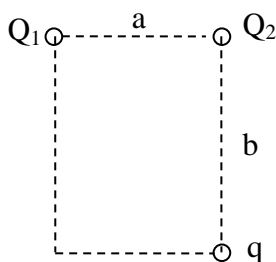


## Fizika II. (AVK) – feladatsor (GEFIT057B) - 2024

1. Egy  $Q_1$  és egy  $Q_2 = 4Q_1$  töltésű részecske egymástól 1m-re van rögzítve. Hol vannak azok a pontok, amelyekben a két töltéstől származó eredő térerősség nulla?
2. Egy négyzet csúcaiban azonos  $q$  töltésű pontszerű testek vannak. Mekkora a négyzet középpontjában elhelyezkedő ötödik részecske töltése, ha a rendszer egyensúlyban van.
3. Egy 10 cm sugarú szigetelő gömb legalsó pontján  $1\mu\text{C}$  töltésű golyócska van rögzítve. A gömb sima belső felületén egy  $0,048\mu\text{C}$  töltésű, 1,125 g tömegű pont mozoghat. Egyensúly esetén mekkora szöget zár be a második töltéshez húzott sugár a függőlegesen fölfelé mutató iránnyal?
4. Félkör alakú vékony, sima szigetelő rúd vízszintes síkban van rögzítve, végpontjaiban 20 nC és 10 nC töltésű részecskéket rögzítettünk. A félkörön pozitív töltéssel ellátott kis gyűrű csúszhat. Mekkora szöget zár be a gyűrűhöz és a 10 nC-os töltéshez húzott sugár egyensúlyban?
5. Két kicsi, azonos méretű feltöltött fémgömb egymástól 10 cm-re 2,7 N nagyságú taszítóerőt fejt ki egymásra. Ha összeérintjük, majd ezután ismét 10 cm-re távolítjuk őket, akkor 3,6 N nagyságú taszítóerőt fejtenek ki egymásra. Mekkora volt eredetileg a gömbök töltése?
6. Egy  $a=2\text{m}$  és egy  $b=3\text{m}$  oldalélekkel rendelkező téglalap két felső csúcsába  $Q_1=8\mu\text{C}$  és  $Q_2=3\mu\text{C}$  nagyságú töltést teszünk. Mekkora a térerősség a jobb alsó csúcsban ( $Q_2$ ) alatt és mekkora erő hat az oda helyezett  $q=120\text{nC}$  próbatöltésre?



7. Két 10 cm oldalhosszúságú, négyzet alakú, síklapokból készített kondenzátor lemezeinek távolsága 6 mm; töltése  $10^{-10}\text{C}$ . A fegyverzetek közötti térbe, azokkal párhuzamosan és azoktól azonos távolságra,  $10^6\text{ m/s}$  sebességgel érkezik egy proton.
  - a) Mennyi a síkkondenzátor kapacitása?
  - b) Adja meg a lemezek közötti elektromos térerősséget!
  - c) Mennyi a proton eltérülése a kondenzátoron való áthaladás során?
  - d) Mennyi munkát végzett eközben az elektromos tér
8. Tegyük fel, hogy egy síkkondenzátorban homogén elektromos tér van, a térerősség  $5000\text{N/C}$ . Az ábra szerinti (következő oldalon) elrendezés esetén az AD és BC szakaszok 1 cm, az AB és DC szakaszok pedig 2 cm hosszúak.
  - a) Mennyi munkát végeznek az elektromos erők, ha egy  $-20\text{mC}$  töltésű pontszerű test az A pontból a C-be az ABC, az ADC vagy egyenesen az AC úton jut el?
  - b) Mekkora a potenciálkülönbség a különböző pontok között?
  - c) Mennyi a kondenzátor lemezei között a feszültség, ha a lemezek távolsága 2cm?
  - d) Tegyük fel, hogy a tömegpont tömege  $m=0,05\text{g}$ . Ha az A pontban a tömegpontot kezdő-sebesség nélkül elengedjük, mekkora lesz a sebessége a D pontban, ha a gravitációtól eltekintünk?
9. Egy  $l = 10\text{ cm}$  hosszúságú szigetelő rúd két végére egy-egy pontszerű,  $Q = 10^{-5}\text{ C}$  illetve  $-Q$  töltést helyezünk. A rudat homogén  $E = 10\text{ kV/m}$  elektrosztatikus térbe helyezzük 45 fokos szögben az ábra szerint (következő oldalon), és elengedjük.
  - (a) Mekkora az így elkészített rúdra ható eredő erő? Merre mozdul el a rúd tömegközéppontja?
  - (b) Mekkora a rúdra ható (a rúd középpontjára vonatkozó) forgatónyomaték? Mi történik a rúddal, amikor elengedjük?

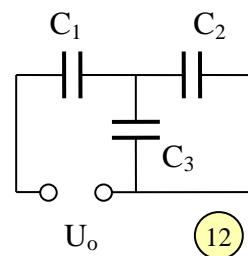
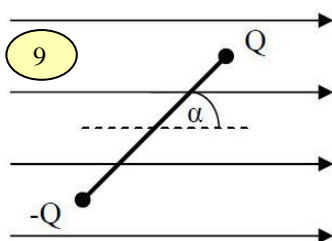
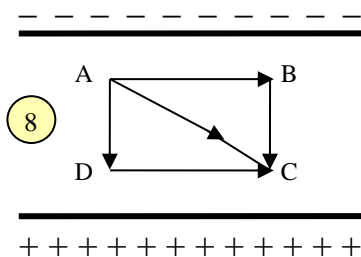
- (c) Mekkora maximális mozgási energiával rendelkezik a rúd az elengedés után? Mekkora lesz a maximális szögsebessége a rúdnak, ha a tehetetlenségi nyomatéka  $\Theta = 2 \text{ kgm}^2$  nagyságú?
- (d) Hogyan helyezzük a térbe a rudat, hogy stabil nyugalmi helyzetben maradjon, miután elengedtük? Milyen helyzetben lenne a rúd ezzel átellenes pozícióban?

