

Fizika II. feladatsor villamosmérnök és mérnök informatikus hallgatóknak – 2023 ősz

1. A $B=0,2 \text{ Vs/m}^2$ indukciójú homogén mágneses térbe $v=10^5 \text{ m/s}$ sebességű proton érkezik az indukcióvonalakra merőleges irányban. Mekkora sugarú körpályán fog mozogni a proton, ha tömege $1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, töltése $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$?

2. Mekkora sebességre gyorsul fel egy nulla kezdősebességű elektron 20 V feszültség hatására? Az elektron tömege $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, töltése $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. A felgyorsított elektron a mozgás irányával 30° -os szöget bezáró $0,2 \text{ Vs/m}^2$ indukciójú homogén mágneses térbe kerül. Mekkora erő hat az elektronra a mágneses térben?

2.1. Egy tömegspektrométerben egyszeresen ionizált (egy elektront leválasztanak) hélium atomokat gyorsítanak fel $v=10^5 \text{ m/s}$ sebességre. A sebességre merőleges homogén mágneses térbe jutva ezek $R=2 \text{ cm}$ sugarú negyed kört leírva csapódnak be a detektorba. Mekkora a mágneses indukció? A hélium atom tömege $6,643 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

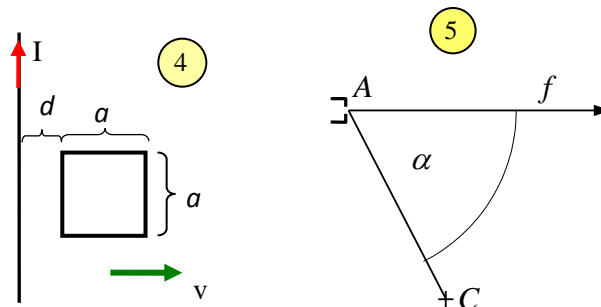
2.2. Egy áramjárta hosszú egyenes rézvezeték ($I=2 \text{ A}$) homogén mágneses térbe ($B=0,05 \text{ T}$) helyeznek. Legyen az áram iránya a pozitív x tengely iránya és a mágneses indukció ezzel 60 fokos szöget zár be az x - z síkban. Mekkora és milyen irányú erő hat a vezeték egységnyi hosszára? Készítsen ábrát!

3. Egy nulla kezdősebességű 30 V feszültségen felgyorsított elektron mágneses térbe kerül. Az elektron sebességének iránya 30° -os szöget zár be a pozitív z tengely irányába mutató $0,1 \text{ Vs/m}^2$ indukciójú homogén mágneses térrel. Határozza meg

a) a pálya x, y síkba eső vetületének adatait,

b) azt az utat, amelyet az elektron a pozitív z tengely irányában egy körülfutás alatt megtesz.

4. Igen hosszú egyenes vezetőben 30 A , a huzallal egy síkban fekvő négyzet alakú drótkeretben pedig 10 A erősségű áram folyik az óramutató járásával ellenkező irányban. Mekkora és milyen irányú mágneses erő hat a keretre, ha $a = 2 \text{ cm}$ és $d = 1 \text{ cm}$?



5. Egy elektronágyú 1 kV feszültségen felgyorsított elektronokat bocsát ki az f félegyenes irányában. A C céltárgyat az A nyílástól 5 cm -re, $\alpha = 60^\circ$ -os irányban helyeztük el. Mekkora indukciójú homogén mágneses mezőt kell létesítenünk, hogy az elektronok eltalálják a céltárgyat, ha a mező

a) merőleges az f félegyenes és a C pont síkjára,

b) párhuzamos az AC iránnyal? (Az elektron tömege $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.)

6. Mágneses térben 2 cm^2 területű vezető keretben 5 A erősségű áram folyik. A mágneses tér $2 \cdot 10^{-4} \text{ Nm}$ értékű forgatónyomatékkal hat a keretre, amikor annak síkja a \mathbf{B} mágneses indukcióvektorral párhuzamos és a keret forgástengelye merőleges \mathbf{B} -re.

a) Mekkora \mathbf{B} ezen a helyen?

b) A forgatónyomaték hatására a keret forogni kezd. Mekkora lesz a szögsebessége abban a pillanatban, amikor a vezetőkeret merőleges a mágneses térre (a csillapító hatásoktól eltekintünk)?

A keret tehetetlenségi nyomatéka $\theta = 10^{-6} \text{ kgm}^2$.

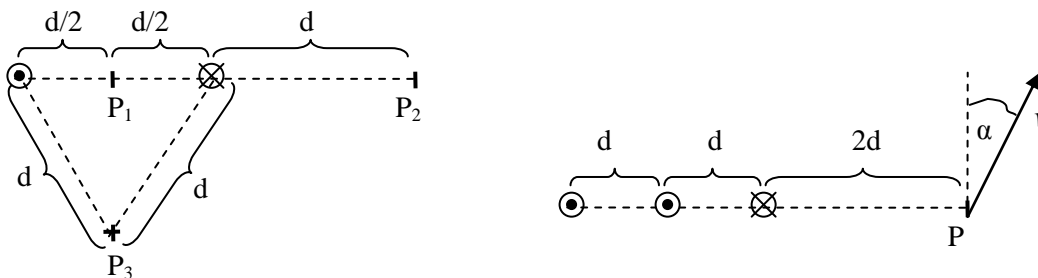
c) Ebben a helyzetben mekkora forgatónyomaték hat a vezetőkeretre?

d) Erről a pontról a keret tovább fordul. Mekkora szögeltérésnél áll meg?

7. Egy 15cm hosszú, 850 menetes, vasmentes hengeres tekercsre 20V feszültséget kapcsolunk. A tekercs közepes menethossza (a henger kerülete) 6cm. A huzal vastagsága 0,3mm, fajlagos ellenállása $\rho = 0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2 \text{ m}^{-1}$. Mekkora a mágneses térerősség a tekercs belsejében?

8. Egy hosszú egyenes koaxiális kábel hengeres belső vezetékének sugara r_o , az áramot visszavezető hengergyűrű belső sugara r_1 , a külső r_2 . Az I erősségű áram egyenletesen oszlik el mindkét vezeték keresztmetszetén. Határozzuk meg és ábrázoljuk, hogyan változik a mágneses térerősség a tengelytől mért r távolság függvényében.

