

## Feladatok:

(a vízszintes vonalak az egyes előadások anyagához tartozó feladatokat különítik el)

1. A  $Q$  és  $4Q$  pozitív ponttöltéseket egymástól  $\ell$  távolságban rögzítjük. Hova kell helyezni egy pontszerű  $Q$  töltést, hogy az egyensúlyban legyen?
  2. Írja fel homogén,  $\mathbf{E}$  térerősségű térbe (pl. síkkondenzátor) a térerősségre merőleges  $v$  sebességgel belőtt elektron (töltése:  $-e$ , tömege:  $m_e$ ) pályájának egyenletét!
  3. Mekkora sebességre gyorsul fel vákuumban az  $A$  pontból zérus kezdősebességgel induló elektron (töltése:  $-e$ , tömege:  $m_e$ ), mire az  $A$  ponthoz képest pozitív  $U$  feszültségű  $B$  pontba jut (tekintsünk el a relativisztikus effektusoktól)?
  4. Vákuumban, egy pozitív  $Q$  töltésnek célozva,  $v$  sebességgel kilövünk egy protont (töltése:  $+e$ , tömege:  $m_p$ ) igen messziről. Milyen közel jut hozzá?
  5. Mekkora és milyen polaritású feszültséget kell kapcsolni vákuumban két vízszintesen, egymástól  $1\text{ cm}$ -re elhelyezett, párhuzamos, sík fémlemez közé, hogy homogénnek tekinthető elektromos térükben lebegjen egy  $10^{-6}\text{ g}$  tömegű,  $1\text{ pC}$  töltésű porszem?
  6. Határozza meg gömbhéjon egyenletesen eloszló töltés elektromos terét a gömbön kívül és azon belül is! (használja a Gauss-tételt!)
  7. Határozza meg végtelen egyenes mentén egyenletesen eloszló,  $\lambda$  lineáris töltéssűrűségű ( $\lambda=dQ/dx$ ) töltés elektromos terét! (használja a Gauss-tételt!)
  8. Határozza meg végtelen síkon egyenletesen eloszló,  $\sigma$  felületi töltéssűrűségű ( $\sigma=dQ/df$ ) töltés elektromos terét! (használja a Gauss-tételt!)
- 
9.  $1\text{ mm}$  lemeztávolságú síkkondenzátorra  $100\text{ V}$  feszültséget kapcsolunk. Mekkora a térerősség a lemezek között? Mekkora erő hat a lemezek közötti (homogénnek tekinthető) elektromos térben egy  $-1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$  töltésű elektronra? Mennyi munka szükséges ahhoz, hogy egy elektront (gyorsítás nélkül) a pozitív lemezről a negatívra vigyünk? Mekkora lennének ezek a mennyiségek, ha *változatlan feszültség* mellett a lemeztávolság  $10\text{ mm}$  lenne? Mekkora lennének ezek a mennyiségek, ha *változatlan feszültség* és  $1\text{ mm}$  lemeztávolság esetén a lemezek közti térrészt ricinusolajjal ( $\epsilon = 4,6$ ) töltenénk fel (tekintsünk el a ricinusolaj közegellenállásától!)? (ez a feladat kétszeres terjedelmű, 6 pontot ér!)
  10. Igazoljuk a sorosan ill. párhuzamosan kapcsolt kondenzátorok eredőjére kapott összefüggéseket a síkkondenzátor kapacitására megismert kifejezés felhasználásával!
  11. Egy  $500\text{ nF}$  és egy  $1\text{ }\mu\text{F}$  kapacitású kondenzátort először sorba, azután párhuzamosan kapcsolunk. Mekkora lesznek az egyes kondenzátorok feszültségei, töltései ill. energiái az első ill. a második esetben, ha a rendszerre  $1\text{ kV}$  feszültséget kötünk?
  12. Egy  $C_1$  és egy  $C_2$  kapacitású kondenzátort először sorba, azután párhuzamosan kapcsolunk. Mekkora lesz a kondenzátorok feszültségeinek, töltéseinek és energiáinak aránya az első ill. a második esetben, ha a rendszerre  $U$  feszültséget kötünk?

