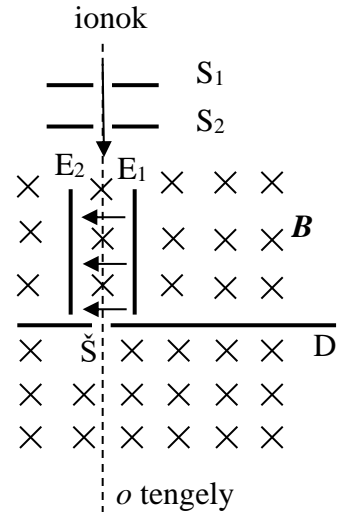


65. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2023/2024
Celoštátne kolo kategórie A
Text úloh v maďarskom jazyku

1. A Bainbridge tömegspektrométer

Az ionforrás különböző elemek pozitív ionjait bocsátja ki, ezek sebessége eltérő. A kolimátor S_1 és S_2 nyílása kiválasztja azokat az ionokat, amelyek az o tengely irányában haladnak, és az E_1 és E_2 elektródákkal párhuzamosan lépnek ebbe a térrészbe. Az elektródák közti távolság d , és az elektródák egy U állandó feszültségű áramforráshoz csatlakoznak. E térrész másik végén van az \check{S} rés, így alkotnak együtt egy *filtert*. A *filterből* azok az ionok amelyek az o tengely mentén haladnak, az \check{S} résen belépnek a *tömegszeparátorba*, azon áthaladva pedig a *detektorba* (érzékelő felületbe) csapódnak. A *filterből*, *tömegszeparátorból* és *detektorból* álló berendezés homogén \mathbf{B} mágneses indukciójú térben van. Ez a mágneses tét merőleges az o tengelyre, valamint párhuzamos az E_1 , E_2 elektródákkal (A–1 ábra).



A–1 ábra

- Mekkora azoknak az ionoknak a v_1 sebessége, amelyek a *filterben* az o tengely mentén haladva az \check{S} résen lépnek a *tömegszeparátorba*?
- Mekkora r távolságban csapódnak ezek az ionok a D regisztrációs felületbe (*detektor*), ha az \check{S} nyíláson v_1 sebességgel lépnek a *tömegszeparátorba*?
- Milyen tartományban mozoghat az ionok sebessége (v_2), hogy a *filterben* haladva ne csapódnak az elektródákba? Tételezzék fel, hogy $d \ll L$, ahol L a *filter* hossza!

A feladatot oldják meg általánosan (nem relativisztikus tartományban), majd a következő értékekre: $U = 12 \text{ V}$, $B = 80 \text{ mT}$, $d = 2,0 \text{ mm}$, $m = 23 u$, ahol $u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ és az elemi elektromos töltés $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

2. Veszélyzóna

Mint ismert, a varjak okos madarak, felismerik a rájuk leselkedő veszélyt, és elkerülik azt. A fiú egy vízszintes réten áll, amely felett varjak röpdösnek. Parittyából kis köveket lő ki a varjakra.

- Mekkora az a fiútól mért legkisebb távolság, ahol a varjak biztonságosan járhatnak a földön?
- Határozzák meg a fiútól mért legkisebb vízszintes távolságot, amelyben a rét felett h magasságban repülő varjak biztonságban vannak – határozzák meg, mint h függvényét!
- Mekkora annak a körnek a sugara, amelybe a $h = 25 \text{ m}$ magasan repülő varjaknak nem lenne szabad berepülniük, hogy a $v_0 = 40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ kezdeti sebességű köveket kilövő fiú ne találhassa el őket?

A légellenállást és a fiú magasságát ne vegyék figyelembe!

A nehézségi gyorsulás $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

3. A lencse görbületi sugara

A fiúk azt a feladatot kapták, hogy mérjék meg egy *síkdomború* lencse üvegének törésmutatóját. Ehhez egy papír mérőszalagot és stopperórát használhatnak. A lencse fókusz távolságát megadó képletből kiderült, hogy fókusz távolságon kívül ismerniük kell a lencse felületének görbületi sugarát is.

- a) Vezessék le a vékony síkdomború lencse fókusz távolságának képletét, amely függ a lencse anyagának törésmutatójától! A levezetéshez szükséges geometriai mennyiségeket ábrázolják megfelelő ábrában!