9. Mekkora és merre mutat a mágneses térerősség a P_1 , P_2 , P_3 pontokban? Az ellenkező irányú egyaránt $I = 2A$ erősségű áramok a rajz síkjára merőleges, egymástól $d = 2 \text{ cm}$ távolságban lévő, hosszú egyenes vezetőkben folynak.



10. Három, egymástól $d=10\text{cm}$ távolságra lévő végtelen hosszú egyenes vezetőkben $I=2A$ áram folyik az ábra szerinti irányításban. A szélsőtől $2d$ távolságra lévő P ponton egy $q = 10\text{nC}$ töltésű részecske repül át $v = 8\text{m/s}$ sebességgel, $\alpha = 30^\circ$.

- a) Mennyi a P pontban a három vezetőtől származó eredő mágneses térerősség?
- b) Mekkora és milyen irányú erő hat a részecskére ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$)?

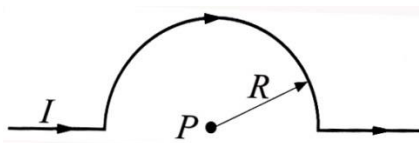
11. Egy szorosan tekercselt toroid belső sugara 1cm, a külső sugara pedig 2cm. A toroid belsejében levegő van, 1000 menetes, és a benne folyó áramerősség 2,5A.

- a) Mekkora a mágneses indukció 1,2 cm távolságban a középponttól?
- b) Mekkora a mágneses indukció 1,5 cm távolságra a középponttól?

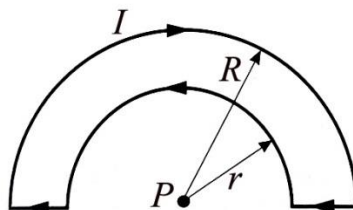
12. Egy kör alakú áramjárta vezeték sugara 3cm, és benne 2A erősségű áram folyik. Mekkora a mágneses indukció nagysága a hurok tengelye mentén

- a) a hurok közepében
- b) 4 cm távolságban a kör középpontjától?

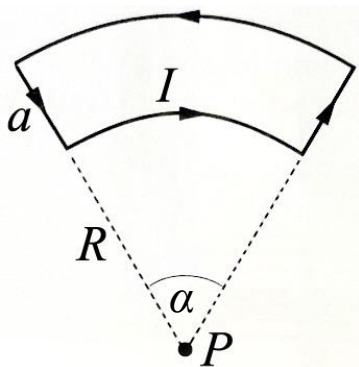
13. Mekkora a mágneses indukció a P pontban, ha az áramerősség $I = 5A$, a kör sugara pedig $R = 15\text{cm}$?



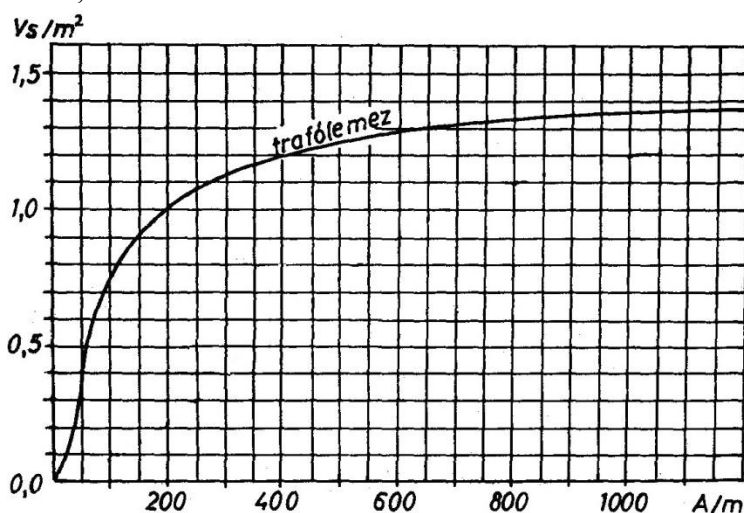
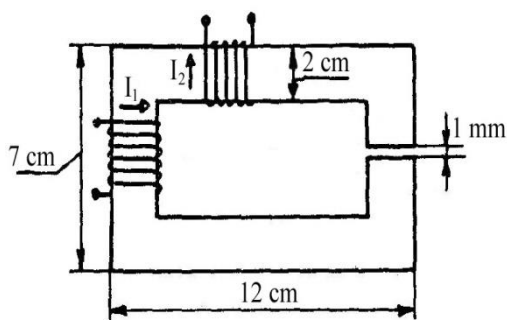
14. Mekkora a mágneses indukció a P pontban, ha az áramerősség 15A, a sugarak pedig $r = 5\text{cm}$ illetve $R = 8\text{cm}$ nagyságúak?



15. Mekkora a mágneses indukció a P pontban, ha az α szög 60° , az áramerősség $I = 12\text{A}$, a belső sugár $R = 6\text{cm}$, az a távolság pedig 4cm ?



16. Az ábra szerinti, négyzet keresztmetszetű, állandó vastagságú vasmag anyaga trafólemez, az 1-es tekercs menetszáma 1000 , a 2-esé 600 . Milyen erős áramnak kell folynia az 1. tekercsben, hogy a légrésben a mágneses indukció $1,3\text{ T}$ legyen, ha a másik tekercs árammentes? Hogyan válasszuk meg az I_2 áramintenzitás értékét, ha a légrésben csak 1 T indukció szükséges, de I_1 ugyanakkora, mint az előbbi esetben?