**10.** Egy 20 cm hosszú szigetelő rúd két végén két ellentétes előjelű 50 nC nagyságú töltés van rögzítve. A rúd 60 fokos szöget zár be a vízszintes iránnyal, és egy 5000 N/C nagyságú homogén vízszintes elektromos tér van jelen. A dipólmomentum és a tér közötti szög tehát  $60^\circ$ . Az elrendezés tehetetlenségi nyomatéka:  $\theta = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$ .

- (a) Mekkora forgatónyomaték hat a rúdra ebben a pillanatban?
- (b) Milyen pozíciókban lenne nulla a forgatónyomaték (egyensúlyi pozíciók) és milyen típusú egyensúlyokról van szó az egyes esetekben?
- (c) Mekkora lesz a szögsebessége a rúdnak, amikor eléri a vízszintes pozíciót?
- (d) Mi történik a rúddal, miután túlfordul ezen az egyensúlyi vízszintes pozíción?

**11.** Homogén, egyenletesen feltöltött szigetelő gömb sugara  $a$ , relatív permittivitása  $\epsilon_r$ , a töltéssűrűség  $\rho$ . Hogyan változik a térerősség és a potenciál a gömb középpontjától mért  $r$  távolság függvényében?

**12.** Mekkora a töltés és a feszültség a három kondenzátoron, ha  $U_0=150\text{V}$ ,  $C_1=22\mu\text{F}$ ,  $C_2=3\mu\text{F}$ ,  $C_3=8\mu\text{F}$ ?

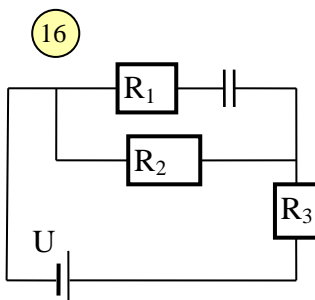
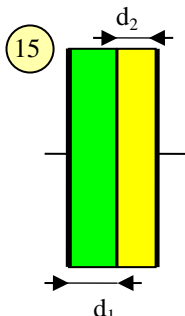
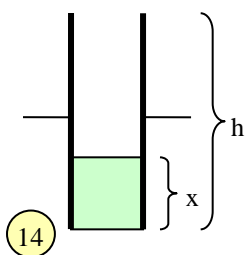
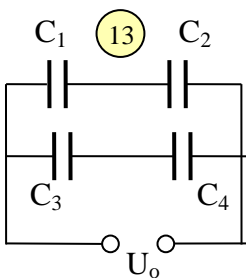


**13.** Az ábrán  $C_1=5\mu\text{F}$ ,  $C_2=10\mu\text{F}$ ,  $C_3=35\mu\text{F}$  és  $C_4=7\mu\text{F}$ .

- a) Mekkora  $Q_4$  és  $U_0$ , ha  $Q_1=60\mu\text{C}$ ?
- b) Mekkora a  $C_4$  kapacitású kondenzátor energiája?

**14.** Egy  $C_0$  kapacitású síkkondenzátor négyzet alakú,  $h$  oldalhosszúságú lemezei függőlegesen állnak, a lemezek között levegő van. Ezután a lemezek közé  $x$  magasságban  $\epsilon_r=3$  relatív permittivitású olajat öntünk. Hogyan változik a kondenzátor kapacitása  $x$  függvényében? Lásd az ábrán!

**15.** Síkkondenzátor tökéletesen vezető elektródái közötti teret homogén rétegekkel töltjük ki, amelyek vastagsága  $d_1$  és  $d_2$ , vezetőképessége  $\sigma_1$  és  $\sigma_2$ , permittivitása  $\epsilon_1$  és  $\epsilon_2$ . Számítsuk ki az áramsűrűséget és a két réteg határán ülő töltések felületi sűrűségét, ha az elektródák közé  $U$  feszültséget kapcsolunk. (A  $d_1, d_2$  vastagságok sokkal kisebbek, mint a fegyverzetek hosszmeretei). Lásd az ábrán!



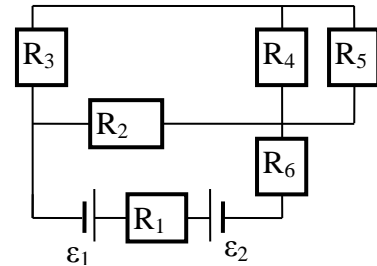
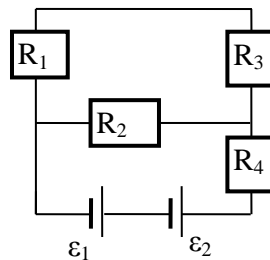
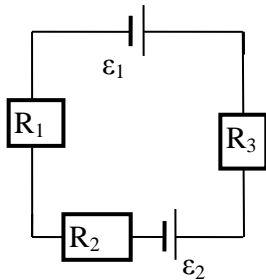
**16.** Mekkora az  $R_2$  ellenálláson eső feszültség, és az áramerősség? Mekkora töltés ül a kondenzátoron? Lásd az ábrán! ( $U=50 \text{ V}$ ,  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 15\Omega$ ,  $R_3 = 10\Omega$ ,  $C = 10\mu\text{F}$ )

17. Egy 50 V-ra feltöltött 2  $\mu\text{F}$ -os és egy 100 V-ra feltöltött 3  $\mu\text{F}$ -os kondenzátort párhuzamosan kapcsolunk (a megegyező pólusokat kapcsoljuk össze). Mekkora lesz a közös feszültség?

18. Egy síkkondenzátor lemezei  $A=0,5 \text{ m}^2$  területűek. A kondenzátorra  $U=100\text{V}$  feszültséget kapcsolunk, ekkor az egyes lemezeken a töltés  $Q=50\text{nC}$ . Hogyan változik a lemezek közti térerősség és a kondenzátor kapacitása, ha a lemezek közti távolságot kétszeresére növeljük? Legalább mennyi munkát végeztünk e művelet közben, ha

- a lemezeken lévő töltés állandó,
- a lemezek közti potenciálkülönbség állandó?

