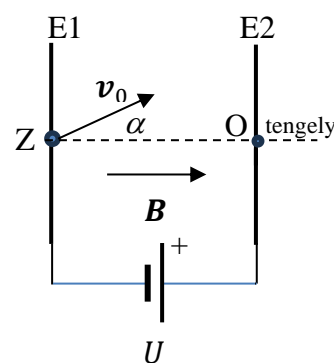


66. ročník Fyzikálnej olympiády
 v školskom roku 2024/2025
 celoštátne kolo kategória A
 text teoretických úloh v maďarskom jazyku

1. Elektronok elektromos és mágneses térben

Az A–1 ábrán két egymással párhuzamos síkelektroda, E1 és E2 látható. Az elektródák közé egy U feszültségű áramforrás van csatlakoztatva. Az elektródák közötti elektromos teret homogénnek tekintjük. Az E1–E2 elektródák közötti d távolság lényegesen kisebb, mint az elektródák méretei. Az elektródarendszer homogén mágneses térben helyezkedik el, amelynek \mathbf{B} indukciója merőleges az elektródák síkjára.

Az E1 elektródán egy Z pontszerű elektronforrás található, amelyből az elektronok minden irányba azonos v_0 sebességgel lépnek ki. Az elektródákra merőleges tengely áthalad a Z ponton és az E2 elektróda felületét az O pontban metszi.



A–1 ábra

- Mekkora v_1 sebességgel csapódnak az elektronok az E2 elektróda felületébe?
- Mekkora α szög alatt kell egy elektront kibocsátani, hogy az O pontban csapódjon az E2 elektródába?
- Mekkora β szög alatt csapódnak az elektronok az O pontban az E2 elektródába? A szöveget a tengelyhez viszonyítva mérjük!

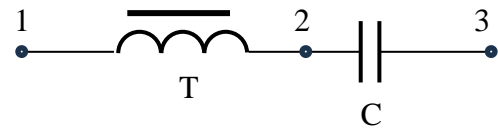
A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre:

az elemi elektromos töltés $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C, az elektron tömege $m = 9,11 \times 10^{-31}$ kg, a mágneses indukció $B = 30$ mT, az elektródák távolsága $d = 10,0$ mm, az elektronok kezdeti sebessége $v_0 = 2,00 \times 10^5$ m \cdot s $^{-1}$, a feszültség $U = 12$ V.

Relativisztikus hatásokat ne vegyen figyelembe!

2. Az indukciós tekercs

A maggal rendelkező T tekercs (fojtótekercs) sorosan kapcsolódik a C kapacitású C kondenzátorhoz (lásd A-2 ábra). A kondenzátort ideálisnak (vesztégmentesnek) tekintjük. Miután a tekercs és a kondenzátor áramköréhez, az 1–3 kapcsokhoz, egy U_Z effektív feszültségű és ω körfrekvenciájú váltakozó áramforrást csatlakoztattak, a tekercsen (az 1–2 csomópontok között) U_T effektív feszültséget, a kondenzátoron (a 2–3 csomópontok között) pedig U_C effektív feszültséget mértek.



A-2 ábra

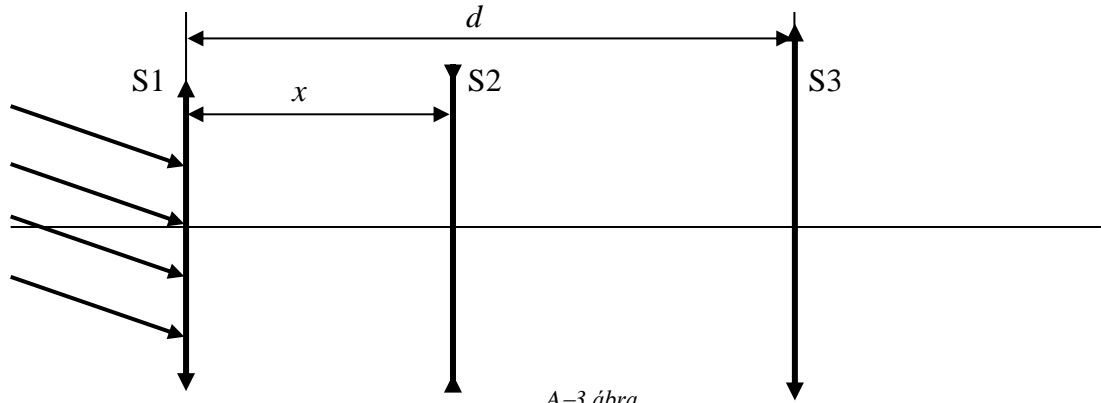
A valós tekercset egy sorosan kapcsolt L induktivitású induktor és R ellenállású rezisztor kombinációjaként modellezhetjük.