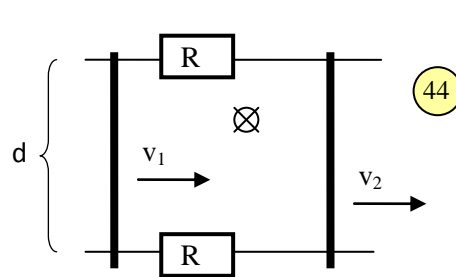
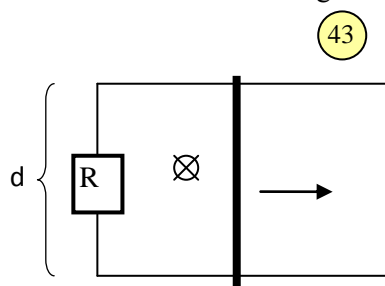
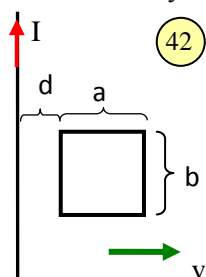


17. Az ábrán látható vezetőkeret v sebességgel egyenletesen távolodik a síkjában fekvő, igen hosszú, I intenzitású stacionárius árammal átjárt huzaltól. A keret ρ fajlagos ellenállású homogén drótból készült, keresztmetszete mindenütt A . A keret bal oldala kezdetben d távolságra van a hosszú vezetéktől. Merre folyik a dróthurokban az áram, és hogyan változik az erőssége? Az indukált áram mágneses terét hanyagoljuk el! (ábra a következő oldalon)

18. Vízszintes síkban fekvő, egymástól d távolságra levő, párhuzamos vezető sínek egyik végét R ellenállással kötöttük össze. A sínekre merőlegesen egy, azokat összekötő, elhanyagolható ellenállású fém rudat húzunk vízszintes, a rúdra merőleges, állandó F erővel. A rúd függőleges B indukciójú homogén mágneses térben mozog. A súrlódástól eltekintünk. (ábra a következő oldalon)

a) Mekkora sebességre gyorsul fel a rúd?

b) Mekkora áram folyik át az ellenálláson ennél a sebességnél?

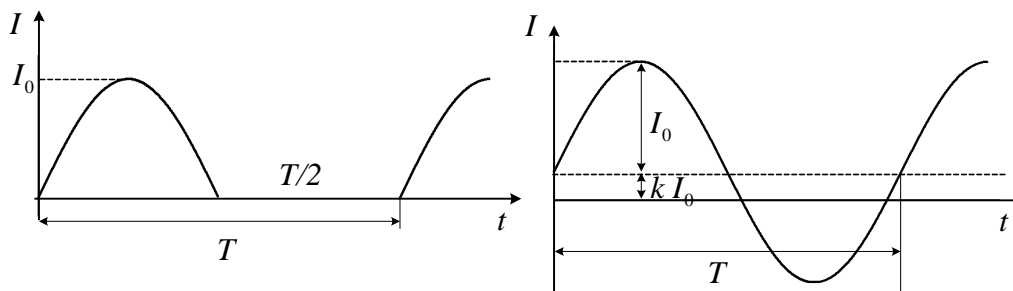


19. Az előző feladathoz hasonló az elrendezés, de most két ellenállás van és két rúd mozog, rögzített v_1 és v_2 sebességgel. Mekkora áram folyik át a rudakon?

20. A Föld mágneses terének függőleges komponense a vizsgált helyen 20 A/m . Határozzuk meg az $1,44 \text{ m}$ nyomtávú síneken 108 km/h sebességgel haladó vonat esetén a vonat tengelyében indukált feszültséget, amely a sínek között mérhető?

21. Egy transzformátor vasmagjában $4 \cdot 10^{-4} \text{ Vs}$ csúcsértékű szinuszosan változó fluxus van. Mekkora maximális feszültség indukálódik a vasmagon elhelyezett 250 menetű tekercsben, ha a frekvencia 500 Hz ?

22. A rajzokon látható görbe vonalak szinusz függvényt ábrázolnak. Számítsuk ki a két periodikus váltakozó áram effektív erősségét.



23. Egy 1Ω és egy 2Ω ellenállású félkör alakú vezetőlél teljes kört hoztunk létre. Ezt homogén mágneses mezőbe helyezük az indukcióra merőleges síkban. Az indukció nagyságának változási gyorsasága 80 T/s , a kör sugara 15 cm . Mekkora a körben indukálódott elektromotoros erő és az áramerősség? Mekkora az elektromos mező térerőssége a vezeték-szakaszok belsejében?

24. Homogén mágneses mezőben az indukcióra merőleges síkban elhelyeztünk egy $2 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ területű zárt fémkeretet. Mennyi töltés áramlik át a téglalap alakú keret egy oldalának keresztmetszetén, ha a keretet a hosszabbik oldalával párhuzamosan, vagy a rövidebbik oldalával párhuzamosan kihúzzuk a mágneses mezőből? A mező indukciója $0,2 \text{ T}$ nagyságú, a keret ellenállása $0,01 \Omega$.

25. Egy 15 cm hosszúságú, 3000 menetes, 5 cm^2 keresztmetszetű tekercs belsejébe helyezünk egy 12 cm hosszú, 1500 menetes, 2 cm^2 keresztmetszetű tekercset úgy, hogy a két tekercs tengelye egybeessen. A külső tekercset váltakozó feszültségre kapcsoljuk, a benne folyó váltóáram csúcsértéke 2 A , frekvenciája 50 Hz . Írja fel, és ábrázolja a belső tekercsben indukálódó elektromotoros erőt! Állapítsa meg, melyek azok az időpontok, amikor az indukált elektromotoros erő nulla! Ábrázolja a külső tekercsben folyó áram erősségének időtől való függését is, s hasonlítsa össze a két grafikont!

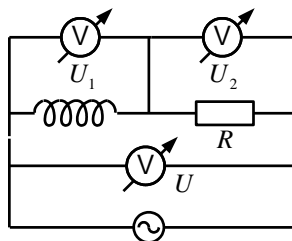
26. Homogén mágneses mezőben egy 20 cm oldalhosszúságú, $0,01 \Omega$ ellenállású rövidre zárt vezetőkeret forog 360 min^{-1} fordulatszámmal a $0,5 \text{ T}$ nagyságú indukcióra merőleges tengely körül. Mekkora a keret forgatásához szükséges maximális forgatónyomaték, ha a léghellenállástól, súrlódástól és az önindukció jelenségétől eltekintünk?

