elektromagnetických vln s výkonem 1,0 kW pracuje na kmitočtu 880 kHz. Kolik fotonů emituje za 1 s? Planckova konstanta je  $6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s
- 2) Jakému druhu monofrekvenčního elektromagnetického záření přísluší fotony o energii  $1,92 \cdot 10^{-18}$  J? Jaká je jejich energie vyjádřená v elektronvoltech? Planckova konstanta je  $6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s, rychlost světla ve vakuu je  $3 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>.
- 3) He-Ne laser o výkonu 2mW vysílá elektromagnetické záření o vlnové délce 632,8 nm. Určete energii a velikost hybnosti emitovaných fotonů. Kolik fotonů vyzáří laser za 1 s? Planckova konstanta je  $6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s, rychlost světla ve vakuu je  $3 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>.
- 4) Lidské oko je nejcitlivější na vlnovou délku 555 nm. Při jaké teplotě (v Kelvinech) připadá na tuto vlnovou délku maximum vyzařování černého tělesa? Jaká je energie jednoho fotonu žlutého světla v elektronvoltech? ( $b = 2,9 \cdot 10^{-3}$  m.K,  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  J.s)
- 5) Lidské oko vnímá již při nepatrném výkonu  $1,7 \cdot 10^{-18}$  W. Vlnová délka žlutého světla je 580 nm. Kolik fotonů přitom dopadá na sítnici oka za 1 sekundu? Jaká je energie jednoho fotonu v elektronvoltech? ( $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  J.s,  $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C)
- 6) Hvězda má povrchovou teplotu 30 000 K. Na jakou vlnovou délku připadá maximum vyzáření energie a do jaké oblasti elektromagnetického spektra tato vlnová délka přísluší? Jaká je intenzita vyzařování? ( $b = 2,9 \cdot 10^{-3}$  m.K,  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$  W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-4</sup>)
- 7) Žárovka s příkonem 100 W a účinností 2% visí v noci na stromě uprostřed louky ve vzdálenosti 1 km od nás. Spočtete, kolik fotonů dopadne na sítnici našeho oka za 1 s. Průměr zorniček je 1 mm, vlnová délka světla žárovky je 550 nm, Planckova konstanta  $6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s, rychlost světla je  $3 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>.

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 23. Speciální teorie relativity

Příčiny vzniku, principy STR. Důsledky speciální teorie relativity – dilatace času, kontrakce délek, skládání rychlostí. Hmotnost, energie, Einsteinův vztah mezi hmotností a energií.

- 1) Střední doba života mionu  $\mu^-$  je  $\tau_0 = 2,2 \cdot 10^{-6}$  s. Vypočtěte dráhu, kterou projde  $\mu^-$  od svého vzniku až po přeměnu v elektron a neutrino:  $\mu^- \rightarrow e^- + \nu$ , pohybuje-li se mion  $\mu^-$  rychlostí o velikosti  $0,96c$ .
- 2) Kosmická loď se vzdaluje od Země rychlostí, při níž relativistické zkrácení její vlastní délky je vzhledem k pozorovateli na Zemi 5 %. Na kosmické lodi probíhá určitý děj trvající podle palubních hodin 10 min. Jak dlouho trvá tento děj z hlediska pozorovatele na Zemi?
- 3) Při jaké rychlosti částice je její relativistická hmotnost o 1% větší než hmotnost klidová?
- 4) Rovnoramenný trojúhelník  $A'B'C'$  je v klidové soustavě  $K'$  určen stranou  $|A'B'| = 5$  cm a úhlem  $\alpha = 70^\circ$  (viz obr.). Jakou rychlostí se musí pohybovat vzhledem k jiné inerciální soustavě  $K$ , aby byl v této soustavě trojúhelníkem rovnostranným?



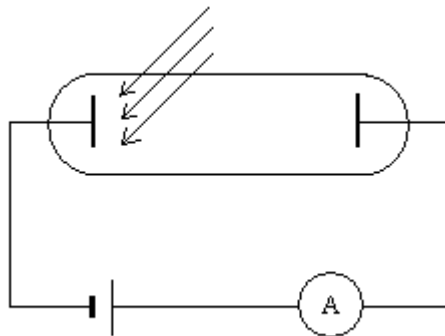
- 5) Protony v urychlovači získávají energii  $\Delta E = 50$  GeV. Jak velkou rychlostí se pohybují? ( $m_0 = 1,667 \cdot 10^{-27}$  kg,  $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C,  $c = 3 \cdot 10^8$  m.s $^{-1}$ )
- 6) Z kosmické lodi, pohybující se vzhledem k Zemi rychlostí  $0,8c$ , byla ve směru jejího pohybu vypuštěna raketa rychlostí  $0,5c$  (vzhledem k lodi). Délka rakety v její klidové soustavě je 10 metrů. Jaká je délka této rakety
  - a) z hlediska pozorovatele v kosmické lodi
  - b) z hlediska pozorovatele na Zemi.

