

60. FIZIKALNO TEKMOVANJE SREDNJEŠOLCEV SLOVENIJE

Izbirno tekmovanje, 22. 4. 2022

Za težni pospešek vzemi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

1. Da bi pozimi znižali porabo energije za gretje, toploto krademo sosedu skozi steno s pomočjo idealne toplotne črpalke. Hladni del črpalke je v dobrem stiku s steno površine 5 m^2 , topli del pa poskrbimo, da je stalno pri želeni temperaturi prostora. Stena do sosedu je debela 10 cm in ima toplotno prevodnost $1,4 \text{ W/m K}$. Obe stanovanji sicer vzdržujemo na isti temperaturi $22 \text{ }^\circ\text{C}$ z običajnimi načini gretja.

Toplotna črpalka je idealna, kar pomeni, da je razmerje med delom in toploto, izmenjano pri višji temperaturi, enako kot pri Carnotovem stroju, le da sedaj delo dovajamo, toploto pri višji temperaturi pa odvajamo.

Koliko električne moči moramo dovajati toplotni črpalci, da ne potrebujemo nobenega dodatnega gretja, če smo pred tem morali ogrevati z močjo 2 kW ? [4 točke]

2. Človeško oko z normalnim vidom vidi dobro/ostro predmete, ki so od očesa oddaljeni od 25 cm do neskončnosti. Adaptacija za gledanje različno oddaljenih predmetov poteka v očesu tako, da se spreminja goriščna razdalja očesne leče, medtem ko sta oblika in velikost očesa nespremenljiva. Neko kratkovidno oko, ki ima vstavljeno kontaktno lečo z dioptrijo $D = -5$, vidi predmete enako dobro kot oko z normalnim vidom. Dioptrija leče je definirana kot $D \equiv 1/f$, kjer je f goriščna razdalja leče, izražena v metrih.

a) Na kolikšni največji razdalji predmeta od očesa vidi to kratkovidno oko ostro sliko predmeta, ko nima vstavljene kontaktne leče? [2 točki]

b) Na kolikšni najmanjši razdalji predmeta od očesa vidi isto oko ostro sliko predmeta, ko nima vstavljene kontaktne leče? [2 točki]

c) Kolikšno standardno dioptrijo morajo imeti leče v očalih, da bo oseba s tem kratkovidnim očesom videla ostro sliko neskončno oddaljenih predmetov, če je leča v očalih od očesa oddaljena 20 mm ?

Opomba: Leče za očala se na tržišču dobijo v četrtskih korakih dioptrij: ..., $+1,25$, $+1,00$, $+0,75$, $+0,50$, ..., $-1,00$, $-1,25$, $-1,50$, $-1,75$, $-2,00$, $-2,25$, ... Vmesnih dioptrij leč se standardno ne dobi. [2 točki]

3. Aluminijast okvir kvadratne oblike s stranico 25 cm in prečnim presekom 1 mm^2 , ki leži v navpični ravnini, postavimo v magnetno polje z gostoto 1 T , ki je pravokotno na ravnino okvira, tako, da je zgornja stranica v celoti v polju, spodnja pa ravno izven polja. Gostoto Al je $2,7 \text{ g/cm}^3$, specifični upor $2,8 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$.

a) Kolikšna je hitrost padanja kmalu po tem, ko okvir spustimo? [2 točki]

b) Oцени značilen čas, ko se hitrost padanja ustali. [1 točka]

V spodnjo stranico vgradimo superkondenzator s kapaciteto $0,5 \text{ F}$ in maso 2 g . Okvir ponovno postavimo v polje, tako da je zgornja stranica v polju, spodnja pa ravno izven polja.

c) Pokaži, da v okviru teče konstanten tok, če okvir sunemo navzdol s primerno izbrano začetno hitrostjo. Kolikšen je ta tok? [5 točk]

d) Kolikšna je ta začetna hitrost in kako se hitrost padanja s časom spreminja (dokler je zgornja stranica v polju)? [2 točki]

Prosim, obrni list, na drugi strani je še ena naloga.

4. Mionski vodik je delec, ki ga sestavljata proton in mion. Podoben je navadnemu vodik, le da ima namesto elektrona mion. Mion je osnovni delec z nabojem $-e_0$ in maso $m_\mu = 105,7 \text{ MeV}/c^2$. Obravnavajmo atom mionskega vodika z Bohrovim modelom atoma. Predpostavi, da tako proton kot mion krožita okoli skupnega težišča.

Hitrost svetlobe je $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, Planckova konstanta je $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, osnovni naboj je $e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$, influenčna konstanta je $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$, masa protona je $m_p = 938,3 \text{ MeV}/c^2$ in masa elektrona je $m_e = 511,0 \text{ keV}/c^2$.

Pomoč: Bohrovo kvantizacijsko načelo pravi, da ima sistem lahko skupno vrtilno količino samo pozitivni celi večkratnik Planckove konstante, deljene z 2π :

$$\Gamma = \frac{nh}{2\pi}.$$

- a) Izračunaj razdaljo med mionom in protonom v osnovnem stanju, če veš, da velja Bohrovo kvantizacijsko načelo. [6 točk]
- b) Za koliko bi se pri računu zmotili, če bi predpostavili, da je masa protona mnogo večja od mase miona? [1 točka]
- c) Vodik pri prehodu elektrona med drugim in prvim vzbujenim stanjem izseva rdečo svetlobo z značilno valovno dolžino 656 nm. Kolikšna je valovna dolžina svetlobe pri istem prehodu v mionskem vodik? Odgovor utemelji. [3 točke]