27. Igen hosszú, egyenes tekercs vékony, kör keresztmetszetű, homogén mágneses mezőt hoz létre a benne folyó áram következtében. Az áram változása miatt az indukció változási gyorsasága 4 T/s . A tekercs keresztmetszete 16 cm^2 . Mekkora az indukált elektromos mező térerőssége a tekercs tengelyétől 1 cm -re, illetve 6 cm -re?

28. A $B=2V \cdot s \cdot m^{-2}$ indukciójú homogén mágneses térben az indukcióvonalakra merőleges tengely körül 4 cm oldalú, négyzet alakú vezetőkeretet forgatunk $n = 25 \text{ s}^{-1}$ fordulatszámmal. A forgástengely a négyzet egyik középvonala. A keret ellenállása $0,1 \Omega$. Hogyan változik az indukált feszültség és az áramerősség az időben, mekkorák a csúcsértékek?

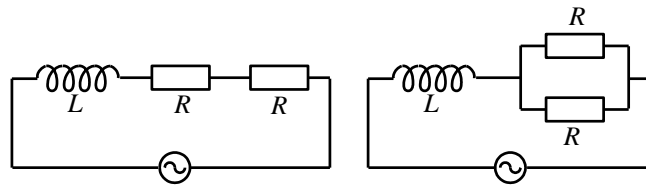
29. Határozzuk meg és ábrázoljuk az áramerősség változását az idő függvényében, ha a 300Ω ellenállású 3 H induktivitású légmagos tekercset 30 V egyenfeszültségről lekapcsolás közben rövidre zártuk.

30. A $100\ \Omega$ ellenállású $10\ \text{mH}$ induktivitású légmagos tekercset $100\ \text{V}$ nagyságú egyenfeszültségre kapcsolunk. A bekapcsolás után mennyi idő múlva lesz az áramerősség $0,7\ \text{A}$?
31. A $3\ \text{H}$ induktivitású és $200\ \Omega$ ellenállású jelfogó $0,03\ \text{A}$ áramerősségnél húz meg. Mekkora egyenfeszültség mellett működik a jelfogó $2,4\ \text{ms}$ -os késleltetéssel?
32. Egy C kapacitású kondenzátort U potenciálkülönbségre töltünk, majd R ellenálláson keresztül kisül. Határozzuk meg és ábrázoljuk, hogyan változik az időben a kondenzátor energiája.
33. Mekkora feszültségre töltődik fel $0,01\ \text{s}$ alatt egy elhanyagolhatóan kicsi belső ellenállású $300\ \text{V}$ -os áramforrásról $10\ \text{k}\Omega$ ellenálláson keresztül egy $8\ \mu\text{F}$ kapacitású kondenzátor? Határozzuk meg az időállandó értékét.
34. Két ideális kapcsolási elemet tartalmazó soros áramkörre $U = 150 \sin 250t$ (V) feszültséget kapcsolunk, amelynek hatására $i = 1,5 \sin \left(250t - \frac{\pi}{4} \right)$ (A) áram folyik. Milyen elemekről van szó?
35. Soros RLC kört ($R=100\Omega$, $L=0,2\text{H}$ és $C=20\mu\text{F}$) egy szokványos 50Hz -es, $U=230\text{V}$ effektív értékű feszültségre kapcsolunk.
- a) Mekkora az áramerősség effektív és maximális értéke és a teljesítmény?
 b) Hogyan kell a feszültségforrás frekvenciáját változtatni, hogy rezonancia lépjen fel (vagyis mekkora f_R)?
 c) A fenti rezonanciafrekvenciánál mekkora lesz az effektív és maximális áramerősség, illetve a teljesítmény?
36. Egy ismeretlen induktivitású és belső ellenállású reális tekercsel sorosan kapcsolunk egy $15\ \mu\text{F}$ kapacitású kondenzátort. Ekkor az áramkör rezonanciafrekvenciája $f_R=50\ \text{Hz}$. Mekkora kondenzátort kellene az első helyére bekötnünk, hogy a rezonancia $200\ \text{Hz}$ -nél lépjen fel?
37. Sorba kötött ohmos fogyasztót és ideális tekercset váltakozó áramú hálózatra kapcsolunk. Az áramerősség fáziskésése a kapocsfeszültséghez képest $\pi/3$. Hányszorosára változik a felvett teljesítmény, ha azonos effektív értékű, de kétszer akkora frekvenciájú feszültségre kapcsoljuk az elrendezést?
38. $230\ \text{V}$ effektív feszültséget adó, változtatható frekvenciájú váltakozó áramú generátorra egy ismeretlen L önindukciós tényezőjű és R ohmikus ellenállású tekercset és egy $42\ \mu\text{F}$ kapacitású kondenzátort sorosan kapcsolunk. Ekkor $f=100\ \text{Hz}$ frekvencia esetén legnagyobb az áramerősség, és értéke $1,6\ \text{A}$. Mekkora R és L ?
39. $110\ \text{V}$ -os, $60\ \text{W}$ -os égőt szeretnénk üzemeltetni $230\ \text{V}$ -os, $50\ \text{Hz}$ -es hálózatról. Az üzemeltetéshez vagy egy ohmos ellenállást, vagy egy kondenzátort kell sorba kötnünk az égővel. Mekkora ellenállásra, ill. kapacitásra lenne szükség az égő üzemeltetéséhez? A két megoldás közül melyik gazdaságosabb? Mennyi energiát takaríthatunk meg 3 óra alatt?
40. Ohmos fogyasztó és ideális tekercs sorba van kötve. Ha erre az elrendezésre $300\ \text{V}$ -os állandó feszültséget kapcsolunk, a felvett teljesítmény $90\ \text{W}$. Ha a kapocsfeszültség $50\ \text{Hz}$ frekvenciával szinuszosan változik és csúcserőértéke $300\ \text{V}$, az elrendezés csak $13\ \text{W}$ -ot vesz fel. Mekkora a fogyasztó ellenállása és a tekercs induktivitása?
41. Az ábrán vázolt kapcsolásban a fogyasztó ellenállása R , a végtelen belső ellenállású voltmérőkről U_1 , U_2 , illetve U feszültséget olvashatunk le. Mekkora teljesítményt vesz fel a tekercs (nem ideális)?



