

BEVEZETÉS A FIZIKÁBA II. GYAKORLAT

3. ELEKTROMÁGNESESSÉG

I. A MÁGNESES TÉR

1. A proton sebessége a részecskegyorsítóban $5 \cdot 10^6$ m/s. A proton egy olyan mágneses térben mozog, melynek nagysága 0,4 T és iránya 30° -os szöget zár be a proton sebességének irányával. a) Mekkora és milyen irányú a protonra ható erő? b) Mekkora proton gyorsulása? c) Mekkora volna az erő és a gyorsulás, ha a proton helyett egy elektron mozogna hasonló körülmények között?

$$1,6 \cdot 10^{-13} \text{ N}; 9,6 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2; \text{erő ua.}, 1,76 \cdot 10^{17} \text{ m/s}^2$$

2. **H** A töltött részecskék sebességválogatására olyan berendezést szoktak alkalmazni, melyben a részecskére ható elektromos és mágneses terek éppen kiegyenlítik egymást. - Egy ilyen rendszerbe a **B** mágneses térre merőlegesen **v** sebességgel belövünk egy +q töltésű részecskét. Mekkora és milyen irányú **E** elektromos teret kell alkalmaznunk, hogy a részecskére ható erők egyensúlyban legyenek?

$$E=vB, \text{ iránya a Lorentz-erővel ellentétes}$$

3. Az előbbi példában leírt sebességválogatóban egy részecske egyenes irányban egyenletes sebességgel mozog. A sebességválogató elektromos tere $5,65 \cdot 10^3$ N/C nagyságú, míg az alkalmazott mágneses tér 0,4 T. Mekkora a részecske fajlagos töltése (töltés/ tömeg hányadosa), ha a részecske egy 2,9 cm sugarú körpályán mozogna, ha az elektromos teret kikapcsolnánk?

$$1,22 \cdot 10^6 \text{ C/kg}$$

4. **H** Egy proton gyakorlatilag nyugalomból kezd gyorsulni egy síkkondenzátor pozitív lemezétől a negatív fegyverzete felé. A kondenzátorra 2100 V feszültséget kapcsoltak. A nagy sebességű proton a negatív lemezen lévő kis lyukon elhagyja az elektromos teret és egyenletes sebességgel halad egészen addig, míg be nem lép egy sebességére merőleges irányú homogén, 0,1 T erősségű mágneses térbe.

- a. Határozzuk meg, hogy a proton milyen sebességgel hagyta el a kondenzátort?
b. Mekkora a proton mozgási energiájának megváltozása a mágneses tér hatására?
c. Mekkora annak a körnek a sugara, amelyen a proton a mágneses térben mozog? (A proton tömege $m=1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.)

$$6,34 \cdot 10^5 \text{ m/s}; 0; 6,62 \text{ cm}$$

II. MÁGNESES INDUKCIÓ

5. Két 1,6 m távolságban lévő párhuzamos sín végét egy 96Ω ellenállású villanykörtén keresztül kötjük össze. A sínen 5 m/s sebességgel egy vezetőt mozgatunk úgy, hogy annak végei a síneken vannak. A mágneses tér nagysága 0,8 T és ez merőleges a sínek által kijelölt síkra. A lámpa ellenállásának kivételével minden más ellenállás elhanyagolható. a) Mekkora a mozgó vezető által keltett elektromotoros erő? b) Mekkora az áramkörben folyó áram? c) Mekkora elektromos teljesítményt ad le a körte? d) Mennyi energiát fogyaszt a körte 60 másodperc alatt?

$$6,4 \text{ V}; 0,067 \text{ A}; 0,4267 \text{ W}; 25,6 \text{ J}$$

6. Mekkora az előző példában az az erő, amely ahhoz kell, hogy a síneket összekötő, súrlódás nélkül mozgó vezető rudat egyenletes sebességgel mozgassuk? Mekkora az ezen erő által végzett munka 60 másodperc alatt?