19. Mekkora áram folyik át az ábrákon látható 3 áramkörben az áramforrásokon? Minden esetben  $\varepsilon_1=80\text{V}$ ,  $\varepsilon_2=20\text{V}$ ,  $R_1=5\Omega$ ,  $R_2=10\Omega$ ,  $R_3=15\Omega$ ,  $R_4=8\Omega$ ,  $R_5=8\Omega$ ,  $R_6=3,45\Omega$



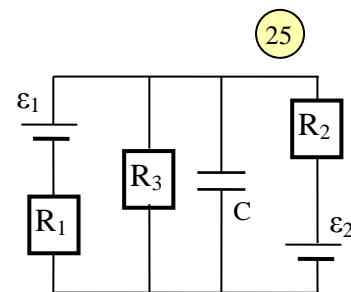
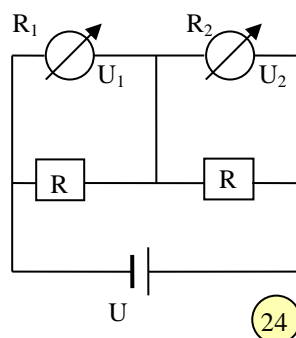
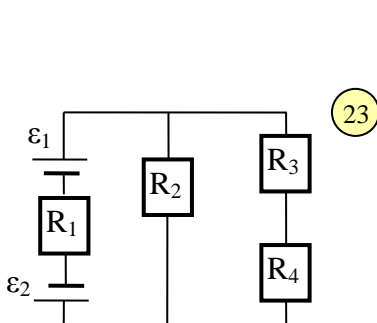
20. 10 mA méréshatárú, 2  $\Omega$  belső ellenállású árammérővel 2 A-ig kívánunk mérni. Mekkora ellenállást és milyen kapcsolásban kell alkalmaznunk? Ha a műszerünk skálája 2,5 mA-t jelez, az új méréshatár milyen áramának felel ez meg?

21. 50 mV méréshatárú, 20 k $\Omega$  belső ellenállású voltmérővel 10 V-ig kívánunk mérni. Mekkora ellenállást, és milyen kapcsolásban kell alkalmaznunk?

22. Egy elektromos mérőműszer feszültségmérési határa 27  $\Omega$ -os előtét-ellenállást használva  $n$ -szer nagyobb lesz. A műszert 3  $\Omega$ -os sönttel használva az árammérési határa szintén  $n$ -szeresére nő. Mekkora a műszer belső ellenállása és mekkora  $n$ ?

23. Milyen erős az  $R_1$ -en átfolyó áram, ha  $\varepsilon_1=10\text{V}$ ,  $\varepsilon_2=50\text{V}$ ,  $R_1=15\Omega$ ,  $R_2=10\Omega$ ,  $R_3=3\Omega$ ,  $R_4=7\Omega$ ? Lásd az ábrán!

24. Az ábrán a voltmérők belső ellenállása  $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 3 \text{ k}\Omega$ ,  $R = 4 \text{ k}\Omega$ , a telep elektromotoros ereje  $U=200 \text{ V}$ , a belső ellenállása elhanyagolható. Mekkora  $U_1$  és  $U_2$ ? Lásd az ábrán!



25. Az fenti ábra szerinti elrendezésben a két ideális áramforrás elektromotoros ereje  $\varepsilon_1 = 45\text{V}$ , illetve  $\varepsilon_2 = 30\text{V}$ , a fogyasztók ellenállása  $R_1=10\Omega$ ,  $R_2=22\Omega$ ,  $R_3=40\Omega$ , a kondenzátor kapacitása  $C=70\mu\text{F}$ .

- Stacionárius állapotban milyen erős áram folyik át a jobb oldali áramforrásra?
- Mennyi töltés ül ekkor a kondenzátoron?

26. Mekkora a térerősség abban a  $2\text{mm}^2$  keresztmetszetű,  $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$  fajlagos ellenállású homogén rézvezetékben, amelyben 0,4A erősségű áram folyik.

27. Egy  $100\ \Omega$ -os ellenállás  $4\ \text{W}$ -ot terhelhető. Legfeljebb mekkora feszültség kapcsolható rá, illetve mekkora áram hajtható át rajta?

28. Számoljuk ki a  $200\ \text{V}$  feszültségen  $500\ \text{W}$ -ot, illetve  $1000\ \text{W}$ -ot leadó fűtőtestek ellenállását! Milyen teljesítményt kapunk ezek soros, illetve párhuzamos kapcsolása esetén?

29. Ha sorba kapcsolunk egy  $6\ \text{V}$ ,  $30\ \text{W}$ -os és egy  $12\ \text{V}$ ,  $20\ \text{W}$ -os égőt, mekkora feszültséget kapcsolhatunk a rendszerre úgy, hogy egyik izzó se menjen tönkre?

30.  $230\ \text{V}$ -os feszültségforrásról,  $60\ \text{m}$ -es hosszabbítóval működtetünk egy  $230\ \text{V}$ -os,  $1200\ \text{W}$ -os fogyasztót. A hosszabbító réz vezetéke  $0,8\ \text{mm}^2$  keresztmetszetű. Hány volt a fogyasztóra jutó feszültség? Mekkora teljesítménnyel működik a fogyasztó?

31. Egy  $R_b = 5\ \Omega$  belső ellenállású feszültségforrásra  $R_t = 10\ \Omega$ -os terhelő-ellenállást kapcsolunk.

a.) Mekkora más  $R_t$  terhelő ellenállásérték mellett kapunk ugyanekkora hasznos (a terhelésen megjelenő) teljesítményt?

b.) A feszültségforrás által leadott teljesítmény hányad része jelenik meg a külső terhelésen egyik, illetve a másik esetben?

c.) Milyen külső terhelő-ellenállás mellett kapjuk a legnagyobb hasznos teljesítményt?