- Rajzolja le az áramkört az áramforrással, ahol a tekercset helyettesítette egy induktor és egy rezisztor kombinációjával! Jelölje be az áramkörben a megfelelő feszültségeket! Készítse el az áramkör fázordiagrammját! Magyarázza meg, hogy miért $U_T + U_C \neq U_Z$!
- Fejezze ki, a komplex számok szimbolikus módszerével, az áramkörben folyó I áram, valamint az U_T tekercsfeszültség és az U_C kondenzátorfeszültség fázorait (komplex effektív értékeit)! Fejezze ki az áram I effektív értékét, valamint a tekercsen ill. kondenzátoron fellépő U_T és U_C feszültségek effektív értékeit!
- Határozza meg a tekercs L induktivitását és R ellenállását!
- Határozza meg az áramforrás ω_0 körfrekvenciáját, amelynél a kondenzátor U_{C0} effektív feszültsége maximális!

A feladatot oldja meg általánosan, majd a következő értékekkel: $U = 24,0$ V, $U_C = 28,2$ V, $U_T = 51,6$ V, $C = 150$ nF, $\omega = 2\pi$ (1,00 kHz)!

3. Három optikai lencse rendszere

Az A-3 ábrán egy optikai rendszer látható, amely három lencséből áll – az optikai tengelyük egybeesik. Az első lencse (S1) f_1 fókusz távolságú gyűjtőlencse, a második lencse (S2) f_2 fókusz távolságú szórólencse, a harmadik lencse (S3) pedig ismét gyűjtőlencse, fókusz távolsága f_3 . Az S1 és S3 lencsék közti d távolság rögzítve van, míg az S2 lencse S1 és S3 között elmozdítható.



Az A-3 ábrán a rendszer paramétereit a következők: $f_1 = 20$ mm, $f_2 = -25$ mm, $f_3 = 22$ mm, $d = 80$ mm, $x = 35$ mm. Az S1 lencsére párhuzamos fénysugarak esnek.

- Rajzolja le a rendszer vázlatát, jelölje be a lencsék fókuszpontjait! Szerkessze meg, a jellemző sugarak segítségével, az O_1 pontot, ahová az S1 lencse a párhuzamos sugarakat fókuszálja, majd ennek az O_2 és O_3 képeit, amelyeket a rendszer lencségei egymás után hoznak létre! Rajzolja be az egyik fénysugár teljes útját a rendszerbe, és határozza meg az ábráról az O_3 kép távolságát az S3 lencsétől!
- Határozza meg számítással az O_3 kép távolságát az S3 lencsétől, és vesse össze a geometriai szerkesztéssel kapott értékkel!
- Határozza meg azokat a fókusz távolságokra vonatkozó feltételeket, amelyek teljesülése esetén a rendszerből kilépő fénysugarak az S2 lencse két szélső helyzetében ($x = 0$ és $x = d$) ismét párhuzamosak lesznek!
- Rajzoljon le két vázlatot az optikai rendszerről, ahol a rendszer hossza $d = 4f_1$, és teljesülnek a (c) pont feltételei: az első vázlatban $x = 0$, a másodikban $x = d$! Mindkét esetben határozza meg az optikai rendszer szögnagyítását a $z_u = \tan \varphi_3 / \tan \varphi_0$ képlet szerint, ahol φ_3 a kilépő párhuzamos sugarak szöge, φ_0 pedig a belépő párhuzamos sugarak szöge az optikai tengelyhez képest! Határozza meg a két eset szögnagyításainak arányát!

