

**Přijímací zkouška z FYZIKY
bakalářské studium
KFY FP TUL
2021**

Datum:

Přidělené číslo:

Počet získaných bodů:

Za každou úlohu se dá získat 10 bodů, maximální počet bodů celkem je 50. Příklady řešte nejdříve obecně, pak numericky kde je to možné. V odpovědích mohou vystupovat pouze veličiny uvedené v zadání. Celková doba na vypracování testu je 60 minut, povolena je kalkulačka. Finální výsledky zřetelně vyznačte rámečkem, u kterého bude napsáno číslo a písmeno příslušné části úlohy - kupříkladu 1 a), ...

1 Mechanika

Těleso bylo vrženo šikmě v gravitačním poli Země (zrychlení velikosti g) z vodorovné podlahy, velikost počáteční rychlosti byla v .

a) Po jakým úhlem α bylo vrženo, jestliže maximální přírůstek potenciální energie během pohybu byl roven $1/n$ celkové energie?

b) Do jaké maximální výšky H vystoupilo? Ztráty mechanické energie je možné zanedbat.

Nejdřív řešte obecně, pak pro $n = 2$, $g = 10\text{ms}^{-2}$, $v = 40\text{ms}^{-1}$.

2 Elektromagnetismus

Mezi dvěma nabitými deskami s opačným nábojem je vytvořeno přibližně homogenní elektrostatické pole. Ze záporně nabitě desky jsou uvolněny dvě záporně nabitě částice. Jejich náboje jsou zanedbatelným zlomkem náboje na desce. Obě se uvolnily naráz, počáteční rychlost předpokládáme nulovou, a předpokládáme také, že částice se vzájemně neovlivňují. První částice je 2-krát lehčí nežli druhá, a víme také, že urazila dráhu ke kladné desce za 4-krát kratší dobu. Stanovte poměr nábojů první a druhé částice.

3 Optika

Člověk který má oči ve výšce Y nad podlahou vidí v malém rovinném zrcátku položeném na vodorovné podlaze odraz Polárky když si od zrcátka odstoupí do vzdálenosti $X = 2Y$. Mohlo být tohle pozorování skutečně v ČR? Odpověď podložte výpočtem.

(Zeměpisné šířky pro území ČR jsou v rozsahu $48^\circ - 51^\circ$, úhlová výška Polárky nad obzorem na severní polokouli je rovna zeměpisné šířce místa pozorování. Tento úhel není závislý od denní doby, výška Polárky nad obzorem v dané místě je stálá - osa zemské rotace Polárkou přibližně prochází a tedy aktuální natočení Země nemá na její výšku nad obzorem vliv.)

4 Molekulová fyzika a termika

V kalorimetru probíhá tepelná výměna mezi zahřátým kouskem křemene a vodou. Hmotnost křemene je 2-krát větší než hmotnost vody a jeho měrná tepelná kapacita je 5-krát nižší. Po ustálení jsme zjistili, že voda se v procesu tepelné výměny zahřála o 20°C . O kolik stupňů se ochladil křemen? Předpokládejte že ztráty tepla do okolí a kalorimetru jsou zanedbatelné.

5 Kmity, vlny

Kytarová struna v počáteční situaci měla délku L a byla pod jistým mechanickým napětím. Zjistili jsme, že vhodnou úpravou napnutí kytarové struny umíme docílit stejnou změnu základní frekvence jako zkrácením délky o desetinu za původního napětí.

Jak se změnila charakteristická rychlost vlnění změnou napnutí struny oproti původní rychlosti? (Stojaté vlny se "nešíří", ale je možné je vyjádřit jako superpozici postupujících vln s danou charakteristickou rychlostí na kterou se ptáme.)

**Přijímací zkouška z FYZIKY
bakalářské studium
KFY FP TUL
2021**

Datum:

Přidělené číslo:

Počet získaných bodů:

Za každou úlohu se dá získat 10 bodů, maximální počet bodů celkem je 50. Příklady řešte nejdříve obecně, pak numericky kde je to možné. V odpovědích mohou vystupovat pouze veličiny uvedené v zadání. Celková doba na vypracování testu je 60 minut, povolena je kalkulačka. Finální výsledky zřetelně vyznačte rámečkem, u kterého bude napsáno číslo a písmeno příslušné části úlohy - kupříkladu 1 a), ...

1 Mechanika

Těleso bylo vrženo šikmě v gravitačním poli Země (zrychlení velikosti g) z vodorovné podlahy, velikost počáteční rychlosti byla v .

a) Po jakým úhlem α bylo vrženo, jestliže maximální přírůstek potenciální energie během pohybu byl roven $1/n$ celkové energie?

b) Do jaké maximální výšky H vystoupilo? Ztráty mechanické energie je možné zanedbat.

Nejdřív řešte obecně, pak pro $n = 2$, $g = 10\text{ms}^{-2}$, $v = 40\text{ms}^{-1}$.

Řešení:

Zvolme nulovou hladinu potenciální energie na podlaze, osu x podél ní, osu y nahoru v kolmém směru na podlahu. Během pohybu se zachovává x -ová složka hybnosti, neboť síla působí jenom ve směru y . Hmotnost tělesa se nemění, proto se zachovává také složka rychlosti $v_x = v\cos\alpha$.

Počáteční energie je $E_0 = 1/2m(v_x^2 + v_y^2) = 1/2mv^2(\cos^2\alpha + \sin^2\alpha) = 1/2mv^2$.

V momentě max. výstupu je $v_y = 0$ a tedy $E_H = 1/2m(v_x^2 + 0) + mgH = 1/2mv^2\cos^2\alpha + mgH$

Ze zákona zachování mechanické energie plyne

$$1/2mv^2 = 1/2m(v_x^2 + 0) + mgH = 1/2mv^2\cos^2\alpha + mgH$$

a) Celková energie je rovna E_0 , maximální potenciální energie je $E_{Pmax} = mgH = \frac{1}{2}mv^2\sin^2\alpha$

$$\frac{1}{n} = \frac{E_{Pmax}}{E_0} = \frac{1/2mv^2\sin^2\alpha}{1/2mv^2} = \sin^2\alpha$$

$$\alpha = \arcsin\sqrt{\frac{1}{n}} = \arcsin\sqrt{\frac{1}{2}} = 45^\circ$$

b)

$$mgH = \frac{1}{2}mv^2\sin^2\alpha$$

$$mgH = \frac{1}{2}mv^2\frac{1}{n}$$

$$H = \frac{v^2}{2gn} = \frac{(40\text{ms}^{-1})^2}{2 \times 10\text{ms}^{-2} \times 2} = 40\text{m}$$

2 Elektromagnetismus

Mezi dvěma nabitými deskami s opačným nábojem je vytvořeno přibližně homogenní elektrostatické pole. Ze záporně nabitě desky jsou uvolněny dvě záporně nabitě částice. Jejich náboje jsou zanedbatelným zlomkem náboje na desce. Obě se uvolnily naráz, počáteční rychlost předpokládáme nulovou, a předpokládáme také, že částice se vzájemně neovlivňují. První částice je 2-krát lehčí nežli druhá, a víme také, že urazila dráhu ke kladné desce za 4-krát kratší dobu. Stanovte poměr nábojů první a druhé částice.

Řešení:

Označme

m_1 hmotnost, q_1 náboj, a_1 zrychlení a t_1 dobu pohybu první částice,

$m_2 = 2m_1$ hmotnost, q_2 náboj, a_2 zrychlení a $t_2 = 4t_1$ dobu pohybu druhé částice

a nakonec E intenzitu pole mezi deskami.

Pole je homogenní, síla působící po celé dráze bude konstantní - jedná se o rovnoměrně zrychlený pohyb. Obě zrnka mají urazit stejnou dráhu. Pro rovnoměrně zrychlený pohyb s našimi počátečními podmínkami to znamená $\frac{1}{2}a_1t_1^2 = \frac{1}{2}a_2t_2^2$.

Pro zrychlení platí $a_1 = \frac{q_1E}{m_1}$, $a_2 = \frac{q_2E}{m_2}$.

$$\frac{t_1^2}{t_2^2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{q_2E}{m_2} \frac{m_1}{q_1E}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{m_1}{m_2} \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 = \frac{1}{2} 4^2 = 8$$

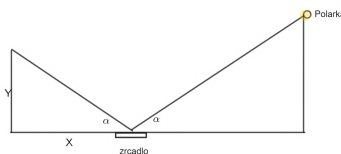
3 Optika

Člověk který má oči ve výšce Y nad podlahou vidí v malém rovinném zrcátku položeném na vodorovné podlaze odraz Polárky když si od zrcátka odstoupí do vzdálenosti $X = 2Y$. Mohlo být tohle pozorování uskutečněno v ČR? Odpověď podložte výpočtem.

(Zeměpisné šířky pro území ČR jsou v rozsahu $48^\circ - 51^\circ$, úhlová výška Polárky nad obzorem na severní polokouli je rovna zeměpisné šířce místa pozorování. Tento úhel není závislý od denní doby, výška Polárky nad obzorem v dané místě je stálá - osa zemské rotace Polárkou přibližně prochází a tedy aktuální natočení Země nemá na její výšku nad obzorem vliv.)

Řešení:

Úhel dopadu paprsku z Polárky je roven úhlu odrazu - proto máme situaci s podobnými trojúhelníky jako na obrázku.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Y}{X} \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{Y}{X} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{2} \right) \approx 26,6^\circ$$

Pozorování s údaji jako jsou v zadání nemohlo být provedeno v ČR.

4 Molekulová fyzika a termika

V kalorimetru probíhá tepelná výměna mezi zahřátým kouskem křemene a vodou. Hmotnost křemene je 2-krát větší než hmotnost vody a jeho měrná tepelná kapacita je 5-krát nižší. Po ustálení jsme zjistili, že voda se v procesu tepelné výměny zahřála o 20°C . O kolik stupňů se ochladil křemen? Předpokládejte že ztráty tepla do okolí a kalorimetru jsou zanedbatelné.

Řešení:

Označme $m_k = 2m_v, t_k, c_k$ hmotnost, počáteční teplotu a měrnou tepelnou kapacitu křemene, $m_v, t_v, c_v = 5c_k$ hmotnost, počáteční teplotu a měrnou tepelnou kapacitu vody, a t ustálenou teplotu soustavy.

$$m_k c_k (t_k - t) = m_v c_v (t - t_v)$$

$$(t_k - t) = \frac{m_v c_v}{m_k c_k} (t - t_v) = \frac{1}{2} \times 5 \times 20^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$$

5 Kmity, vlny

Kytarová struna v počáteční situaci měla délku L a byla pod jistým mechanickým napětím. Zjistili jsme, že vhodnou úpravou napnutí kytarové struny umíme docílit stejnou změnu základní frekvence jako zkrácením délky o desetinu za původního napětí.

Jak se změnila charakteristická rychlost vlnění změnou napnutí struny oproti původní rychlosti? (Stojaté vlny se "nešíří", ale je možné je vyjádřit jako superpozici postupujících vln s danou charakteristickou rychlostí na kterou se ptáme.)

Řešení:

Stojatým kmitům struny délky L upevněné na obou koncích přísluší vlnové délky $\lambda_n = \frac{2L}{n}$ a frekvence $f_n = c \frac{n}{2L}$ kde n je přirozené číslo a c rychlost vln, která je ovlivněna mimo jiné také napětím.

Označme \tilde{c} rychlost při upraveném napětí, c rychlost při původním napětí.

Ze zadání víme, že základní frekvence se změnila stejně když jsme změnili napětí (a tedy rychlost) a ponechali délku jako když jsme změnili délku a ponechali napětí (a tedy rychlost):

$$\frac{\tilde{c}}{2L} = \frac{c}{2 \times 0,9L} \Rightarrow \tilde{c} = c \frac{10}{9}$$