32. A táblázat egy telep kapocsfeszültségét és a telep által leadott áram erősségét tartalmazza különböző terhelések esetén.

|                   |     |   |     |
|-------------------|-----|---|-----|
| $U_k\ (\text{V})$ | 1,5 | 3 | 4,5 |
| $I\ (\text{A})$   | 3   | 2 | 1   |

a) Mekkora a rövidzárási áram?

b) Mekkora a telep üresjárási feszültsége?

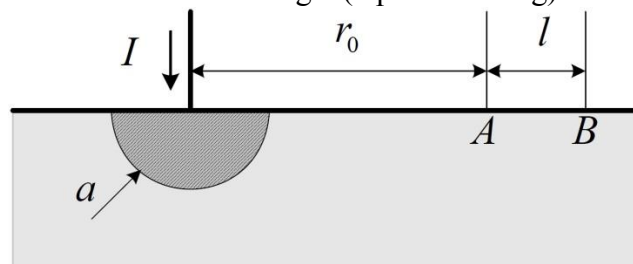
c) Mekkora a telep belső ellenállása?

33. Az ábra szerinti félgömb alakú, ideális vezetőnek tekinthető földelőbe  $I = 10\ \text{kA}$  erősségű áram folyik be. A föld fajlagos vezetőképessége  $\sigma = 0,01/\Omega\text{m}$ ,  $a = 10\ \text{cm}$ ,  $r_0 = 10\ \text{m}$  és  $l = 75\ \text{cm}$ .

a) Milyen potenciálon van a földelő?

b) Mekkora az elrendezés ellenállása?

c) Számítsuk ki az  $A$  és  $B$  pontok közötti feszültséget (lépésfeszültség).

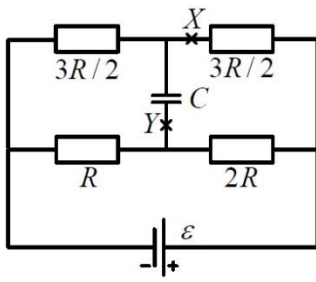


34. Mennyi töltés áramlik át a vázolt elrendezésben az  $Y$  keresztmetszeten, ha a vezeték az  $X$  helyen megszakítjuk?  $R = 400\ \Omega$ ,  $C = 40\ \mu\text{F}$ ,  $\varepsilon = 360\ \text{V}$  az áramforrás belső ellenállása elhanyagolható.

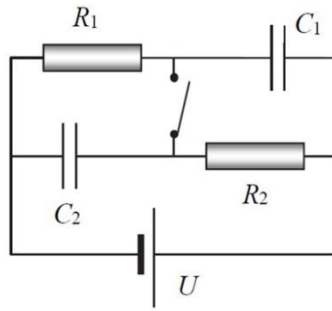
35. Az ábrán látható kapcsolásban  $U = 20\ \text{V}$  feszültségre  $R_1 = 10\ \Omega$ ,  $R_2 = 30\ \Omega$  ellenállásokat és  $C_1 = 2\ \mu\text{F}$ , illetve  $C_2 = 3\ \mu\text{F}$  kondenzátorokat kötünk. Mekkora lesz az egyes ellenállásokon átfolyó áram erőssége, valamint a kondenzátorokban tárolt energia a kapcsoló nyitott, illetve zárt állása esetén minden változtatás után megvárva a stacionárius állapot beálltát (egyenáram)?

36. Mennyi az ábra szerinti elrendezés eredő ellenállása? Mekkora és milyen irányú az áramerősség az  $AB$  ágban, ha  $U_0 = 70\ \text{V}$ ,  $R = 20\ \Omega$ ?

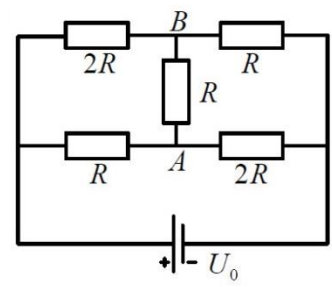
34.



35.



36.



37. 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  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ?

38. Mekkora sebességre gyorsul fel egy nulla kezdősebességű elektron  $20 \text{ V}$  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  $30^\circ$ -os szöget bezáró  $0,2 \text{ Vs/m}^2$  indukciójú homogén mágneses térbe kerül. Mekkora erő hat az elektronra a mágneses térben?

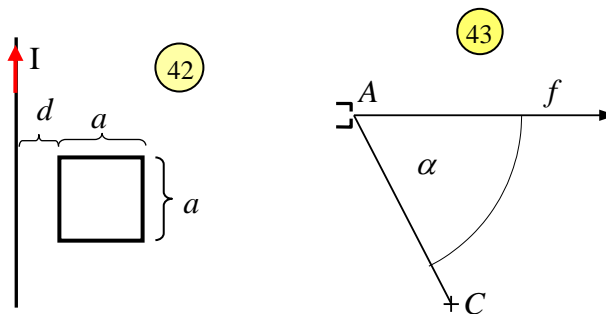
39. Egy tömegspektrométerben egyszerűen ionizált (egy elektront leválasztanak) hélium atomokat gyorsítanak fel  $v=10^5 \text{ m/s}$  sebességre. A sebességre merőleges homogén mágneses térbe jutva ezek  $R=2 \text{ cm}$  sugarú negyed kört leírva csapódnak be a detektorba. Mekkora a mágneses indukció?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

40. 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!

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

- a pálya  $x, y$  síkba eső vetületének adatait,
- azt az utat, amelyet az elektron a pozitív  $z$  tengely irányában egy körülfutás alatt megtesz.

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



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

- merőleges az  $f$  félegyenes és a  $C$  pont síkjára,
- párhuzamos az  $AC$  iránnyal? (Az elektron tömege  $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .)

