

Přijímací zkouška z fyziky do navazujícího magisterského studia

Aspoň ze dvou okruhů fyziky je třeba získat aspoň polovinu bodů. Zbývající okruhy musí být předepsány k doplňující zkoušce během magisterského studia.

Mechanika

[1.] (1 bod)

Jaké je tíhové zrychlení ve výšce 1000 km nad Zemí? (Vliv ostatních vesmírných těles zanedbejte)

Výsledek: Zrychlení = $7,33 \text{ m/s}^2$

[2.] (1 bod)

Hmotný bod koná harmonický pohyb. Jeho maximální rychlost je 10 m/s a maximální zrychlení 50 m/s^2 . Určete jeho amplitudu, úhlovou frekvenci, frekvenci a dobu kmitu.

Výsledek: Amplituda = 2 m , úhlová frekvence = 5 s^{-1} , frekvence = $1,6 \text{ s}^{-1}$, doba kmitu = $0,63 \text{ s}$.

[3.] (2 body)

Určete maximální namáhání závěsu houpačky délky l , je-li zatížena celkovou hmotností m a úhel mezi jejími krajními polohami je φ . Jakou rychlostí a s jakým tečným zrychlením se přitom bude houpačka pohybovat?

Výsledek: $F = mg(3 - 2 \cos \varphi)$

[4.] (2 body)

Bod o hmotnosti m se pohybuje pod vlivem konstantní gravitační síly ve vertikálním směru po válcové ploše o poloměru R jejíž osa má vertikální směr. Odvoďte Lagrangeovu funkci, napište Lagrangeovy rovnice a určete zákony zachování. Které zobecněné souřadnice jsou nejvhodnější pro tento systém?

Výsledek: $L = \frac{m}{2}(\dot{y}^2 + R\dot{\varphi}^2) - mgy$

[5.] (3 body)

Napište Lagrangeovu funkci nabitě částice v elektromagnetickém poli v cylindrických souřadnicích. Napište vzorec pro kanonickou hybnost v kartézských souřadnicích.

Výsledek: $L(r, \Theta, z, \dot{r}, \dot{\Theta}, \dot{z}) = \frac{m}{2}(\dot{r}^2 + r^2\dot{\Theta}^2 + \dot{z}^2) - e(\Phi(t, r, \Theta, z) - \dot{\vec{x}} \cdot \vec{A}(t, r, \Theta, z)),$

$\vec{p} = m\dot{\vec{x}} + e\vec{A}(t, \vec{x}),$

kde Φ, \vec{A} jsou elektromagnetické potenciály.

Relativita, elektřina a magnetismus

[1.] (2 body)

K Zemi se blíží dvě kosmické lodi z opačných směrů rychlostmi $240\,000 \text{ km/s}$. Jaká je rychlost jedné lodi měřená z paluby druhé?

Výsledek: $293\,000 \text{ km/s}$

[2.] (1 bod)

Tři náboje $-e, 2e, -e$ jsou umístěny na přímce v uvedeném pořadí na přímce ve stejných vzdálenostech a . Určete síly působící na každý náboj a elektrostatickou energii soustavy.

Výsledek: $F = 0, \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{7e^2}{4a^2}, 0, W = 0,$

[3.] (3 body)

Určete velikost intenzity elektrického pole ve středu kulové slupky poloměru R , je-li jedna její polovina nabitá s plošnou hustotou σ .

Výsledek: $\frac{\sigma}{4\epsilon_0}$

[4.] (2 body)

Rovnostranný trojúhelník je sletován z homogenního drátu. Ke dvěma vrcholům je přiloženo napětí U . Jaká je magnetická indukce ve středu trojúhelníka?

Výsledek: 0

[5.] (2 body)

Homogenní telegrafní vedení je zkratováno odporem R . Ukažte, že proud na straně přijímače bude nejmenší, bude-li porucha uprostřed.

Postup : Popište zkratované vedení jako soustavu odporů. Z Kirchhoffova a Ohmova zákona vyjádřete proud v přijímači jako funkci polohy odporu R a spočítejte její minimum.

Výsledek: $I(\lambda) = \frac{RU}{2(Rl\rho + 2\rho^2\lambda(l-\lambda))}$, kde l =délka vedení, λ =vzdálenost zkratu, ρ =délkový odpor

Vlnění, atomová a jaderná fyzika

[1.] (2 body)

Nalezněte úhlovou frekvenci podélných kmitů hmotného bodu na přímce, upevněného mezi dvěma pružinami o tuhostech k_1 a k_2 .

