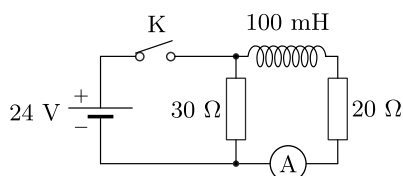


## Fizika 2i, tavaszi félév, 6. gyakorlat

*Szükséges előismeretek:* az önindukció jelensége,  $RL$ -kör, bekapcsolási jelenségek, általánosított Ampère-törvény, Poynting-vektor, elektromos és mágneses energiasűrűség, az elektromágneses síkhullám tulajdonságai, fénynyomás;

### Órai munkára javasolt feladatok

**F1\*.** Két ellenállásból, egy ideális tekercsből és egy telepből az ábrán látható kapcsolást állítottuk össze. Kezdetben a K kapcsoló nyitott és a tekercsben nem folyik áram.



a) Egyszer csak a K kapcsolót zárjuk. Mekkora értéket mutat az ideális ampermérő közvetlenül a kapcsoló zárása után? Mekkora ugyanekkor a tekercsen eső feszültség?

b) Mekkora értéket mutat az ampermérő a K kapcsoló zárása után hosszú idő elteltével? Mekkora ugyanekkor a tekercsen eső feszültség?

c) Újabb hosszú idő elteltével a K kapcsolót kinyitjuk. Mekkora a  $30\ \Omega$ -os ellenálláson eső feszültség közvetlenül a kapcsoló kinyitása után?

d) Mekkora ütemben kezd csökkenni a K kapcsoló nyitása után a tekercsben folyó áram erőssége? Mennyi idő múlva csökken az áramerősség az  $e = 2,718\dots$ -edrészére?

**F2\*.** Egy  $C$  kapacitású síkkondenzátor lemezei  $R$  sugarú körlapok, melyek között vákuum van. A kondenzátort időben állandó,  $I$  erősségű árammal töltjük.

a)\* Határozzuk meg a kondenzátor szimmetriasíkjában (a két lemez között félúton) a mágneses indukcióvektor nagyságát és irányát a kondenzátor tengelyétől mért  $r$  távolság függvényében! Vizsgáljuk az  $r < R$  és  $r > R$  esetet is!

b)\* Adjuk meg a Poynting-vektort a kondenzátor belsejében a tengelytől mért  $r$  távolság függvényében  $r < R$  esetén!

c)\*\* Mutassuk meg, hogy a kondenzátorba időegységenként beáramló energia a lemezek között felépülő elektromos mező energiáját növeli!

**F3\*.** Egy  $2\ \text{mm}$  átmérőjű rézhuzal ellenállása méterenként  $5,2\ \text{m}\Omega$ , a huzalban időben állandó,  $10\ \text{A}$  erősségű áram folyik egyenletes eloszlásban.

a) Mekkora és milyen irányú a huzal felületénél a Poynting-vektor nagysága (energiaáram-sűrűség)?

b) Mutassuk meg, hogy a rézhuzal felületén időegységenként beáramló energia a huzalban Joule-hő formájában disszipálódik!

**F4.** Egy vákuumban haladó elektromágneses síkhullámban a mágneses indukcióvektort SI egységekben a hely és idő függvényében a következő összefüggés írja le:

$$\mathbf{B}(y, t) = 2 \cdot 10^{-8} \cos(ky + 3 \cdot 10^{16}t) \mathbf{e}_x,$$

ahol  $\mathbf{e}_x$  az  $x$  irányú egységvektort jelenti.

a) Adjuk meg a sugárzás frekvenciáját és hullámhosszát!

b) Milyen irányban halad a hullám? Írjuk fel az  $\mathbf{E}(y, t)$  elektromos térerősségvektort hasonló alakban! Ügyeljünk a vektoros formalizmusra és az előjelre!

c) Adjuk meg a hullám intenzitását, azaz a Poynting-vektor nagyságának időátlagát!

**F5\*\*.** Az  $n$  törésmutatójú közegben haladó elektromágneses síkhullám  $\mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$  elektromos térerősségvektorát SI egységekben a következő kifejezés adja meg:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = E_0 \begin{pmatrix} 1 \\ p \\ 0 \end{pmatrix} \cos \left[ \frac{\pi}{6} (\sqrt{3}x + y) \cdot 10^7 - 2 \cdot 10^{15}t \right],$$

ahol  $E_0 = 25\ \text{V/m}$  egy konstans.

a) Milyen irányban terjed a hullám? Adjuk meg a terjedés irányába mutató egységvektort!

b) Határozzuk meg a  $p$  paraméter értékét!

c) Határozzuk meg a közegbeli  $\lambda$  hullámhosszt és a hullám  $f$  frekvenciáját!

d) Mekkora a közeg  $n$  törésmutatója?

e) Adjuk meg a mágneses indukcióvektor  $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$  kifejezését!