44. Mágneses térben  $2 \text{ cm}^2$  területű vezető keretben  $5 \text{ A}$  erősségű áram folyik. A mágneses tér  $2 \cdot 10^{-4} \text{ Nm}$  értékű forgató-nyomatékkal 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  $\theta = 10^{-6} \text{ kgm}^2$ .

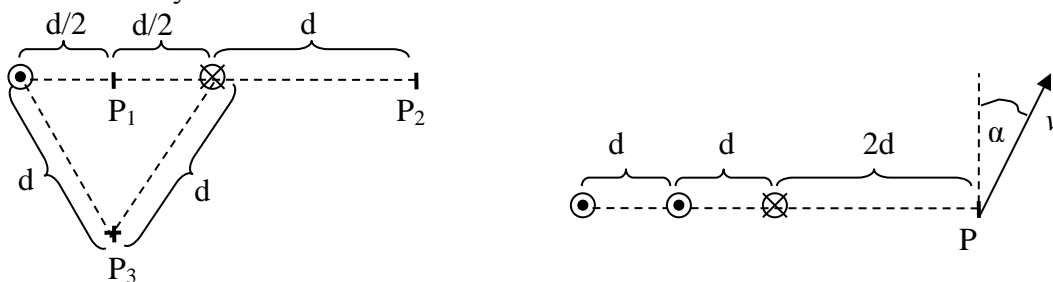
c) Ebben a helyzetben mekkora forgatónyomaték hat a vezetőkeretre?

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

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

46. Egy hosszú egyenes koaxiális kábel hengeres belső vezetékének sugara  $r_0$ , 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.

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



48. Három, egymástól  $d=10 \text{ cm}$  távolságra lévő végtelen hosszú egyenes vezetőkben  $I=2 \text{ A}$  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 ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$ )?

49. Egy szorosan tekercselt toroid belső sugara  $1 \text{ cm}$ , a külső sugara pedig  $2 \text{ cm}$ . A toroid belsejében levegő van,  $1000$  menetes, és a benne folyó áramerősség  $2,5 \text{ A}$ .

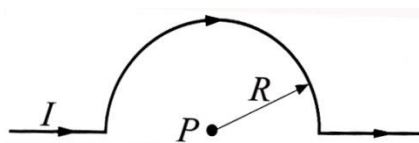
a) Mekkora a mágneses indukció  $1,2 \text{ cm}$  távolságban a középponttól?

b) Mekkora a mágneses indukció  $1,5 \text{ cm}$  távolságra a középponttól?

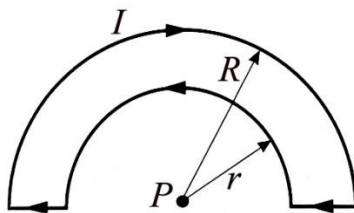
50. Egy kör alakú áramjárta vezeték sugara  $3 \text{ cm}$ , és benne  $2 \text{ A}$  erősségű áram folyik. Mekkora a mágneses indukció nagysága a hurok tengelye mentén

a) a hurok közepében b)  $4 \text{ cm}$  távolságban a kör középpontjától?

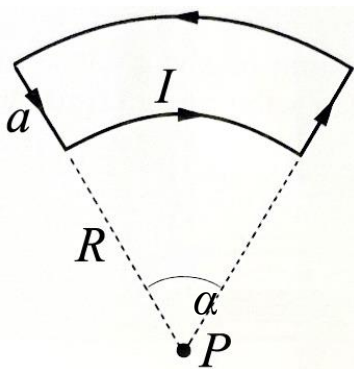
51. Mekkora a mágneses indukció a  $P$  pontban, ha az áramerősség  $I = 5 \text{ A}$ , a kör sugara pedig  $R = 15 \text{ cm}$ ?



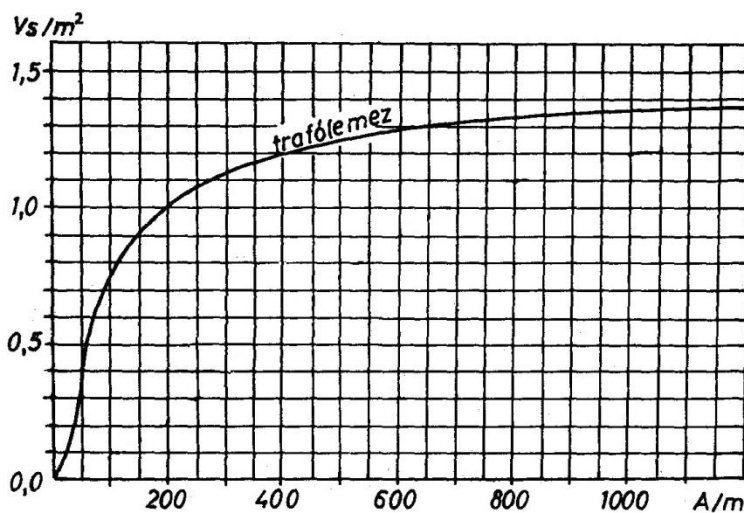
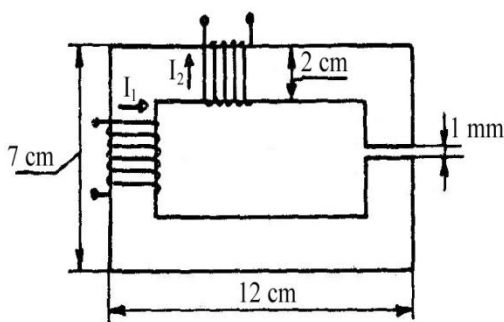
52. Mekkora a mágneses indukció a  $P$  pontban, ha az áramerősség  $15\text{A}$ , a sugarak pedig  $r = 5\text{cm}$  illetve  $R = 8\text{cm}$  nagyságúak?



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



54. 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  $1\text{T}$  indukció szükséges, de  $I_1$  ugyanakkora, mint az előbbi esetben?