$$0,0853 \text{ N}$$

7. **H** Négyzetes alakú egy menetes tekercset egy 0,5 T erősségű homogén mágneses térbe helyezünk. A tekercs területe 2 m^2 . Mekkora a mágneses fluxus, ha a tekercs normálisa (a felületére merőleges egyenes) 0° , 60° , ill. 90° szöget zár be a mágneses térrel?
1; 0,5 ill. 0 Vs
8. **H** Egy $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ területű, 20 menetes tekercs síkja merőleges a 0,05 T nagyságú mágneses térre. 0,1 s idővel később a tér nagysága 0,06 T-ra nőtt. Határozzuk meg az ez alatt az idő alatt indukálódott átlagos elektromotoros erőt!
3 mV
9. **H** A váltóáramú generátor 50 Hz frekvenciával forog mágneses térben és eközben 230 V effektív váltófeszültséget generál. A tekercs területe $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ és 500 menetből áll. Határozzuk meg a mágneses tér nagyságát!
0,69 T
10. Egy kerékpár lámpáját ellátó áramfejlesztő generátor forgó fejét a kerékpár 33 cm sugarú kereke 44-szer forgatja meg, amíg a kerék egyet fordul. A generátor tekercse (armatúrája) 75 menetes és minden menet területe $2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$. A mágneses tér nagysága 0,1 T. Mekkora a kerékpáros sebessége, ha csúcspan 6 V feszültség keletkezett?
2,3 m/s
11. Egy sztereo berendezés bemenő transzformátorának primer tekercse 660 menetes, míg a szekunder tekercs menetszáma 25. A villásdugót a 230 V-os hálózatra kötve 0,42 A áram folyik a primer tekercsben. A transzformátor kimenete a berendezés félvezető áramkörét látja el feszültséggel. a) Határozzuk meg a szekunder körben eső feszültséget! b) Határozzuk meg a szekunder kör áramát! c) Mekkora a félvezető áramkörökhöz juttatott átlagos teljesítmény?
8,712 V; 11,088 A; 96,6 W

III. VÁLTÓÁRAMÚ ÁRAMKÖRÖK

12. **H** Egy sztereo rádióvevő berendezés 34 V csúcspeszültségű váltóáramú jelet küld a kb. 8Ω ellenállású hangszóróra. Mekkora a hangszóró kimenetein mérhető effektív feszültség? Mekkora a hangszórón átfolyó váltóáram effektív értéke? Mekkora az átlagos teljesítmény?
24 V; 3 A; 72,25 W
13. A legtöbb modern hangerősítő berendezés mind bal, mind jobboldalon két-két hangszóró, egy főhangszóró és egy távoli hangszóró bekapcsolását teszi lehetővé. A főhangszóró mindkét oldalon 8Ω , a távoli hangszórók pedig 4Ω ellenállásúak. A hangszórók külön-külön mind a két oldalon párhuzamosan vannak kapcsolva és az erősítő 6V effektív feszültségű váltóárammal működteti a hangszórókat. Mekkora a bal, ill. a jobb oldalon lévő hangszóró-rendszer eredő ellenállása? Mekkora az egyes hangszórókon átfolyó áram? Mekkora az erősítő által leadott összes áram? Mekkora az egyes hangszórók és az egész rendszer által leadott teljesítmény?
2,67 Ω ; 0,75 A és 1,5 A; 4,5 A; 4,5 W, 9 W és 27 W
14. **H** Egy 50 V effektív feszültségű váltóáramú feszültségforrásra
a. $1,5 \mu\text{F}$ -os kondenzátort
b. $3,6 \text{ mH}$ induktivitást kötünk. Mekkora az áramkörben folyó áram effektív erőssége, a frekvencia 1000 Hz, ill. 5000 Hz?
0,471 A ill. 2,356 A; 2,21 A ill. 0,442 A
15. Egy 148Ω ellenállást, egy $1,5 \mu\text{F}$ kondenzátort és egy $35,7 \text{ mH}$ induktív ellenállást sorosan rákötünk egy 35 V effektív feszültségű 512 Hz frekvenciájú generátorra. a) Mekkora az egyes elemeken mérhető effektív feszültség? b) Mekkora az áramkör által felvett teljesítmény?

29,69 V; 41,57 V; 23,04 V; 7,02 W

16. **H** Egy kondenzátor két párhuzamos 10^{-4} m^2 területű fémlapból áll, melyek között levegő van. A kondenzátort egy 11 kHz-es 150 V effektív feszültségű generátorra kötöttük. Az áramkörben $9,4 \mu\text{A}$ áram folyik. Mekkora a fémlapok távolsága?
0,975 mm
17. **H** Egy 106 Hz-es 234 V-os váltóáramú generátorra sorosan rákötünk 215Ω ellenállást és 200 mH induktivitást. Mekkora az áram? Mekkora az áram és a feszültség közötti fázisszög?
0,925 A; $31,78^\circ$
18. **H** Egy RLC áramkörben az ellenállás 92Ω , a generátor effektív feszültsége 3 V. Mekkora a leadott teljesítmény rezonancia esetén?
0,098 W
19. Mekkora kell választani a rezgőkör kapacitását, ha a tekercs önindukciós együtthatója 0,04 H és 700 m hullámhosszúságú elektromágneses hullámokat akarunk előállítani?
3,45 pF