4. A röntgensugárzás szóródása

Az anyagi közeg a benne áthaladó röntgensugárzás csillapítását, diffrakcióját és szóródását eredményezi. A biológiai szöveten történő csillapítását például az orvosi diagnosztikában használják, a kristályrácsra történő diffrakcióját a kristályok minőségének vizsgálatánál, míg a szabad elektronokon történő szóródása a sugárzás frekvenciamodulációjára használható.

Ebben a feladatban a röntgensugárzás szabad elektronokon való szóródásával foglalkozunk. Vizsgáljuk egy röntgensugárnyaláb szóródását szabad elektronokból álló gázon. A sugárzás és az elektronok kölcsönhatását rugalmas ütközésként modellezhetjük, ahol a sugárzás fotonja egy nyugalomban lévő szabad elektronnal ütközik.

- A röntgensugárzás esetében gyakran a fotonok energiáját adják meg. Legyen az egyes fotonok energiája $E_{f0} = 1,0$ MeV. Határozza meg a sugárzás λ_0 hullámhosszát és a fotonok p_{f0} impulzusát! Fejezze ki a foton energiáját az elektron E_{e0} nyugalmi energiájának többszöröseként!
- Tételezzük fel, hogy a foton E_{f0} energiája nagyobb, mint az elektron E_{e0} nyugalmi tömege! Mekkora v_0 sebességgel kell egy elektronnak mozognia, hogy a teljes energiája egy ilyen foton energiájával legyen egyenlő? Ezt a sebességet a c fénysebesség többszöröseként adja meg!

A szabad elektronokból álló gázon áthaladó röntgensugárzás minden irányban szóródik. Vizsgáljuk egy E_{f0} energiájú foton és egy nyugalomban lévő elektron rugalmas ütközését, amely során a foton mozgásiránya az eredetihez képest α szöggel változik (szóródik).

- Ábrázolja az ütközést (az ütközés előtti és utáni állapotokat), és írja le az ütközést leíró alapegyenleteket! Az egyenleteket alakítsa úgy, hogy azokban E_{f0} (az ütközés előtti fotonenergia), E_f (az ütközés utáni fotonenergia), p_e (az ütközés utáni elektronimpulzus) és a foton α szóródási szöge szerepeljenek!

Megjegyzés: Az elektron teljes E_e energiáját a p_e impulzusa segítségével fejezze ki!

- Határozza meg a foton ütközés utáni E_f energiáját és λ hullámhosszát! Az E_f energiát MeV egységben adja meg!
- Határozza meg az elektron ütközés után v sebességét és az E_e teljes energiáját – ezt az E_{e0} nyugalmi energiájának többszöröseként!

A feladatot általánosan oldja meg, majd a következő értékekkel: a fény terjedési sebessége vákuumban $c = 3,00 \times 10^8$ m/s, a Planck-állandó $h = 6,67 \times 10^{-34}$ J · s, az elemi elektromos töltés $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C, az elektron nyugalmi tömege $m_0 = 9,11 \times 10^{-31}$ kg a szóródási szög $\alpha = 45^\circ$.

Fizikálna olimpiáda – 66. ročník – teoretické úlohy celoštátneho kola kategória A

| | |
|----------------------|---|
| Návrh a úprava úloh: | Lubomír Konrád, Ivo Čáp |
| Recenzia úloh: | Lubomír Mucha, Aba Teleki |
| Redakcia: | Ivo Čáp |
| Úlohy preložil: | Aba Teleki |
| Vydalo: | Slovenská komisia fyzikálnej olympiády Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2025 |