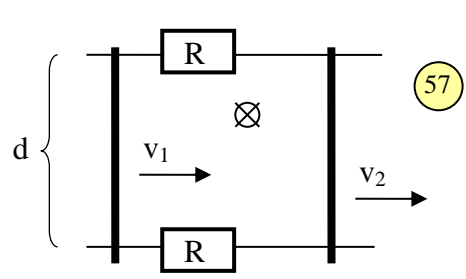
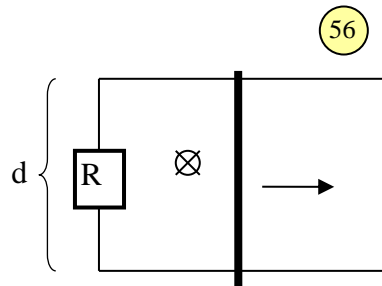
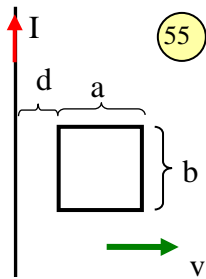
55. Az ábrán (következő oldalon) látható vezetőkeret  $v$  sebességgel egyenletesen távolodik a síkjában fekvő, igen hosszú,  $I$  intenzitású stacionárius árammal átjárt huzaltól. A keret  $\rho$  fajlagos ellenállású homogén drótból készült, keresztmetszete mindenütt  $A$ . A keret bal oldala kezdetben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



56. 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?

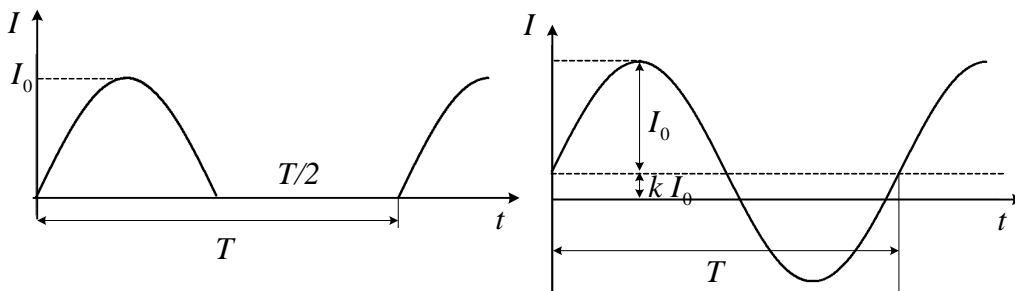


57. Az előző feladathoz hasonló az elrendezés, de most két ellenállás van, és két rúd mozog, rögzített  $v_1$  és  $v_2$  sebességgel. Mekkora áram folyik át a rudakon?

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

59. 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  $500 \text{ Hz}$ ?

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



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

62. 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  $0,01 \Omega$ .

63. Egy  $15 \text{ cm}$  hosszúságú,  $3000$  menetes,  $5 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű tekercs belsejébe helyezünk egy  $12 \text{ cm}$  hosszú,  $1500$  menetes,  $2 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű tekercset úgy, hogy a két tekercs tengelye egybeessen. A külső tekercset váltakozó feszültségre kapcsoljuk, a benne folyó váltóáram csúcsértéke  $2 \text{ A}$ , frekvenciája  $50 \text{ Hz}$ . 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!

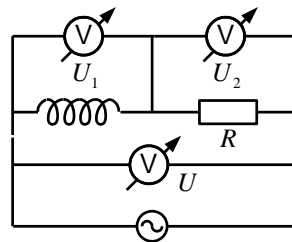


- 64.** Homogén mágneses mezőben egy 20 cm oldalhosszúságú,  $0,01 \Omega$  ellenállású rövidre zárt vezetőkeret forog  $360\text{min}^{-1}$  fordulatszámmal a  $0,5 \text{ T}$  nagyságú indukcióra merőleges tengely körül. Mekkora a keret forgatásához szükséges maximális forgatónyomaték, ha a légellenállástól, súrlódástól és az önindukció jelenségétől eltekintünk?
- 65.** 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  $4 \text{ T/s}$ . A tekercs keresztmetszete  $16 \text{ cm}^2$ . Mekkora az indukált elektromos mező térerőssége a tekercs tengelyétől  $1 \text{ cm}$ -re, illetve  $6 \text{ cm}$ -re?
- 66.** A  $B=2V \cdot s \cdot m^{-2}$  indukciójú homogén mágneses térben az indukcióvonalakra merőleges tengely körül  $4 \text{ cm}$  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 csúcserősségek?
- 67.** Határozzuk meg és ábrázoljuk az áramerősség változását az idő függvényében, ha a  $300 \Omega$  ellenállású  $3 \text{ H}$  induktivitású légmagos tekercset  $30 \text{ V}$  egyenfeszültségről lekapcsolás közben rövidre zártuk.
- 68.** 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  $0,7 \text{ A}$ ?
- 69.** 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?
- 70.** Egy  $C$  kapacitású kondenzátort  $U$  potenciálkülönbségre töltünk, majd  $R$  ellenálláson keresztül kisül. Határozzuk meg és ábrázoljuk, hogyan változik az időben a kondenzátor energiája.
- 71.** 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.
- 72.** 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?
- 73.** Soros RLC kört ( $R=100\Omega$ ,  $L=0,2\text{H}$  és  $C=20\mu\text{F}$ ) egy szokványos  $50\text{Hz}$ -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?
- 74.** Egy ismeretlen induktivitású és belső ellenállású reális tekercset 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?
- 75.** 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?
- 76.**  $230 \text{ V}$  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  $L$ ?

**77.** 110 V-os, 60W-os égőt szeretnénk üzemeltetni 230 V-os, 50 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?

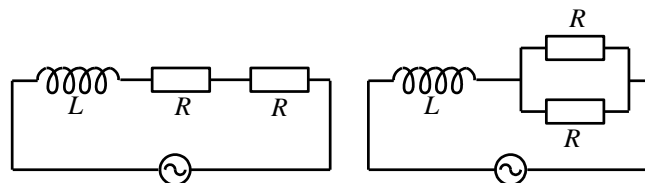
**78.** Ohmos fogyasztó és ideális tekercs sorba van kötve. Ha erre az elrendezésre 300 V-os állandó feszültséget kapcsolunk, a felvett teljesítmény 90 W. Ha a kapocsfeszültség 50 Hz frekvenciával szinuszosan változik és csúcsértéke 300 V, az elrendezés csak 13 W-ot vesz fel. Mekkora a fogyasztó ellenállása és a tekercs induktivitása?

