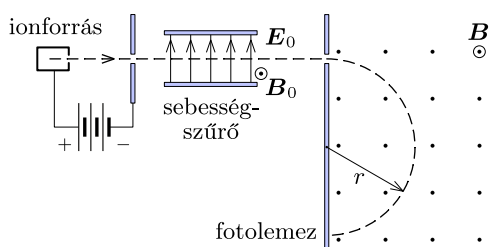


Fizika 2i, 2019 tavaszi félév, 4. gyakorlat

Szükséges előismeretek: Lorentz-erő ponttöltésre és áramjárta vezetőre, ciklotronsugár és ciklotronfrekvencia, tömegspektrométer, Biot–Savart-törvény, Ampère-féle gerjesztési törvény, szuperpozíció;

Órai munkára javasolt feladatok

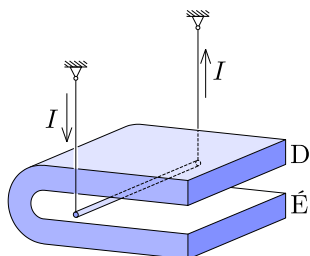
F1*. Az ábrán bemutatott tömegspektrométerben az ionforrásból egyszerűen ionizált, 6 és 7 tömegszámú lítiumionok lépnek ki, melyeket gyorsítófeszültség segítségével először egy sebességszűrőbe terelnek. A szűrőben $E_0 = 1,8 \cdot 10^4$ V/m térerősségű elektromos teret és erre merőleges, $B_0 = 30$ mT indukciójú mágneses teret alkalmaznak.



a) Számítsuk ki a szűrőn áthaladó (azaz egyenes pályán mozgó) ionok sebességét!

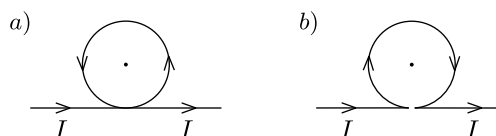
b) A sebességszűrőn átjutott ionok $B = 0,1$ T indukciójú, homogén mágneses mezőbe lépnek. A mágneses térben egy félkört megtéve az ionok fotolemezbe csapódnak, amelyen a kétféle ionnyaláb egymástól x távolságra lévő két foltot idéz elő. Mekkora ez az x távolság?

F2. Egy $m = 100$ g tömegű, $\ell = 25$ cm hosszú vezető rudat egy patkómágnes pólusai közé helyezünk, majd két hajlékony, azonos hosszúságú vezetékkel vízszintes helyzetben felfüggesztünk. A patkómágnes belsejében a mágneses tér közelítőleg függőleges, homogén, $B = 500$ mT indukciójú. Milyen irányban és hány fokos szögben térül ki a rúd új egyensúlyi helyzetében, ha $I = 2$ A erősségű áramot vezetünk rajta keresztül az ábrán látható irányban?



F3*. Határozzuk meg a mágneses indukcióvektor irányát és nagyságát egy R sugarú, I erősségű árammal átjárt körvezető szimmetriatengelye mentén, a kör középpontjától x távolságra! Ábrázoljuk vázlatosan a $B(x)$ függvényt!

F4*. Egy nagyon hosszú, egyenes vezetőben $I = 8$ A erősségű áram folyik. Egy $R = 6$ cm sugarú, kör alakú hurkot alkotunk a vezetőre az a), illetve a b) ábrán látható módon. Mekkora a mágneses indukció nagysága a hurok középpontjában a két esetben? Hogyan változnak a válaszok, ha a hurok síkja merőleges az egyenes vezetőre?



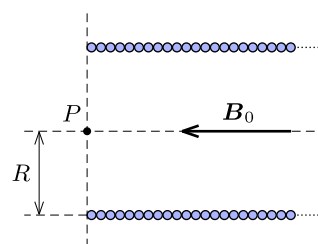
F5*. Egy hosszú, R sugarú, tömör, hengeres vezetőben homogén eloszlású, tengelyirányú, I erősségű áram folyik. Számítsuk ki és ábrázoljuk a mágneses indukcióvektor nagyságát a hengeres vezető tengelyétől r távolságban a vezetőn belül és azon kívül!

F6*. Egy igen hosszú, hengeres, $R = 5$ cm sugarú szigetelő csőön méterenként $\lambda = 5 \cdot 10^{-8}$ C töltés helyezkedik el egyenletesen felületi eloszlásban. Mekkora a mágneses indukcióvektor nagysága:

a) a cső belsejében, ha az $\omega = 300$ s⁻¹ szögsebességgel forog a szimmetriatengelye körül;

b) a cső tengelyétől $r = 10$ cm távolságban, ha az $v = 20$ m/s sebességgel mozog hosszirányban?

F7.** R sugarú, L hosszúságú ($L \gg R$) szolenoid tekercsben folyó egyenáram hatására a szolenoid belsejében B_0 erősségű mágneses indukció alakul ki.



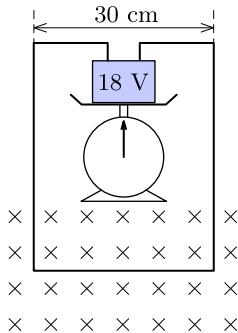
a) Mekkora a mágneses indukció a szolenoid tengelye mentén a tekercs egyik végénél (az ábrán látható P pontban)?

b) Mekkora mágneses fluxus halad át a tekercs végén, a P pontra illeszkedő körlapon?