13. Egy  $C_1$  és egy  $C_2$  kapacitású kondenzátort először sorba, azután párhuzamosan kapcsolunk. Hogyan viszonyul a sorosan ill. a párhuzamosan kapcsolt kondenzátor-rendszer feszültsége, töltése és energiája az egyes kondenzátorok ugyanilyen jellemzőihez, ha a rendszerre  $U$  feszültséget kötünk?

14.  $100 \text{ cm}^2$  felületű,  $1 \text{ cm}$  lemeztávolságú síkkondenzátor belsejét a lemezekkel párhuzamosan feléig paraffinnal ( $\epsilon = 2$ ) töltjük ki. Milyen a dielektromos eltolódási vektor és az elektromos térerősség vektor nagysága és iránya a lemezek közti paraffin- ill. levegőrétegben? Mekkora a kondenzátor kapacitása? ( $\epsilon_0 \approx 9 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$ )

---

15.  $0,2 \text{ km}$  hosszú,  $0,5 \text{ mm}^2$  keresztmetszetű vörösréz huzal végei közé  $10 \text{ V}$  feszültséget kapcsolunk. Mekkora áram folyik a huzalban? Mekkora a huzalban az áramsűrűség? ( $\sigma \approx 6 \cdot 10^7 \text{ } \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$ )

16. Igazoljuk a sorosan ill. párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredőjére kapott összefüggéseket a homogén ( $\rho$  fajlagos ellenállású,  $l$  hosszúságú, állandó  $q$  keresztmetszetű) vezető ellenállására megismert kifejezés felhasználásával!

17.  $4$  db  $10 \text{ ohm}$  -os ellenállást négyzet alakban összeforrasztunk. Mekkora az ellenállás a négyzet két szomszédos csúcsa között, valamint két szemközti csúcsa között?

18.  $6$  db  $5 \text{ ohm}$  -os ellenállást tetraéder (négy egyenlőoldalú háromszög-lappal határolt test) alakban összeforrasztunk. Mekkora az ellenállás a tetraéder két csúcsa között?

19. Mekkora az elektromotoros ereje és belső ellenállása annak a telepnek, amelyik  $7 \text{ } \Omega$  -os terhelő ellenálláson  $0,2 \text{ A}$ ,  $17 \text{ } \Omega$  -os terhelő ellenálláson pedig  $0,1 \text{ A}$  áramot hoz létre?

20. Rajzoljunk egy négyzetet, és jelöljük be az egyik, az  $A$  csúcsból kiinduló átlóját is! Helyettesítsük az  $A$  csúcsból kiinduló két élet egy-egy feszültségforrással, amelyek pozitív pólusa  $A$  -ba mutat, elektromotoros erejük és belső ellenállásuk  $2\text{V}$ ,  $1 \text{ } \Omega$  ill.  $3\text{V}$ ,  $2 \text{ } \Omega$ ! Az átlót helyettesítsük egy  $3 \text{ } \Omega$  -os, a maradék két élet pedig egy-egy  $4 \text{ } \Omega$  -os ellenállással! Számítsuk ki az ellenállásokon eső feszültségeket!

21. Van két, azonos üzemi feszültségre készített,  $60 \text{ W}$  -os ill.  $100 \text{ W}$  -os izzólámpánk. Mekkora ellenállásaik aránya? Mi történik, ha sorba kötjük őket, és az üzemi feszültség kétszeresét kapcsoljuk a rendszerre?

22. Sorba kötünk egy  $2 \text{ W}$  névleges teljesítményű,  $10 \text{ k}\Omega$  -os és egy  $1 \text{ W}$  névleges teljesítményű,  $3 \text{ k}\Omega$  -os ellenállást. Maximálisan mekkora feszültséget kapcsolhatunk a rendszerre?

---

23. Egy egyenlőszárú derékszögű háromszög alapú egyenes hasábot úgy helyezünk el a homogén,  $\mathbf{B}$  indukciójú mágneses térben, hogy alapjának egyik befogója a tér irányába essen. Mekkora a tér indukciófluxusa a hasábot határoló egyes lapokra és a hasáb teljes felületére? Mennyivel változik a hasáb teljes felületére vonatkozó indukciófluxus, ha a hasábon belül elhelyezünk egy  $\mathbf{p}_m$  mágneses momentumú rúd mágneset?

24. Mekkora erővel és forgatónyomatékkal hat a  $B = 20 \mu\text{T}$  indukciójú homogén mágneses tér az indukcióvonalakra merőleges tengelyű (normálisú), 50 menetes, 5 cm és 4 cm oldalakkal bíró téglalap keresztmetszetű tekercsre, ha abban 200 mA egyenáram folyik? Hogyan módosul az eredmény akkor, ha a tekercs tengelye az indukcióvonalak irányába mutat?

25. A vákuumbeli, homogén,  $\mathbf{B}$  indukciójú mágneses térbe a tér irányára merőlegesen ( $v$  sebességgel) belőtt ( $q$  töltésű,  $m$  tömegű) ponttöltés körpályán mozog. Miért? Mekkora a pálya sugara? Hogyan mozog a térbe  $\mathbf{B}$ -vel egyező irányban belőtt ponttöltés?

26. Vákuumbeli, időtől független, homogén elektromágneses tér  $\mathbf{B}$  mágneses indukciója és  $\mathbf{E}$  elektromos térerőssége egymásra merőleges. Milyen irányú és mekkora sebességgel kell egy pozitív ponttöltést e térbe belőni ahhoz, hogy ott egyenes pályán, állandó sebességgel folytas-  
sa útját? Hogyan függ  $e$  sebesség a részecske tömegétől?

27. Határozza meg a mágneses indukciót vákuumban, egy  $0,4 \text{ A/mm}^2$  áramsűrűségű árammal átjárt, homogén, kör keresztmetszetű rúd alakú, 2 cm sugarú, végtelen hosszú, egyenes vezető tengelyétől 10 cm ill. 1 m távolságban! ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N s}^2/\text{C}^2$ ; tudjuk -pl. a mágneses Gauss-tételből-, hogy esetünkben a mágneses indukciónak a kérdéses pontból az egyenesre bocsátott merőleges irányába eső komponense zérus; tanács: alkalmazza az Ampère-féle gerjesztési törvény vákuumra megismert alakját!)

---

28. Számítsuk ki a mágneses térerősséget vákuumban, egy igen hosszú, 10 menet/cm menetsűrűségű, 2 A árammal átjárt egyenes tekercsben, ha tudjuk, hogy a mágneses tér a tekercsben tengelyirányú, és a tekercsen kívül zérus! Hogyan módosul eredményünk, ha a tekercset az adott térerősségnél  $\mu_r = 1000$  relatív mágneses permeabilitású ferromágneses anyag tölti ki? (tanács: alkalmazza az Ampère-féle gerjesztési törvény anyagra megismert alakját!)

29. Számítsuk ki a mágneses indukciót vákuumban, egy igen hosszú, 10 menet/cm menetsűrűségű, 2 A árammal átjárt egyenes tekercsben, ha tudjuk, hogy a mágneses indukció vektora a tekercsben tengelyirányú, és a tekercsen kívül zérus! Hogyan módosul eredményünk, ha a tekercset az adott mágneses térerősségnél  $\mu_r = 1000$  relatív mágneses permeabilitású ferromágneses anyag tölti ki? ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N s}^2/\text{C}^2$ ; tanács: alkalmazza az Ampère-féle gerjesztési törvény anyagra megismert alakját!)

30. Mekkora a mágnesezettsége 100 A egyenáramot szállító egyenes, hosszú vezetőtől 2 cm távolságban a vákuumnak? Mekkora a mágnesezettsége annak a ferromágneses anyagnak, amelyet a fenti pontban helyezünk el, ha relatív mágneses permeabilitása az adott mágneses térerősségnél  $\mu_r = 100$ ? (tanács: az Ampère-féle gerjesztési törvény anyagra megismert alakjának alkalmazásával számítsa ki a térerősséget, abból pedig a -relatív mágneses permeabilitás ismeretében könnyen megadható- mágneses szuszceptibilitás felhasználásával a mágnesezettséget!)