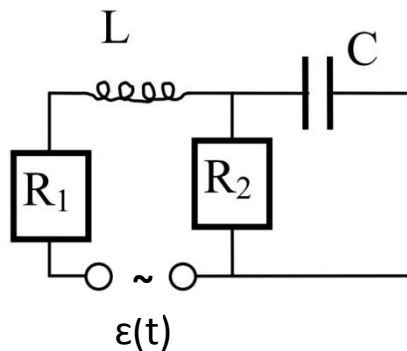
42. Egy kondenzátort és egy ohmos ellenállást sorba kapcsolunk, és váltakozó áramú hálózatra kötjük. A hálózat frekvenciája $150\ \text{Hz}$, a kialakuló áram effektív erőssége $5\ \text{A}$. Az ellenálláson a feszültség csúcserőértéke $180\ \text{V}$, a kondenzátoron pedig $220\ \text{V}$. Mekkora az ellenállás értéke? Mekkora a kondenzátor kapacitása? Mekkora a fáziseltolódás szöge? Mekkora az effektív teljesítmény? Mekkora a hálózati feszültség effektív értéke?

43. Ismeretlen R nagyságú ellenállásokból és $0,4 \text{ H}$ önindukciójú tekercsből az ábrán szereplő két kapcsolást állítjuk össze. A két elrendezést ugyanarra az 50 Hz -es hálózatra kapcsoljuk. Mindkét körben azonos a hatásos teljesítmény. Mekkora az R ellenállás értéke? Mekkora a fáziseltolódás szöge a két esetben?



44. Határozzuk meg az ábrán látható váltóáramú áramkör komplex impedanciáját, a 230 V effektív feszültségű és 50 Hz -es szinuszos generátorból kifolyó áram fázisszögét a generátor feszültségéhez képest és az áram effektív értékét, ha

$$R_1 = 10 \Omega, R_2 = 100 \Omega, L = \frac{1,3}{\pi} \text{ H} \text{ és } C = \frac{100}{\pi} \mu\text{F}.$$



45. Katódsugárcsőben a $2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ nagyságú sebességre felgyorsított elektronok $1 \mu\text{A}$ erősségű áramot képviselnek. Hány elektron halad át másodpercenként a cső keresztmetszetén? Hány elektron van a sugár 10 cm hosszán? Mekkora indukciójú mágneses mezőt hoz létre a katódsugár tőle 1 cm távolságban? Ha az elektronsugarat homogén 10^{-4} T nagyságú mágneses mezőbe helyezük, mekkora erő hat ott egy-egy elektrorra, ha a mező indukciója merőleges a katódsugárra?

46. Egy kezdetben töltetlen, két $r = 10 \text{ cm}$ sugarú fémkorongból álló és $C = 50 \text{ mC}$ kapacitású kondenzátort egy $R = 100 \Omega$ ellenállással sorosan rákapcsolunk egy $\varepsilon = 220 \text{ V}$ egyenfeszültséget biztosító telepre (soros RC kör). Mekkora és milyen irányú a mágneses indukció a kondenzátor lemezei között a tengelytől $r_1 = 5 \text{ cm}$ távolságban, a bekapcsolás után $t = 2 \text{ s}$ idővel.

47. Egy síkkondenzátor fegyverzetei 3 cm sugarú körlemezek, melyek egymástól $1,2 \text{ mm}$ távolságra vannak. A lemezek töltésének pillanatnyi üteme 5 A .

- Mekkora a lemezek közötti elektromos térerősség változási gyorsasága?
- Számítsa ki a lemezek közötti eltolási áramot.

48. Egy levegővel töltött térrészben az elektromos térerősség nagysága az idő függvényében a következő módon változik: $E(t) = 0,04 \sin(1600 \frac{1}{s} t) [\text{V/m}]$.

Mekkora az eltolási áram maximális értéke egy 1 m^2 nagyságú felületre nézve, amelynek síkja merőleges az elektromos térerősség vektorra?

49. Elektromágneses hullám elektromos terét leíró függvény a következő: $\vec{E} = 150 \vec{e}_y \cos(6\pi 10^7 t - 0,2\pi x) [\text{V/m}]$. Számítsa ki a hullámhosszat, fázissebességet, periódusidőt, a fázisterjedés irányát, a mágneses mező, az EM energiasűrűség és a Poynting-vektor amplitúdóját!

50. Vákuumban, az x tengely mentén a pozitív x értékek irányába haladó EM síkhullám elektromos terének amplitúdója $\vec{E}_0 = 100\vec{e}_y$ [V/m], frekvenciája $f = 10^7$ Hz. Adja meg az elektromos és mágneses mezők leírását, mint a hely és idő függvényét (a fázisállandó legyen 0). További kérdések: hullámhossz, körhullámszám, körfrekvencia, periódusidő, az EM energiasűrűség és a Poynting-vektor amplitúdója.

51. Az elektromos térerősség átlagértéke egy vákuumban terjedő elektromágneses hullámban $\langle E \rangle = 380$ V/m.

a) Mekkora a mágneses indukció átlagértéke? b) Mekkora az átlagos energiasűrűség? c) Mekkora az intenzitás?

52. A mágneses indukció átlagértéke egy vákuumban terjedő elektromágneses hullámban $\langle B \rangle = 0,325$ μ T.

a) Mekkora az elektromos térerősség átlagértéke? b) Mekkora az átlagos energiasűrűség? c) Mekkora az intenzitás?

53. Egy 250 W/m² intenzitású elektromágneses hullám egy feketére festett 5 cm sugarú korongra esik merőlegesen, amely a sugárzást teljes egészében elnyeli.

a) Mekkora erő hat erre a korongra?

b) Mekkora erő hatna egy ugyanekkora méretű ideális tükörrre?

54. Egy 450 nm hullámhosszúságú kék lézersugár esik egy $0,5$ mm vastag üveglemez szélő részére úgy, hogy a fény egy része az üvegben ($n_u = 1,5$), másik része pedig vízben ($n_v = 1,33$) halad. Mekkora a fáziskülönbség az üvegben haladó és a vízben haladó fényhullám között a kilépéskor?