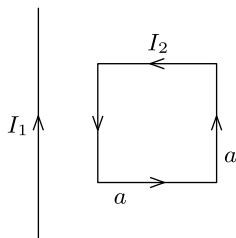
Otthoni gyakorlásra szánt feladatok

H1. Egy 2 keV mozgási energiájú elektron homogén, 5 mT indukciójú mágneses mezőben körpályán mozog. Mekkora az elektron körpályájának sugara?

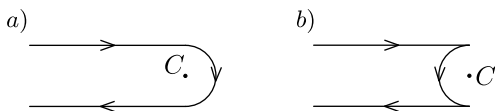
H2. Egy 18 V-os telepet mérlegre helyezünk; a telep pólusaihoz téglalap alakú dróthurkot erősítünk úgy, hogy a téglalap alsó oldala $B = 0,20$ T indukciójú, homogén mágneses mezőn haladjon át (lásd az ábrát). A telep és a hurok együttes tömege 100 g. Mekkora legyen a huzal ellenállása, hogy a mérleg éppen nullát mutasson? Melyik a telep pozitív pólusa?



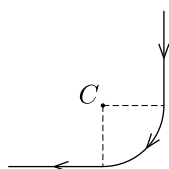
H3. Igen hosszú, egyenes vezetőkben $I_1 = 30$ A erősségű áram folyik, a vezetők mellett egy $a = 2$ cm oldalhosszúságú, négyzet alakú vezetőkeret van az ábra szerint rögzítve. Mekkora erővel hat az egyenes vezetők árama a keretre, ha abban $I_2 = 10$ A erősségű áram folyik, és az egyenes vezetők közélebbi oldala attól 1 cm távolságra van?



H4. Egy igen hosszú, egyenes vezetőt közepén $R = 10$ cm sugarú félkör alakban meghajlítunk az a), illetve b) ábrán látható módon. Mekkora a mágneses indukció értéke a félkör C középpontjában, ha a vezetőkben 2 A erősségű áram folyik?



H5. Egy igen hosszú, egyenes vezető közepére egy 6 cm sugarú negyedkört hajlítottunk az ábrán látható módon. Mekkora a mágneses indukció értéke a negyedkör C középpontjában, ha a vezetőkben 3 A erősségű áram folyik?



H6. Végtelen hosszú, egyenes vezetőkben I erősségű áram folyik. Egy tőle d távolságban elhelyezkedő, vele párhuzamos vezetőkben az előzővel egyező irányú, nI erősségű áram folyik. Az első vezetőtől milyen távolságban lesz az eredő mágneses indukcióvektor zérus?

H7. Egy igen hosszú, $R_1 = 4$ cm sugarú, hengeres vezető belsejében $R_2 = 2$ cm sugarú, hengeres üreg halad végig (az üreg tengelye azonos a vezető tengelyével). A vezetőkben egyenletes áramsűrűségben $I = 2$ A erősségű áram folyik tengelyirányban. Mekkora a mágneses indukcióvektor nagysága a tengelytől $r = 3$ cm távolságban lévő pontban?

H8. Két körvezető koncentrikusan, azonos síkban helyezkedik el. Az egyik sugara $r_1 = 2$ cm, benne $I_1 = 1$ A erősségű áram folyik, a másik sugara $r_2 = 3$ cm, a benne folyó áram erőssége pedig $I_2 = 2$ A. Az áramok körüljárási iránya ellentétes.

a) Adjuk meg a körvezetők közös középpontjában a mágneses indukcióvektor nagyságát!

b) Hogyan módosulna az a) kérdés eredménye, ha az áramok körüljárási iránya megegyező lenne?

c) Ellentétes irányú áramok esetén hányszorosára kell növelnünk a kisebb körvezetőben folyó áram erősségét, hogy a körvezetők középpontjában a mágneses indukció értéke nulla legyen?

H9. Egy $r = 3$ cm sugarú, $I_1 = 2$ A árammal átjárt körvezető középpontjától $d = 8$ cm-re egy igen hosszú, $I_2 = 4$ A erősségű árammal átjárt, a körvezető síkjára merőleges állású, egyenes vezető helyezkedik el.

a) Adjuk meg a körvezető középpontjában a mágneses indukcióvektor nagyságát!

b) Hányszorosára kellene növelni az I_2 áramerősséget, hogy a körvezető középpontjában a mágneses indukcióvektor 45° -os szöveget zárjon be a körvezető síkjával?

H10. Egy igen hosszú, $R = 5$ cm sugarú, $n = 50$ menet/méter menetsűrűségű szolenoid tekercs szimmetriatengelyén egy hosszú, vékony, egyenes vezető halad végig. A szolenoidban $I_1 = 0,5$ A erősségű áram folyik, míg az egyenes vezetőkben folyó áram erőssége $I_2 = 1$ A.

a) Mekkora a mágneses indukcióvektor nagysága a szolenoid szimmetriatengelyétől $r = 10$ cm távolságban?

b) Mekkora a mágneses indukcióvektor nagysága a szolenoid szimmetriatengelyétől $r = 2$ cm távolságban?