**79.** 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)?



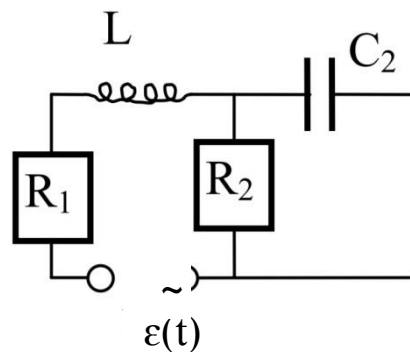
**80.** Egy kondenzátort és egy ohmos ellenállást sorba kapcsolunk, és váltakozó áramú hálózatra kötjük. A hálózat frekvenciája 150 Hz, a kialakuló áram effektív erőssége 5 A. Az ellenálláson a feszültség csúcsértéke 180 V, a kondenzátoron pedig 220 V. Mekkora az ellenállás értéke? Mekkora a kondenzátor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

**81.** Ismeretlen  $R$  nagyságú ellenállásokból és 0,4 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?



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

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



**83.** Katódsugárcsőben a  $2 \cdot 10^6$  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 helyezzük, mekkora erő hat ott egy-egy elektronra, ha a mező indukciója merőleges a katódsugárra?

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

**85.** Egy síkkondenzátor fegyverzetei 3cm sugarú körlemezek, melyek egymástól 1,2mm távolságra vannak. A lemezek töltésének pillanatnyi üteme 5A.

a) Mekkora a lemezek közötti elektromos térerősség változási gyorsasága?

b) Számítsa ki a lemezek közötti eltolási áramot.

**86.** Egy levegővel töltött térrészben az elektromos térerősség nagysága az idő függvényében a következő módon változik:  $E(t) = 0,04 \sin(1600 \frac{1}{5} t)$  [V/m].

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

**87.** Elektromágneses hullám elektromos terét leíró függvény a következő:  $\vec{E} = 150\vec{e}_y \cos(6\pi 10^7 t - 0,2\pi x)$  [V/m].

Számítsa ki a hullámhosszat, fázissebességet, periódusidőt, a fázisterjedés irányát, a mágneses mező, az EM energiasűrűség és a Poynting-vektor amplitúdóját!

**88.** 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.

**89.** Az elektromos térerősség átlagértéke egy vákuumban terjedő elektromágneses hullámban  $\langle E \rangle = 380\text{V/m}$ .

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

**90.** A mágneses indukció átlagértéke egy vákuumban terjedő elektromágneses hullámban:

$\langle B \rangle = 0,325\mu\text{T}$ .

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

**91.** Egy  $250\text{W/m}^2$  intenzitású elektromágneses hullám egy feketére festett 5cm 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?

**92.** Egy 450nm hullámhosszúságú kék lézersugár esik egy 0,5mm vastag üveglemez szélő részére úgy, hogy a fény egy része az üvegben ( $n_{\text{ü}} = 1,5$ ), másik része pedig vízben ( $n_{\text{v}} = 1,33$ ) halad. Mekkora a fáziskülönbség az üvegben haladó és a vízben haladó fényhullám között a kilépéskor?

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

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

**95.** Egy  $d_0$  nyugalmi hosszúságú hídhoz 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?

**96.** 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?

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

**98.** 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?

**99.** A Föld légkörének részecskéivel ütköző nagyenergiájú kozmikus részecskék hatására  $\pi$ -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 dilatació jelenségére. A fény sebességének hány százalékával kell a  $\pi$ -mezonnak haladnia a földi megfigyelőhöz képest, hogy a 100 km-es utat a saját rendszerében mérve éppen  $2 \mu s$  idő alatt tegye meg? (Így a keletkező  $\pi$ -mezonok fele eléri a felszínt)

**100.** A nyugvó  $K$  rendszer megfigyelői egy robbanást figyelnek meg az  $x_1 = 480m$  pozícióban, majd  $5 \mu s$  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?

**101.** Egy proton nyugalmi energiája 938 MeV, teljes energiája pedig 2200 MeV.

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

**102.** 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!

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

- Ezen adatok segítségével számítsuk ki  $\lambda_{\max}$  aktuális értékét a következő hőmérsékletekre:
  - 10000 K-es ívfény
  - 37 C°-os ember
  - 2,7 K-es világűr (a Big Bang maradéksugárzása)
- Számítsuk ki, hogy csupán a hőmérsékleti sugárzás miatt mennyi tömeget veszít a Nap másodpercenként. A fekete testre érvényes formulákat alkalmazzuk!
- Mennyi a Föld pályája mentén a napsugárzás energiaáram-sűrűsége? (Ezt Napállandónak nevezzük, standard értéke 1390 Joule 1 négyzetméteren 1 sec alatt.)
- 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.

**104.** 800 C° belső hőmérsékletű kemence ajtajának mérete  $0,2 \times 0,25 m^2$ . A környezet hőmérséklete 30 C°. Nyitott kemenceajtó esetén mekkora teljesítmény szükséges a hőmérséklet fenntartásához?