Výsledek: $\sqrt{k_1 + k_2}/m$

[2.] (2 body)

Jaká je amplituda, perioda, fázová rychlost a vlnová délka vlny vyjádřené v SI soustavě rovnicí

$$\Psi(z, t) = 0.6 \sin(2\pi(4t + 3z))?$$

Výsledek: $A = 0.6$, $T = \frac{1}{4}$ s, $v_\psi = \frac{4}{3}$ ms⁻¹, $\lambda = \frac{1}{3}$ m

[3.] (2 body)

Ukažte, že když $\vec{E}(z, t) = (A \cos(\omega t) \cos(kz), 0, 0)$ je stojatá rovinná vlna elektrického pole, pak $\vec{B}(z, t) = (0, A \frac{k}{\omega} \sin(\omega t) \sin(kz), 0)$ je stojatá rovinná vlna magnetického pole.

Postup: Dosadte do Maxwellových rovnic

[4.] (2 body)

Předmět je umístěn ve vzdálenosti $a = 3R$ od vydutého sférického zrcadla, kde R je poloměr křivosti zrcadla. Sestrojte zobrazení předmětu, dále vypočtete zvětšení předmětu.

Výsledek: Obraz je ve vzdálenosti $\frac{3}{5}R$ od zrcadla, zvětšení je $-1/5$.

[5.] (2 body)

Výstupní práce elektronů pro sodík je $2,3 \text{ eV}$. S jakou energií (v elektronvoltech i Joulech) budou vyletovat elektrony se sodíkového povrchu katody, když na ni dopadá ultrafialové záření o vlnové délce 220 nm ? ($h \doteq 6.10^{-34} \text{ Js}$, $1 \text{ eV} \doteq 1,6.10^{-19} \text{ J}$).

Výsledek: $2,7 \text{ eV} = 5,32.10^{-19} \text{ J}$

Termika a termodynamika

[1.] (1 bod)

1 mol ideálního plynu zaujímá objem $V_1 = 2 \text{ m}^3$ při teplotě $T_1 = 127^\circ \text{C}$. Kvazistaticky izobaricky ho necháme expandovat na objem $V_2 = 10 \text{ m}^3$. Jaká bude teplota na konci?

Výsledek: 2 000 K

[2.] (2 body)

1 mol vzduchu chovající se jako ideální plyn v nádobě o objemu $V_1 = 4 \text{ l}$ a teplotě $T = 27^\circ \text{C}$, zvětší kvazistaticky adiabaticky objem na $V_2 = 2 \text{ m}^3$ a následně je izotermicky stlačen na původní objem V_1 . Jaký je tlak na konci a na počátku děje za předpokladu, že $\kappa = \frac{C_p}{C_v} = \frac{3}{2}$?

Výsledek : 27 kPa, 622,5 kPa

[3.] (2 body)

Jakou mezní efektivitu má tepelný stroj, který při své činnosti přijde do styku s lázněmi o teplotách $T_1 = 127^\circ \text{C}$ a $T_2 = 627^\circ \text{C}$? Spočítejte množství tepla, které přijme od ohříváče, když máte změřeno, že chladiči předá 1 MJ .

Výsledek: $\eta = \frac{5}{9}$, $Q = 9/4 \text{ MJ}$

[4.] (2 body)

Spočítejte změnu entropie 1 molu ideálního plynu pro izotermický a izobarický proces, kdy objem vzroste z $V_1 = 2m^3$ na $V_2 = 4m^3$, pro plyn s $c_p = 10J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$.

Výsledek: $\Delta_{isoterm} = 13,35 JK^{-1}$, $\Delta_{isobar} = 16,1 JK^{-1}$,

[5.] (3 body)

Spočítejte varianci $Var(v) = \langle (v - \langle v \rangle)^2 \rangle$ Maxwell-Boltzmannova rozdělení rychlostí.

Výsledek: $(3 - \frac{8}{\pi}) \frac{kT}{m}$

Fyzikální konstanty

Planckova konstanta $h = 6,6 \cdot 10^{-34} Js$, permitivita vakua $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 0,9 Nm^2C^{-2}$, klidová hmota elektronu $9,1 \cdot 10^{-31} kg$, klidová energie elektronu = 0,511 MeV, elementární náboj $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, $1 eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$, Boyle–Mariottova konstanta $R = 8,3 J mol^{-1} K^{-1}$, Avogadrova konstanta = $6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$.