IV. AZ ELEKTROMÁGNESES HULLÁMOK

20. **H** a) Számítsuk ki a Kossuth-adó 540 kHz, a Bartók-rádió 105,3 MHz és a Petőfi-adó 94,8 MHz frekvenciájához tartozó hullámhosszokat! b) Mekkora a hullámhossza annak az elektromágneses hullámnak, melyet a 2,45 GHz frekvenciával működő mikrohullámú sütő klisztronja kelt? c) Egy Röntgen-készülék által kibocsátott sugárzás hullámhossza 2,1 nm. Mekkora a frekvenciája?
555,6 m; 2,85 m; 3,16 m; 12,25 cm; $1,43 \cdot 10^{17} \text{ Hz}$
21. **H** Gondoljuk át, hogy a Kossuth-adó, vagy a Petőfi-rádió hullámhosszainál nagyobb a hullámok elhajlási képessége egy épület körül! Miért?
22. **H** Egy 1987-ben felfedezett szupernóva robbanásról megállapították, hogy $1,66 \cdot 10^{21} \text{ m}$ távolságban történt. Hány fényévre van ez tőlünk? Miért mondják a csillagászok, „visszatekintünk az időben”?
175341 fényév
23. **H** Igazoljuk, hogy Maxwell elméleti eredménye helyes, és a fénysebesség kiszámítható a vákuum elektromos permittivitása és mágneses permeabilitása szorzatából vont négyzetgyök reciprokaként!
24. Egy ipari lézert arra használnak, hogy lyukat égessen egy fémlapba. A fény átlagos intenzitása $S=1,23 \cdot 10^9 \text{ W/m}^2$. Mekkora a lézer által kibocsátott elektromágneses hullámban a) az elektromos, b) a mágneses térerősség effektív értéke?
 $6,8 \cdot 10^5 \text{ N/C}$; $1,8 \cdot 10^3 \text{ A/m}$

V. FÉNY, FÉNYVISSZAVERŐDÉS, FÉNYTÖRÉS

25. Sárga színű monokromatikus fény hullámhossza levegőben 590 nm. Határozzuk meg a terjedési sebességét, hullámhosszát, frekvenciáját és színét 1,5 törésmutatójú üvegben!
 $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; 393 nm; $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ és sárga
26. **H** Egy fénysugár beesési szöge a levegő-víz felületre 46° . Milyen irányban megy tovább a fénysugár, ha a) a vízbe megy, b) ha a levegőbe megy. ($n_{\text{víz}}=1,333$)
 $32,66^\circ$; $73,51^\circ$

27. **H** Egy úszó a víz alól néz egy pénzdarabot, melyet közvetlenül felette tartanak. A valóságosnál közelebb, vagy távolabbinak látja? Magyarázzuk meg következtetésünket!
28. Vízrel telt üveglád aljáról fénysugarat bocsátunk felfelé, amely a vízszintes felszín 40° -os beesési szög alatt éri. Egymástól mekkora távolságban érkeznek a 3 m magasan lévő mennyezetre a vörös és kék fénysugár, ha a törésmutató a vörösre 1,328, a kék fényre 1,343?
- 21,45 cm*
29. Egy gyémánt ($n=2,42$) csiszolt falát 28° -os szögben éri a gyémántban haladó fénysugár. Kilép a levegőre, vagy nem? Mi történik, ha levegő helyett víz veszi körül az ékszert?

VI. KVANTUMFIZIKA, MIKROFIZIKA

30. Az elektronnak az ezüst felületéről történő kilépési munkája 4,73 eV. Mekkora annak a fénynek a legkisebb frekvenciája, melynél még kilép elektron a felületről? Milyen színű fény ez?
- $1,14 \cdot 10^{15}$ Hz; UV*
31. Egy fotonnak az impulzusa megegyezik egy $2 \cdot 10^5$ m/s sebességű elektron impulzusával. Mekkora a foton a) hullámhossza, b) frekvenciája, c) energiája?
- $3,64$ nm; $8,24 \cdot 10^{16}$ Hz; $5,46 \cdot 10^{-17}$ J*
32. **H** Hány 560 nm hullámhosszúságú fotont kell elnyelni ahhoz, hogy 4 kg 0°C -os jég felolvadjon? (A jég olvadáshője $3,35 \cdot 10^5$ J/kg.)
- $3,8 \cdot 10^{24}$ db*
33. **H** A televízió képernyőjében elektronok gyorsulnak nyugalmi állapotból 17 kV feszültségkülönbségű helyek között. Mekkora az elektronok de Broglie hullámhossza?
- 9,4 pm*