- 105.** 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.)
- 106.** 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?
- 107.** Az emberi szem már alig veszi észre azt a sárga fényt ( $0,6 \mu\text{m}$ ), amely  $1,7 \cdot 10^{-6} \text{ W}$  teljesítménnyel érkezik a retinához. Hány foton érkezik 1 s alatt a szembe?
- 108.** Mekkora a frekvenciája és hullámhossza annak a fotonnak, amelynek az energiája  
a) 1 eV      b) 1 keV      c) 1 MeV
- 109.** 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)
- 110.** Egy 3 mW teljesítményű He-Ne lézer 632 nm hullámhosszú fénysugarat bocsát ki, amelynek átmérője 1mm. Mekkora a fotonok sűrűsége a nyalámban?
- 111.** 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?
- 112.** 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!
- 113.** 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  $4,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .
- 114.** 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  $30 \text{ C}^\circ$ .)
- 115.** A fotocellára monokromatikus fénysugarat bocsájítunk. 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!
- 116.** 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 fényvel világítjuk meg?
- 117.** 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?

- 118.** 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?
- 119.** 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).
- 120.** Mekkora a de Broglie hullámhossza annak az elektronnak, amelynek mozgási energiája  
a) 1,5 eV      b) 12 eV
- 121.** Egy elektron hullámhossza 200 nm. Mekkora az elektron lendülete és mozgási energiája?
- 122.** Egy elektronmikroszkóp 70 keV mozgási energiájú elektronokat használ. Mekkora a hullámhossza ezeknek az elektronoknak, vagyis mekkora a mikroszkóp hozzávetőleges felbontása?
- 123.** Mekkora energiájú elektronokat kell használnia annak az elektronmikroszkópnak, amellyel atomi felbontást szeretnénk elérni? Az atom átmérője nagyjából 0,1 nm.
- 124.** Egy 45,5 g tömegű golflabdát 80 m/s sebességgel ütnek meg. Mekkora lesz ennek a golflabdának a de Broglie hullámhossza?
- 125.** 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?
- 126.** Egy elektron, egy proton és egy alfa részecske mozgási energiája 150 keV. Mekkora ezeknek a részecskéknek a lendülete és de Broglie hullámhossza?
- 127.** A reaktorban lévő lassú neutron mozgási energiája 0,02 eV. A neutron nyugalmi energiája 940 MeV. Mekkora a neutron de Broglie hullámhossza?
- 128.** A proton nyugalmi energiája 938 MeV. Mekkora egy proton de Broglie hullámhossza, ha annak mozgási energiája 2 MeV?
- 129.** Mekkora annak a protonnak a kinetikus energiája, amelynek de Broglie hullámhossza  
a) 0,1 nm      b) 1 fm
- 130.** 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?
- 131.** Egy ismeretlen elem esetében a  $K_\alpha$  röntgenvonal hullámhossza 0,0721 nm. Melyik ez az elem?
- 132.** Mekkora a  $K_\alpha$  vonal hullámhossza a következő elemekre?  
a) magnézium      b) réz      c) urán
- 133.** Miközben a hidrogén atom elektronja legerjesztődik egy alacsonyabb energiájú állapotba, az atom által kibocsátott foton hullámhossza 1093,8 nm. Milyen átmenet zajlott le?
- 134.** Egyszeresen ionizált hélium 164 nm, 230,6 nm és 541 nm hullámhosszú fotonokat bocsát ki. Mely átmenetek vezetnek e fotonok kibocsátásához?

**135.** Számítsuk ki, hogy hány  $\text{mm}^3$   $0^\circ\text{C}$ -os  $10^5$  Pa nyomású hélium keletkezik 1 g rádium alfa-bomlása során 1 év alatt! Az aktivitás régi egysége a curie (Ci) ( $= 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$ ) éppen 1 g Ra radioaktivitását jelentette. A Ra felezési ideje mellett az 1 év elhanyagolhatóan rövid idő.

**136.** A természetes káliumnak 0,01 %-a a  $^{40}\text{K}$  izotóp (azaz minden tízezredik kálium atom 40-es tömegszámú). A  $^{40}\text{K}$  izotóp radioaktív, a felezési ideje 1,2 milliárd év, a kálium többi izotópja ( $^{39}\text{K}$  és  $^{41}\text{K}$ ) nem radioaktív. Számítsuk ki egy átlagos emberben lévő (nyilvánvalóan természetes izotópp összetételű) 4 mólnyi mennyiségű kálium radioaktivitását!

**137.** A plutónium egy nagyon veszélyes radioaktív anyag, amely a szervezetbe jutva a csontokban halmozódik fel, meggátolja a vörösvérsejtek termelődését és rákot is okoz. A  $^{239}\text{Pu}$  alfasugárzó 24360 év felezési idővel.

- Másodpercenként hány darab alfa-részecske keletkezik az áldozat csontvázában, ha az illető véletlenül lenyel  $2\mu\text{g}$  plutóniumot?
- Hány év múlva csökken le az aktivitás 1000 Bq értékre?

**138.** A földi légkörben kb. minden  $8,6 \cdot 10^{11}$  darab  $^{12}\text{C}$  magra jut egy  $^{14}\text{C}$  izotóp. A  $^{14}\text{C}$  izotóp radioaktív, felezési ideje 5730 év.

- Számítsuk ki 1 mol légköri  $\text{CO}_2$  gáz  $^{14}\text{C}$ -től eredő radioaktivitását!
- Hány év alatt csökken 20 %-kal a légkörből kivont szén radioaktivitása?

**139.** Hány éve vágták ki azt a fát, amelynek maradványaiban a  $^{14}\text{C}$  fajlagos aktivitása (az inaktív szénre vonatkoztatva) 70%-a a frissen kidöntött fákból mért fajlagos aktivitásnak? A  $^{14}\text{C}$  felezési ideje 5730 év.

**140.** 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.

- Hány gramm sót dobnak a tóba?
- Hány  $\text{m}^3$  víz van a tóban, ha 60 órával később egy 5 l-es vízminta aktivitását 370 Bq-nek mérik?

**141.** A felszíni vizekben átlagosan  $10^{17}$  H-atomból egy darab hármass tömegszámú ( $^3\text{H}$  azaz trícium). A trícium radioaktív, felezési ideje 12,35 év.

- Számítsuk ki egy liter tiszta felszíni víz tríciumtól eredő radioaktivitását!
- 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)!