55. Egy optikai rács milliméterenként 1000 karcot tartalmaz. Mekkora lesz a rajta áthaladó látható fény elsőrendű spektruma az $1,5$ méter távolságban lévő ernyőn, ha a látható fény hullámhosszának határai 430 nm és 680 nm?

56. Egy 10 cm vastag plánpárhuzamos üveglemez $6,7$ cm-rel tolja el a 70° -os szögben reá eső fénysugarat. Számítsuk ki a lemez törésmutatóját.

57. Egy keskeny fehér fénysugár 50° -os beesési szöggel lép be a 60° -os törőszögű üvegprizma egyik felületén. Mekkora szöget zárnak be egymással a prizma másik lapján kilépő vörös és kék fénysugarak? (Az üveg levegőre vonatkoztatott törésmutatója vörös fényre $1,5$, kék fényre $1,53$.)

58. A 633 nm hullámhosszú vörös fény 45° -os beesési szögben egy $1,33$ törésmutatójú vékony szappanhártyára esik. A visszaverődő fénysugarak interferenciája éppen intenzitásmaximumot eredményez. Számítsuk ki a szappanhártya minimális vastagságát!

59. Tiszta vizű medencében egy $1,8$ m magas ember áll az $1,5$ m mély vízben. Milyen hosszú az ember árnyéka a medence alján, ha a vízfelszínre eső napsugarak a függőlegessel 40° -os szöget zárnak be? A víz levegőre vonatkoztatott törésmutatója $1,33$.

60. Két méter mély medence alján egy pénzérme fekszik. Mekkora az érme látszólagos távolsága felülről nézve, vagyis a medence látszólagos mélysége, ha a víz levegőre vett törésmutatója $1,33$.

61. Egy homorú gömbtükörtől 15 cm távolságban az optikai tengelyen elhelyezett pontszerű fényforrás fényét a gömbtükör a tükörtől 60 cm távolságban gyűjti össze. Mekkora a gömbtükör görbületi sugara?

62. Egy 60 cm görbületi sugarú domború tükör előtt 15 cm távolságban egy 5 cm nagyságú tárgy van. Mekkora kép keletkezik a tárgyról és hol?

63. Egy gépkocsi domború visszapillantó tükré a vezetőtől 60 cm-re van. A tükörtől 40 m-re egy $1,6$ m magas autó halad, amelynek virtuális képe a tükörben 5 cm-es. Határozza meg a nagyítást és a tükör fókusz-távolságát.

64. Egy vékony lencsétől 60cm távolságra elhelyezünk egy parányi fényforrást az optikai tengelyen. A lencse a fényforrás irányából nézve domború, görbületi sugara $R_1 = 16$ cm. A lencse anyagának törésmutatója $n_2 = 1,5$. A lencse körül levegő van, melynek törésmutatója nagyjából $n_1 = 1$. A fényforrás képe a lencse másik oldalán, attól 40cm távolságban jelenik meg szintén az optikai tengelyen. A lencse a kép oldaláról nézve is domborúnak látszódik ($R_2 > 0$). Rajzoljon ábrát és a Snellius-Descartes törvény segítségével, nagyon kis szögeket feltételezve, határozza meg az R_2 görbületi sugarat?

65. Egy -2 dioptriás lencsétől 30cm-re az optikai tengelyen elhelyeztünk egy 6cm magasságú tárgyat. Határozzuk meg a kép helyét és nagyságát.

66. Mekkora annak a gyűjtőlencsének a fókusz-távolsága, amely a 60m távolságban lévő 15m magas épületről 5mm magasságú valódi képet állít elő?

67. Egy d_0 nyugalmi hosszúságú hídhöz egyenes pályán egy vonat érkezik. A vonat nyugalmi hossza $l_0 = 2d_0$. A híd két végén meszelővel áll egy-egy ember. A híd rendszeréből nézve egyszerre tesznek pöttyöt a vonat elejére és végére. Mekkora a vonat sebessége? Mennyi idő telik el a vonat elejének és végének bemeszelése között a vonat rendszerében?

68. A Breakthrough Starshot lézerrel felgyorsított mikro szondája 0,4 c sebességre lesz képes. Mennyi időbe telik ezzel a sebességgel megtenni a 150 millió kilométeres Nap-Föld távolságot

- a földi megfigyelő számára,
- a szondán lévő órával mérve?

69. Két ikertestvér közül az egyik űrutazásra indul. $4c/5$ nagyságú állandó sebességgel 20 fényévnnyire távolodik el, majd megfordul és ugyanilyen nagyságú sebességgel utazva visszatér. Mennyivel lesz fiatalabb testvérénél visszaérkezéskor?

70. A NASA X-43 elnevezésű hiperszonikus repülője 2004. november 16-án a hangsebesség 9,6-szorosát érte el, vagyis kb. 11265 km/h sebességet. A robotrepülő 1400 kg tömeggel rendelkezett. Hány grammal nőtt meg a tömege repülés közben a relativisztikus hatások miatt?

71. A Föld légkörének részecskéivel ütköző nagyenergiájú kozmikus részecskék hatására π -mezonok keletkeznek kb. 100 km-es magasságban. Ezek a részecskék nagyon gyorsan elbomlanak (felezési idejük: $T_{1/2} = 2 \mu s$), ezért még fénysebességgel haladva sem lenne elég idejük ahhoz, hogy elérjék a Föld felszínét. A részecskéket mégis észlelik a felszínen, amely tény bizonyítékot szolgáltat a relativisztikus idő dilatáció jelenségére. A fény sebességének hány százalékával kell a π -mezonnak haladnia a földi megfigyelőhöz képest, hogy a 100 km-es utat a saját rendszerében mérve éppen 2 μs idő alatt tegye meg? (Így a keletkező π -mezonok fele eléri a felszínt)

72. A nyugvó K rendszer megfigyelői egy robbanást figyelnek meg az $x_1 = 480m$ pozícióban, majd 5 μs idővel később egy második robbanást látnak az $x_2 = 1200m$ pozícióban. A pozitív x irányban v sebességgel mozgó K' rendszerben a robbanások azonos helyen történnek. Mekkora a két robbanás közötti időkülönbség a K' rendszer megfigyelői szerint?

73. Egy proton nyugalmi energiája 938 MeV, teljes energiája pedig 2200 MeV.

- Mekkora a proton sebessége?
- Mekkora a proton lendülete?

74. Egy $9,11 \cdot 10^{-31}$ kg nyugalmi tömegű mozdulatlan elektront 800 kV feszültséggel felgyorsítunk.

- Határozza meg az elektron nyugalmi energiáját!
- Határozza meg az elektron mozgási energiáját, teljes energiáját, és sebességét!

75. A Nap felszíni hőmérséklete kb. 5800K, $\lambda_{\max} = 0,5\mu\text{m}$ hullámhossznál (zöld színnél) van hőmérsékleti sugárzásának intenzitás maximuma.

a) Ezen adatok segítségével számítsuk ki λ_{\max} aktuális értékét a következő hőmérsékletekre:

(i) 10000 K-es ívfény (ii) 37 C°-os ember (iii) 2,7 K-es világűr (a Big Bang maradéksugárzása)

b) Számítsuk ki, hogy csupán a hőmérsékleti sugárzás miatt mennyi tömeget veszít a Nap másodpercenként. A fekete testre érvényes formulákat alkalmazzuk!

c) Mennyi a Föld pályája mentén a napsugárzás energiaáram-sűrűsége? (Ezt Napállandónak nevezzük, standard értéke 1390 Joule 1 négyzetméteren 1 sec alatt.)

d) Számítsuk ki a Föld (mindenütt azonosnak tekintett átlagolt) egyensúlyi hőmérsékletét! Tekintsük mind a napsugárzás elnyelésekor, mind pedig a föld hőmérsékleti sugárzása során a Földet abszolút fekete testnek.

76. 800 C° belső hőmérsékletű kemence ajtajának mérete 0,2 x 0,25 m². A környezet hőmérséklete 30 C°. Nyitott kemenceajtó esetén mekkora teljesítmény szükséges a hőmérséklet fenntartásához?

77. Egy vákuumban lévő abszolút feketének tekinthető fűtőszál 20 cm hosszú, átmérője 1 mm. Mekkora elektromos teljesítménnyel lehet 3500 K-re melegíteni? (A hővezetési veszteségektől eltekinthetünk.)

78. A Föld minden, a napsugárzásra merőleges négyzetméterét másodpercenként 1390 J energiájú elektromágneses sugárzás éri el ($S = 1390 \text{ W/m}^2$; szoláris állandó). Mennyi lenne a Föld hőmérséklete, ha az minden pontján azonos hőmérsékletű abszolút fekete test lenne?

79. Az emberi szem már alig veszi észre azt a sárga fényt (0,6 μm), amely $1,7 \cdot 10^{-6} \text{ W}$ teljesítménnyel érkezik a retinához. Hány foton érkezik 1 s alatt a szembe?

80. Mekkora a frekvenciája és hullámhossza annak a fotonnak, amelynek az energiája

a) 1 eV b) 1 keV c) 1 MeV

81. Mekkora az energiája annak a fotonnak elektronvolt és joule mértékegységben, amelynek hullámhossza

a) 450 nm b) 550 nm c) 650 nm d) 0,1 nm (atom mérete) e) 1 fm (atommag mérete)

82. Egy 3 mW teljesítményű He-Ne lézer 632 nm hullámhosszú fénysugarat bocsát ki, amelynek átmérője 1mm. Mekkora a fotonok sűrűsége a nyalábban?

83. Egy vákuumban terjedő lézernyaláb átmérője 1,2mm, az átlagos teljesítménye pedig 5mW. Mekkora a nyaláb intenzitása, az elektromos és mágneses tér csúcserőssége és a fény által okozott nyomás?

84. Egy vákuumban terjedő elektromágneses hullám frekvenciája 100 MHz. A mágneses indukció hely és időfüggése:

$$\vec{B}(z, t) = 10^{-8} \vec{e}_y \cos(\omega t - kz) \text{ [T]}$$

a) Mekkora a hullámhossz és merre terjed a hullám?

b) Adja meg az elektromos térerősség vektort a hely és idő függvényeként!

c) Írja fel a Poynting vektort és számolja ki a hullám intenzitását!

85. Legalább mekkora frekvenciájú fényvel kell megvilágítani a Li katódot, hogy elektronok lépjenek ki belőle? Mekkora ennek a fénynek a hullámhossza? Lítium katód esetén a kilépési munka $4,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

86. Legfeljebb mekkora lehet azon fényerősítő berendezés fotokatódja bevonatának kilépési munkája, amely az ember által kibocsátott hőmérsékleti sugárzás intenzitásmaximumán még működőképes. (A bőrfelszíni hőmérséklet legyen körülbelül 30 C°.)

87. A fotocellára monokromatikus fénysugarat bocsájtunk. Az elektronok mozgási energiáját 1,8V ellenfeszültséggel tudjuk kompenzálni. A fotocella cézium anyagára vonatkozó határhullámhossz 635 nm. Számítsuk ki a

- a) kilépési munkát
- b) beeső fénysugár frekvenciáját és hullámhosszát
- c) beeső fénysugár egyetlen fotonjának impulzusát!

88. A volfrám kilépési munkája 4,58 eV.

- a) Mekkora a küszöbfrekvencia és küszöbhullámhossz?
- b) Mekkora a kilépő elektronok maximális kinetikus energiája, ha a volfrámlapot 250 nm hullámhosszú UV fényel világítjuk meg?

89. A küszöbhullámhossz ezüst esetében 262 nm.

- a) Mekkora az ezüstre jellemző kilépési munka joule és eV mértékegységekben?
- b) Mekkora a kilépő elektronok maximális mozgási energiája, ha a megvilágító fény hullámhossza 175 nm?

90. Egy ismeretlen fém felületét 780 nm hullámhosszú fényel megvilágítva a kilépő elektronok maximális kinetikus energiája 0,37 eV. Mekkora lesz a maximális kinetikus energiája a kilépő elektronoknak, ha a megvilágító fény hullámhossza 410 nm-re változik?

91. Mekkora az elektron de Broglie hullámhossza, ha $v = 3 \cdot 10^6$ m/s sebességgel mozog? (A Planck-állandó: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Js).

92. Mekkora a de Broglie hullámhossza annak az elektronnak, amelynek mozgási energiája

- a) 1,5 eV
- b) 12 eV

93. Egy elektron hullámhossza 200 nm. Mekkora az elektron lendülete és mozgási energiája?

94. Egy elektronmikroszkóp 70 keV mozgási energiájú elektronokat használ. Mekkora a hullámhossza ezeknek az elektronoknak, vagyis mekkora a mikroszkóp hozzávetőleges felbontása?

95. Mekkora energiájú elektronokat kell használnia annak az elektronmikroszkópnak, amellyel atomi felbontást szeretnénk elérni? Az atom átmérője nagyjából 0,1 nm.

96. Egy 45,5 g tömegű golflabdát 80 m/s sebességgel ütnek meg. Mekkora lesz ennek a golflabdának a de Broglie hullámhossza?

97. Egy bolha tömege 0,008 g. Egy ilyen bolha 20 cm magasra tud felugrani (hanyagoljuk el a légellenállást a számításnál). Nagyjából mekkora egy ilyen bolhának a de Broglie hullámhossza egyből az elugrás után?

98. Egy elektron, egy proton és egy alfa részecske mozgási energiája 150 keV. Mekkora ezeknek a részecskéknek a lendülete és de Broglie hullámhossza?

99. A reaktorban lévő lassú neutron mozgási energiája 0,02 eV. A neutron nyugalmi energiája 940 MeV. Mekkora a neutron de Broglie hullámhossza?

100. A proton nyugalmi energiája 938 MeV. Mekkora egy proton de Broglie hullámhossza, ha annak mozgási energiája 2 MeV?

101. Mekkora annak a protonnak a kinetikus energiája, amelynek de Broglie hullámhossza

- a) 0,1 nm
- b) 1 fm

- 102.** Azonos energiájú elektronokból álló nyaláb esik egy kettősrésre, amelynél a rések közötti távolság 54 nm. A résektől 1,5 méterre elhelyezett képernyőn sötét és világos vonalak keletkeznek. A világos csíkok között mért távolság 0,68 mm. Mekkora a nyalábban lévő elektronok mozgási energiája?
- 103.** Egy ismeretlen elem esetében a K_{α} röntgenvonal hullámhossza 0,0721 nm. Melyik ez az elem?
- 104.** Mekkora a K_{α} vonal hullámhossza a következő elemekre?
a) magnézium b) réz c) urán
- 105.** Miközben a hidrogén atom elektronja legerjesztődik egy alacsonyabb energiájú állapotba, az atom által kibocsátott foton hullámhossza 1093,8 nm. Milyen átmenet zajlott le?
- 106.** Egyszeresen ionizált hélium 164 nm, 230,6 nm és 541 nm hullámhosszú fotonokat bocsát ki. Mely átmenetek vezetnek e fotonok kibocsátásához?
- 107.** Számítsuk ki, hogy hány mm^3 $0^{\circ}C$ -os 10^5 Pa nyomású hélium keletkezik 1 g rádium alfa-bomlása során 1 év alatt! Az aktivitás régi egysége a curie (Ci) ($= 3,7 \cdot 10^{10} Bq$) éppen 1 g Ra radioaktivitását jelentette. A Ra felezési ideje mellett az 1 év elhanyagolhatóan rövid idő.
- 108.** A természetes káliumnak 0,01 %-a a ^{40}K izotóp (azaz minden tízezredik kálium atom 40-es tömegszámú). A ^{40}K izotóp radioaktív, a felezési ideje 1,2 milliárd év, a kálium többi izotópja (^{39}K és ^{41}K) nem radioaktív. Számítsuk ki egy átlagos emberben lévő (nyilvánvalóan természetes izotóp-összetételű) 4 mólnyi mennyiségű kálium radioaktivitását!
- 109.** A plutónium egy nagyon veszélyes radioaktív anyag, amely a szervezetbe jutva a csontokban halmozódik fel, meggátolja a vörösvérsejtek termelődését és rákot is okoz. A ^{239}Pu alfasugárzó 24360 év felezési idővel.
a) Másodpercenként hány darab alfa-részecske keletkezik az áldozat csontvázában, ha az illető véletlenül lenyel 2 μg plutóniumot?
b) Hány év múlva csökken le az aktivitás 1000 Bq értékre?
- 110.** A földi légkörben kb. minden $8,6 \cdot 10^{11}$ darab ^{12}C magra jut egy ^{14}C izotóp. A ^{14}C izotóp radioaktív, felezési ideje 5730 év.
a) Számítsuk ki 1 mol légköri CO_2 gáz ^{14}C -től eredő radioaktivitását!
b) Hány év alatt csökken 20 %-kal a légkörből kivont szén radioaktivitása?
- 111.** Hány éve vágták ki azt a fát, amelynek maradványaiban a ^{14}C fajlagos aktivitása (az inaktív szénre vonatkoztatva) 70%-a a frissen kidöntött fákban mért fajlagos aktivitásnak? A ^{14}C felezési ideje 5730 év.
- 112.** Egy tó vizének térfogatát úgy mérik meg, hogy 740 MBq aktivitású radioaktív konyhasót szórnak bele. A NaCl molekulák 0,01 ezreléke tartalmaz radioaktív Na-atomot, a felezési idő 15 óra, a konyhasó móltömege 58,4 g.
a) Hány gramm sót dobnak a tóba?
b) Hány m^3 víz van a tóban, ha 60 órával később egy 5 l-es vízminta aktivitását 370 Bq-nek mérik?
- 113.** A felszíni vizekben átlagosan 10^{17} H-atomból egy darab hármas tömegszámú (3H azaz trícium). A trícium radioaktív, felezési ideje 12,35 év.
a) Számítsuk ki egy liter tiszta felszíni víz tríciumtól eredő radioaktivitását!
b) Valaki a fejébe vette, hogy csak olyan bort hajlandó inni, amelynek tríciumtól eredő radioaktivitása 0,1 Bq/liter alatt van. Hány évvel a szüret után fogyaszthatja el a bort? Megjegyzés: A frissen készített bort tekintjük tiszta felszíni víznek (de csak a feladat szempontjából)!