A fiúk egy vékony pálcát helyeztek a síkdomború lencsére, amely az asztalon a sík oldalára volt fektetve. A vékony homogén pálca, miután kitérítették a vízszintes egyensúlyi helyzetéből, lengőmozgást végzett a vízszintes egyensúlyi helyzete körül. Megmérték stopperórával a pálca lengésidejét. Feltételezték, hogy a lengéside függ a síkdomború lencse felületének görbületi sugarától.

- b) Vezessék le a pálca egyensúlyi helyzete körül végzett lengésének lengésidejét! Tételezzék fel, hogy a pálca lengés közben csak nagyon kicsit tér ki a vízszintes egyensúlyi helyzetéből! A pálca vastagsága nagyon kicsi a hosszához képest.

A fiúk megmérték a szükséges mennyiségeket, és kiszámították a lencse üvegének törésmutatóját.

- c) Határozzák meg a lencse felületének görbületi sugarát és anyagának törésmutatóját, ha a fiúk által mért mennyiségek a következők voltak: fókusz távolság $f = 45$ cm, a rúd hossza $\ell = 60$ cm, a rúd lengésideje a lencsén $T = 0,67$ s.

A radiánban kifejezett kis szögekre érvényes $\sin x \approx x \approx \tan x$. A nehézségi gyorsulás $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Megjegyzés: Egy ℓ hosszúságú m tömegű vékony homogén pálca tehetetlenségi nyomatéka (a tömegközéppontján a pálcára merőleges áthaladó tengelyre számítva) $J_0 = \frac{1}{12} m \ell^2$.

4. A béta-sugárzás

A gyógyászatban a kobalt ^{60}Co izotópját szokták használni a paciensék gyógyászati besugárzására. A nem stabil ^{60}Co β -bomlással alakul át a nikkell stabil ^{60}Ni izotópjává. A magátalakulást két foton kisugárzása kíséri, energiájuk 1,17 MeV és 1,33 MeV.

- a) Írják le a β -bomlás képletét, és számítsák ki a γ -sugárzás hullámhosszait!

A β -részecskék energiája az RA ^{60}Co minta sugárzásából határozható meg. A sugárzás merőlegesen esik a monokristályból álló lemezre, amely kristályszerkezete egyszerű köbös kristályrác.

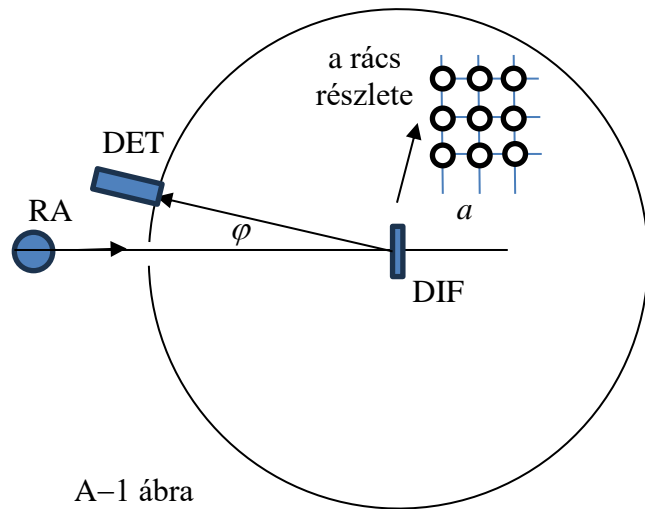
A lemez felülete a kristályszerkezet síkjával azonos, a szomszédos párhuzamos síkok közötti távolság $a = 90 \text{ pm}$ (A-1 ábra: az ábrán vázoltva van a kristályszerkezet részlete is). A diffrakció következtében a visszavert sugárzás $\varphi = 1,21^\circ$ -val eltér a beeső nyaláb irányától (első maximum).

- b) Határozzák meg a minta által sugárzott β -sugárzás hullámhosszát!
c) Határozzák meg a kisugárzott β -részecskék v sebességét és E_k kinetikus energiáját! Az energiát eV egységben fejezzék ki!

Az RA rádióaktív minta aktivitása idővel változik: $t = 27 \text{ d } 21 \text{ h } 50 \text{ min}$ alatt $\eta = 1,0 \%$ -al csökken.

- d) Határozzák meg a minta β -bomlásának T felezési idejét! Az eredményt fejezzék ki években!

Az elektron tömege $m = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, az elemi elektromos töltés $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$, a Planck-állandó $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, a fény terjedési sebessége vákuumban $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



A-1 ábra