

Ústřední výbor fyzikální olympiády české republiky
ÚLOHY II. KOLA 35. ROČNÍKU FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDY
Kategorie A

1. Rentgenovou trubicí při anodovém napětí U_a prochází proud I_a . Z anody rentgenky se každou sekundu vyzáří N fotonů s vlnovou délkou λ .

- (a) Porovnejte počet fotonů vyzářených rentgenkou s počtem elektronů dopadajících na anodu.
- (b) Určete energii a hmotnost fotonů rentgenových paprsků a porovnejte je s kinetickou energií a hmotností dopadajících elektronů.
- (c) Určete rychlost elektronů před dopadem na anodu.
- (d) Určete účinnost rentgenové trubice. V čem je zajímavý výsledek? Proveďte diskusi.
- (e) Komu byla udělena Nobelova cena za objev uvedeného záření a v kterém roce?

Úlohu řešte obecně a pro hodnoty $U_a = 50,0 \text{ kV}$, $I_a = 2,00 \text{ mA}$, $\lambda = 1,00 \text{ nm}$, $N = 5,00 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$, $m_{e0} = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

2. Překážka, kterou chcete zasáhnout kamenem, se nachází ve vodorovné vzdálenosti a ve výšce b .

- (a) Pod jakým elevačním úhlem α musíme kámen hodit, má-li být počáteční rychlost kamene co nejmenší? Nalezněte jednoduchou geometrickou vlastnost tohoto úhlu, kterou bychom mohli využít při jeho odhadu.
- (b) Jak velkou rychlostí v_0 musíme kámen hodit? Jak dlouho bude jeho let trvat?

Řešte obecně a pro hodnoty $a = 15,5 \text{ m}$, $b = 8,0 \text{ m}$, $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Vzdálenosti a , b jsou měřeny od místa, kde kámen opustí ruku. Odpor vzduchu zanedbáváme.

3. Akumulátor s elektromotorickým napětím $U_e = 7,5 \text{ V}$ nabíjíme jednocestným usměrňovačem. Krystal diody má VA - charakteristiku vyjádřenou vztahy

$$\{I\} = \begin{cases} 0,2\{U\} - 0,1 & \text{pro } U \geq 0,5 \text{ V} , \\ 0 & \text{pro } U < 0,5 \text{ V} . \end{cases}$$

Napětí indukované v sekundárním vinutí transformátoru se mění podle vztahu

$$u = U_m \sin \omega t, \quad \text{kde } U_m = 16 \text{ V} \text{ a } \omega = 100\pi \text{ s}^{-1}.$$

Odpor sekundárního vinutí transformátoru je $r = 45 \, \Omega$.

- Nakreslete úplné schéma zapojení popsaného elektrického obvodu.
- Nakreslete schéma náhradního obvodu pro stav $I_d \neq 0$.
- Sestrojte graf proudu $i(t)$ procházejícího obvodem jako funkci času t .
- Určete dobu Δt , po kterou v jedné periodě napětí prochází obvodem proud.
- Určete napětí U_d mezi svorkami diody v okamžiku $t_0 = 0,805 \text{ s}$.
- Vypočítejte střední hodnotu proudu procházejícího obvodem.

4. Na obr. A1 je schéma aktivního filtru s operačním zesilovačem.

- Vyjádřete napěťový přenos filtru A_u jako funkci frekvence a proveďte diskusi získaného vztahu.
- Pro hodnoty $R = 1,0 \text{ k}\Omega$, $C = 0,25 \, \mu\text{F}$, $n = 4$ určete napěťový přenos filtru při různých frekvencích v intervalu $1 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$ a sestrojte frekvenční charakteristiky absolutní hodnoty napěťového přenosu, napěťového přenosu v dB a fázového posunutí. (Osu frekvencí volte logaritmickou.)

Operační zesilovač považujte za ideální.

A1