## DI3MK\_FYZ úlohy

### 24. Základní pojmy kvantové fyziky

Vnější a vnitřní fotoelektrický jev, Comptonův jev. Vlnové vlastnosti částic.

- 1) Mezní vlnová délka při fotoelektrickém jevu na platinové katodě je 198 nm. Po ohřátí platinové katody na vysokou teplotu se mezní vlnová délka zvětšila na 210 nm. O kolik se změnila ohřátím katody výstupní práce?
- 2) Na povrch niklu dopadá monofrekvenční záření o vlnové délce 100 nm. Mezní vlnová délka při fotoelektrickém jevu u niklu je 248 nm. Vypočtete:
  - a) energii dopadajících fotonů
  - b) výstupní práci
  - c) kinetickou energii uvolněných elektronů
- 3) Výstupní práce elektronů pro sodík je 2,3 eV. S jakou energií budou vyletovat elektrony z povrchu sodíkové katody, když na ni dopadá ultrafialové záření s vlnovou délkou 300 nm? ( $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  kg,  $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C,  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  J.s)
- 4) Jaká je velikost rychlosti elektronů vyletujících z povrchu stříbra, dopadá-li na kov monochromatické UV záření o vlnové délce  $\lambda = 150$  nm, jestliže se pro stříbro fotoefekt začal projevovat při vlnové délce  $\lambda_0 = 260$  nm? ( $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  kg,  $c = 3 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s)
- 5) Na povrch kovu dopadá ve vakuu elektromagnetické záření o vlnové délce  $\lambda_1 = 300$  nm. Z kovu uvolněné elektrony mají energii  $E = 0,5$  eV. Jaká je maximální vlnová délka  $\lambda_2$  elektromagnetického záření, která ještě může vyvolat u tohoto kovu fotoefekt? ( $c = 3 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s)
- 6) V pokusu ke studiu fotoelektrického jevu dopadá na katodu monochromatické světlo o vlnové délce 436 nm. Na povrch katody dopadá zářivý tok  $0,1$  J.s<sup>-1</sup>. Jaký proud prochází obvodem, jestliže průměrně 10% fotonů dopadajících na katodu uvolní elektron? (90% se pohltí hlouběji v kovu a neuvolní elektron, nebo se odrazí od povrchu katody). Rychlost světla ve vakuu je  $3 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>, Planckova konstanta  $6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s a elementární náboj  $1,602 \cdot 10^{-19}$  C.



## DI3MK\_FYZ úlohy

### 25. Atomistika

Vývoj názorů na stavbu atomu, Pauliho princip. Jádro atomu, přirozená a umělá radioaktivita. Jaderná energie - její uvolnění a využití.

- 1) Nástěnné malby v jeskyni Lascaux (lasko) ve Francii vznikly asi před 15 500 lety. Doba, ve které byla jeskyně obývána lidmi, byla určena pomocí radiouhlíkového datování. Při této metodě měřili obsah izotopu uhlíku  $^{14}_6\text{C}$  v organických zbytcích nalezených v jeskyni. Vysvětlete princip metody a určete, kolikrát byla koncentrace  $^{14}_6\text{C}$  v organických zbytcích menší, ve srovnání s koncentrací v žijících organizmech. Poločas přeměny izotopu naleznete v tabulkách.
- 2) Při určování stáří pohřebního člunu z hrobu faraóna Sesostrita III se zjistilo, že koncentrace izotopu uhlíku  $^{14}_6\text{C}$  ve dřevě, z něhož byl člun zhotoven, je přibližně 64,5% z koncentrace tohoto izotopu uhlíku v živých organizmech. Určete stáří pohřebního člunu. Poločas přeměny izotopu  $^{14}_6\text{C}$  naleznete v tabulkách.
- 3) V kousku starého dřeva klesl obsah radionuklidu uhlíku na 72% původní hodnoty. Určete stáří dřeva, je-li poločas přeměny nuklidu 5570 let.
- 4) Za jakou dobu se zmenší počet jader radionuklidu ve vzorku na 0,1% původního množství? Poločas rozpadu tohoto radionuklidu je 2000 let.
- 5) Jádro  $^{238}_{92}\text{U}$  se rozpadá přeměnou  $\alpha$  na  $^{234}_{90}\text{Th}$  thorium. Poločas přeměny je  $4,5 \cdot 10^9$  roků. Kolik atomů tohoto izotopu uranu se rozpadne ve vzorku o hmotnosti 1 kg za dobu 1 s? Atomová hmotnostní jednotka  $m_u = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg.