

Přijímací zkouška pro NMgr. studium

FYZIKA 2019

Datum:

Přidělené číslo:

Počet získaných bodů:

Pište na orazítkované papíry, na každém uveďte své přidělené číslo. (Nepodepisujte se jménem.)

Maximální počet bodů celkem je 100, jejich rozdělení pro jednotlivé úlohy najdete v zadání. Celková doba na vypracování testu je 60 minut. Finální výsledky zřetelně vyznačte rámečkem, u kterého bude napsáno číslo a písmeno příslušné části úlohy - kupříkladu 2 a), ...

Ve všech příkladech považujte za zadané: gravitační zrychlení g , Boltzmannovu konstantu k_B , Avogadrovu konstantu N_A , molární tepelnou kapacitu při stálém objemu C_{mV} , universální plynovou konstantu R_m , permitivitu vakua ϵ_0 . Tyto symboly se tedy mohou vyskytnout ve výsledcích spolu s ostatními, které jsou prezentovány jako součást zadání v jednotlivých úlohách. Je potřeba zkontrolovat, zda Vaše finální řešení neobsahuje i symboly jiných veličin, které jste si možná zavedli v rámci pomocných průběžných výpočtů. Jestliže ano, je potřeba všechno ještě vyjádřit pomocí zadaných veličin.

Všechny úlohy je potřeba řešit obecně. U úloh [1] a [3] je kromě odvození požadovaných vzorců třeba provést také numerický výpočet.

Úloha [1] (28 bodů)

Řidič auta jede rovnoměrným přímočarým pohybem ve směru osy x rychlostí v_0 . V čase $t_0 = 0$ s (ať je jeho souřadnice $x(0)=0$ m) spatří překážku.

Jeho reakční doba je t_1 , (tedy v časovém intervalu $t \in (0, t_1)$ jede pořád stejnou rychlostí), od okamžiku t_1 brzdí s konstantním zrychlením a ($a < 0$) až do času t_2 , kdy zastaví (zastaví bez naražení do překážky).

Vyjádřete:

- a) s_1 , dráhu, kterou projel v intervalu $(0, t_1)$ [3 body]
- b) t_b , dobu brždění, a t_2 , čas, kdy zastaví [5 bodů]
- c) s_b , dráhu, kterou projel od začátku brždění do okamžiku zastavení [5 bodů]
- d) s_2 , celkovou dráhu projetou od okamžiku, kdy spatřil překážku, až do zastavení [5 bodů]
- e) Uvažujte situaci, kdy řidič by měl 2-krát rychlejší reakci ($t_1' = 0,5 t_1$), brzdné zrychlení by bylo 2-krát lepší ($a' = 2a$), ale počáteční rychlost by byla 2-krát větší ($v_0' = 2 v_0$). Porovnejte s_2' a s_2 (určete, která je větší a o kolik). [5 bodů]

(Každou otázku řešte nejdřív obecně, pak taky číselně pro hodnoty $t_1 = 0,75$ s, $v_0 = 60$ km/h, $a = -8$ m/s²) [5 bodů]

Úloha [2] (24 bodů)

Uvažujte $n = 1$ mol ideálního plynu v uzavřené nádobě. Plyn projde jedním cyklem vratných dějů (popsané níže), po kterém je v opět v počátečním stavu. Jeho stav v každém okamžiku může být charakterizován dvojicí veličin tlak a objem (p, V). Označme jednotlivé stavy $(p_1, V_1) = A$, $(p_1, V_2) = B$, $(p_2, V_2) = C$, $(p_2, V_1) = D$.

Uvedený cyklus probíhá v následujícím pořadí: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$. Děje $A \rightarrow B$, $C \rightarrow D$ jsou tedy izobarické, děje $B \rightarrow C$, $D \rightarrow A$ izochorické. Plynovou konstantu R_m a molární tepelnou kapacitu při stálém objemu C_{mV} , jako i veličiny p_1, V_1 , p_2, V_2 považujte za zadané. Nechť $p_1 > p_2$ a $V_1 < V_2$.

- a) Na každém úseku děje ($A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow D$, $D \rightarrow A$) vyjádřete vykonanou práci v průběhu daného děje a určete, zda ji koná plyn nebo vnější síla. [6 bodů]
- b) Najděte teploty T_A , T_B , T_C , T_D odpovídající stavům A, B, C, D. [6 bodů]
- c) Jaké teplo bylo potřeba dodat / odebrat plynu v průběhu jednotlivých izochorických dějů, tedy $B \rightarrow C$, $D \rightarrow A$? [6 bodů]
- d) Jakým změnám vnitřní energie plynu pro děje $B \rightarrow C$, $D \rightarrow A$ to odpovídá? [6 bodů]

(Úlohu řešte obecně.)

Úloha [3] (26 bodů)

Uvažujte spojnou čočku neznámé optické mohutnosti. Jestliže je předmět o výšce y umístěn na optické ose ve vzdálenosti a před spojkou, ostrý obraz vznikne ve vzdálenosti b za ní.

- a) Popište vlastnosti obrazu. (skutečný/ zdánlivý, přímý/převrácený). [3 body]
Vyjádřete pomocí zadaných veličin:
- b) ohniskovou vzdálenost spojky f . [5 bodů]
- c) optickou mohutnost spojky φ . [5 bodů]
- d) výšku obrazu y' . [5 bodů]
- e) V jakém rozmezí vzdáleností před čočkou musí stát předmět, aby obraz vznikl taky před ní, pro tuhle konkrétní spojku? [5 bodů]

(Úlohu řešte obecně, číselně pak pro hodnoty $a = 20$ cm, $b = 25$ cm, $y = 5$ cm) [3 body]

Úloha [4] (22 bodů)

Dva náboje Q_1 , Q_2 jsou ve vakuu ve vzdálenosti l od sebe. Jestliže na jejich spojnici mezi ně ve vzdálenosti $\frac{2}{3}l$ od Q_1 (a tedy $\frac{1}{3}l$ od Q_2) umístíme kladný testovací náboj Q_3 , bude výsledná síla na něj nulová.

- a) Co víme na základě uvedených informací o znaménkách nábojů Q_1 , Q_2 ? [5 bodů]
- b) Změnila by se odpověď na předchozí otázku, kdyby byl náboj Q_3 záporný? [5 bodů]
- c) Označme poměr velikostí nábojů $p = Q_1 : Q_2$. Vyjádřete p pomocí zadaných veličin. [12 bodů]

(Úlohu řešte obecně.)

Přijímací zkouška pro NMgr. studium

FYZIKA 2019

Datum:

Přidělené číslo:

Počet získaných bodů:

Pište na orazítkované papíry, na každém uveďte své přidělené číslo. (Nepodepisujte se jménem.)

Maximální počet bodů celkem je 100, jejich rozdělení pro jednotlivé úlohy najdete v zadání. Celková doba na vypracování testu je 60 minut. Finální výsledky zřetelně vyznačte rámečkem, u kterého bude napsáno číslo a písmeno příslušné části úlohy - kupříkladu 2 a), ...

Ve všech příkladech považujte za zadané: gravitační zrychlení g , Boltzmannovu konstantu k_B , Avogadrovu konstantu N_A , molární tepelnou kapacitu při stálém objemu C_{mV} , universální plynovou konstantu R_m , permitivitu vakua ϵ_0 . Tyto symboly se tedy mohou vyskytnout ve výsledcích spolu s ostatními, které jsou prezentovány jako součást zadání v jednotlivých úlohách. Je potřeba zkontrolovat, zda Vaše finální řešení neobsahuje i symboly jiných veličin, které jste si možná zavedli v rámci pomocných průběžných výpočtů. Jestliže ano, je potřeba všechno ještě vyjádřit pomocí zadaných veličin.

Všechny úlohy je potřeba řešit obecně. U úloh [1] a [3] je kromě odvození požadovaných vzorců třeba provést také numerický výpočet.

Úloha [1] (28 bodů)

Řidič auta jede rovnoměrným přímočarým pohybem ve směru osy x rychlostí v_0 . V čase $t_0 = 0$ s (ať je jeho souřadnice $x(0)=0$ m) spatří překážku.
Jeho reakční doba je t_1 , (tedy v časovém intervalu $t \in (0, t_1)$ jede pořád stejnou rychlostí), od okamžiku t_1 brzdí s konstantním zrychlením a ($a < 0$) až do času t_2 , kdy zastaví (zastaví bez naražení do překážky).

Vyjádřete:

- a) s_1 , dráhu, kterou projel v intervalu $(0, t_1)$ [3 body]
- b) t_b , dobu brždění, a t_2 , čas, kdy zastaví [5 bodů]
- c) s_b , dráhu, kterou projel od začátku brždění do okamžiku zastavení [5 bodů]
- d) s_2 , celkovou dráhu projetou od okamžiku, kdy spatřil překážku, až do zastavení [5 bodů]
- e) Uvažujte situaci, kdy řidič by měl 2-krát rychlejší reakci ($t_1' = 0,5 t_1$), brzdné zrychlení by bylo 2-krát lepší ($a' = 2a$), ale počáteční rychlost by byla 2-krát větší ($v_0' = 2 v_0$). Porovnejte s_2' a s_2 (určete, která je větší a o kolik). [5 bodů]

(Každou otázku řešte nejdřív obecně, pak taky číselně pro hodnoty $t_1 = 0,75$ s, $v_0 = 60$ km/h, $a = -8$ m/s²) [5 bodů]

Řešení:

Na intervalu $t \in (0, t_1)$ jde o rovnoměrný přímočarý pohyb, na intervalu (t_1, t_2) je rovnoměrně zrychlený se záporným zrychlením.

a) $s_1 = v_0 t_1 = 12,5\text{m}$

b) t_b : $0 = v_0 + at_b$, tedy $t_b = -\frac{v_0}{a} = 2,083\text{s}$, $t_2 = t_1 + t_b = t_1 - \frac{v_0}{a} = 2,833\text{s}$

c) $s_b = v_0 t_b + \frac{1}{2} at_b^2 = -\frac{v_0^2}{2a} = 17,361\text{m}$

d) $s_2 = s_1 + s_b = v_0 t_1 - \frac{v_0^2}{2a} = 29,861\text{m}$

e) $s_2' = 2 v_0 \frac{t_1}{2} - \frac{(2v_0)^2}{4a} = v_0 t_1 - \frac{v_0^2}{a} = s_2 - \frac{v_0^2}{2a} = s_2 + 17,361\text{m} = 47,222\text{m}$

Úloha [2] (24 bodů)

Uvažujte $n = 1$ mol ideálního plynu v uzavřené nádobě. Plyn projde jedním cyklem vratných dějů (popsané níže), po kterém je v opět v počátečním stavu. Jeho stav v každém okamžiku může být charakterizován dvojicí veličin tlak a objem (p, V) . Označme jednotlivé stavy $(p_1, V_1) = A$, $(p_1, V_2) = B$, $(p_2, V_2) = C$, $(p_2, V_1) = D$.

Uvedený cyklus probíhá v následujícím pořadí: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$. Děje $A \rightarrow B$, $C \rightarrow D$ jsou tedy izobarické, děje $B \rightarrow C$, $D \rightarrow A$ izochorické. Plynovou konstantu R_m a molární tepelnou kapacitu při stálém objemu C_{mV} , jako i veličiny p_1, V_1 , p_2, V_2 považujte za zadané. Nechť $p_1 > p_2$ a $V_1 < V_2$.

a) Na každém úseku děje ($A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow D$, $D \rightarrow A$) vyjádřete vykonanou práci v průběhu daného děje a určete, zda ji koná plyn nebo vnější síla. [6 bodů]

b) Najděte teploty T_A , T_B , T_C , T_D odpovídající stavům A, B, C, D. [6 bodů]

c) Jaké teplo bylo potřeba dodat / odebrat plynu v průběhu jednotlivých izochorických dějů, tedy $B \rightarrow C$, $D \rightarrow A$? [6 bodů]

d) Jakým změnám vnitřní energie plynu pro děje $B \rightarrow C$, $D \rightarrow A$ to odpovídá? [6 bodů]

(Úlohu řešte obecně.)

Řešení:

a) Práce se koná pouze na $A \rightarrow B$, $C \rightarrow D$. Na $A \rightarrow B$ je práce rovna $p_1 (V_2 - V_1)$ a koná ji plyn. Na $C \rightarrow D$ pracuje vnější síla a práce je rovna $p_2 (V_1 - V_2)$.

b) Použijeme stavovou rovnici $pV = nR_m T$ pro jednotlivé případy:

$$T_A = \frac{p_1 V_1}{nR_m} \quad T_B = \frac{p_1 V_2}{nR_m} \quad T_C = \frac{p_2 V_2}{nR_m} \quad T_D = \frac{p_2 V_1}{nR_m}$$

c) V průběhu $B \rightarrow C$ teplo je $nC_{mV}(T_C - T_B) < 0$, tedy ho odebíráme. V průběhu $D \rightarrow A$ teplo je $nC_{mV}(T_A - T_D) > 0$, tedy ho dodáváme.

d) Pro izochorický děj je teplo přímo rovno změně vnitřní energie, protože práce se nekoná.

Úloha [3] (26 bodů)

Uvažujte spojnou čočku neznámé optické mohutnosti. Jestliže je předmět o výšce y umístěn na optické ose ve vzdálenosti a před spojkou, ostrý obraz vznikne ve vzdálenosti b za ní.

- a) Popište vlastnosti obrazu. (skutečný/ zdánlivý, přímý/převrácený). [3 body]
Vyjádřete pomocí zadaných veličin:
- b) ohniskovou vzdálenost spojky f . [5 bodů]
- c) optickou mohutnost spojky φ . [5 bodů]
- d) výšku obrazu y' . [5 bodů]
- e) V jakém rozmezí vzdáleností před čočkou musí stát předmět, aby obraz vznikl taky před ní, pro tuhle konkrétní spojku? [5 bodů]

(Úlohu řešte obecně, číselně pak pro hodnoty $a = 20 \text{ cm}$, $b = 25 \text{ cm}$, $y = 5 \text{ cm}$) [3 body]

Řešení:

a) **Obraz je skutečný převrácený.**

b) $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad f = \frac{ab}{a+b} = \frac{1}{9} \text{ m} = 11,1 \text{ cm}$

c) $\varphi = \frac{1}{f} = 9 \text{ D}.$

d) $y' = -\frac{b}{a}y = -6,25 \text{ cm}$ (mínus znamená jenom převrácený obraz)

e) **Předmět musí stát ve vzdálenosti menší než ohnisková vzdálenost, tedy pro tuhle spojnou čočku méně než $1/9 \text{ m}$.**

Úloha [4] (22 bodů)

Dva náboje Q_1, Q_2 jsou ve vakuu ve vzdálenosti l od sebe. Jestliže na jejich spojnici mezi ně ve vzdálenosti $\frac{2}{3}l$ od Q_1 (a tedy $\frac{1}{3}l$ od Q_2) umístíme kladný testovací náboj Q_3 , bude výsledná síla na něj nulová.

- a) Co víme na základě uvedených informací o znaménkách nábojů Q_1, Q_2 ? [5 bodů]
- b) Změnila by se odpověď na předchozí otázku, kdyby byl náboj Q_3 záporný? [5 bodů]
- c) Označme poměr velikostí nábojů $p = Q_1 : Q_2$. Vyjádřete p pomocí zadaných veličin. [12 bodů]

(Úlohu řešte obecně.)

Řešení:

a) **Oba mají stejné znaménko.**

b) **Ne.**

c) $\frac{Q_1 Q_3}{4\pi\epsilon_0 \left(\frac{2l}{3}\right)^2} = \frac{Q_2 Q_3}{4\pi\epsilon_0 \left(\frac{l}{3}\right)^2}, \text{ odtud } p=4.$