**F6\*.** Egy lézernyaláb (időátlagolt) intenzitása  $5,0\ \text{kW/m}^2$ , átmérője  $1\ \text{cm}$ . Ebbe a fénynyaládba

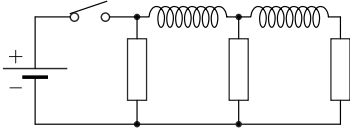
a)  $4\ \text{mm}$  sugarú, matt fekete gömböt;

b)  $4\ \text{mm}$  sugarú, a fény terjedési irányára merőleges állású tükröző körlapot

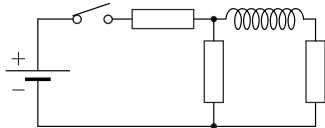
helyezünk. Mekkora erővel hat a fénynyomás a két testre?

## Otthoni gyakorlásra szánt feladatok

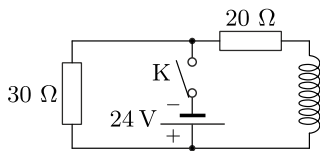
**H1\*.** Az ábrán látható áramkör két egyforma ideális tekercsből, három egyforma  $60\ \Omega$ -os ellenállásból és egy  $9\ \text{V}$ -os ideális telepből áll. Az áramkör kapcsolóját zárjuk és megvárjuk, amíg az áramerősség mindenhol állandósul. Ezután a kapcsolót kinyitjuk. Mekkora a bal szélső ellenálláson átfolyó áram erőssége közvetlenül a kapcsoló kinyitása után?



**H2\*.** Az ábrán látható áramkör egy ideális tekercsből, három egyforma  $200\ \Omega$ -os ellenállásból és egy  $12\ \text{V}$ -os ideális telepből áll. Az áramkör kapcsolóját zárjuk és megvárjuk, amíg az áramerősség mindenhol állandósul. Ezután a kapcsolót kinyitjuk. Mekkora a tekercsen eső feszültség közvetlenül a kapcsoló kinyitása után?



**H3\*.** Az ábrán látható áramkör  $K$  kapcsolóját zárjuk és megvárjuk, amíg az áramerősség állandósul. Ezután a kapcsolót kinyitjuk. Határozzuk meg a tekercsen átfolyó áram erősségét és a tekercs feszültségét közvetlenül a kapcsoló nyitása után!



**H4\*.** Egy síkkondenzátor lemezei  $R = 4\ \text{cm}$  sugarú fémkorongok, a lemezek távolsága  $R$ -nél sokkal kisebb. A kondenzátort úgy töltjük fel, hogy a belsejében kialakuló elektromos mező térerősségét az  $E(t) = E_0 + \beta \cdot t$  függvény írja le, ahol  $\beta = 200\ \text{kV}/(\text{m s})$ . Mekkora a változó elektromos tér által keltett indukcióvektor nagysága a kondenzátor belsejében, a korongok közös szimmetriatengelyétől  $r = 2\ \text{cm}$  távolságban?

**H5\*.** Egy impulzuszézer  $4\ \text{ns}$  időtartamú,  $2\ \text{J}$  energiájú fényimpulzusokat bocsát ki. A fénynyaláb átmérője  $3\ \text{mm}$ .

- Mekkora a kibocsátott fénynyaláb hossza?
- Mekkora a fénynyalábban a teljes (elektromos és mágneses) energiasűrűség?
- Mekkora a kibocsátott hullámban az elektromos térerősség amplitúdója?

**H6\*.** Egy vákuumban terjedő elektromágneses síkhullámban az elektromos térerősséget (SI egységekben) az  $\mathbf{E}(z, t) = 9\mathbf{e}_y \sin(kz - \omega t)$  formula írja le, ahol  $\mathbf{e}_y$  az  $y$  irányú egységvektort jelöli. Ismert, hogy a hullámhossz  $\lambda = 600\ \text{nm}$ .

- Milyen irányban terjed a hullám?
- Mekkora a hullám  $\omega$  körfrekvenciája?
- Adjuk meg a mágneses indukcióvektort a hely és idő függvényében!
- Mekkora a hullám intenzitása?

**H7\*.** Egy vákuumban terjedő elektromágneses síkhullámban a Poynting-vektort (SI egységekben) az  $\mathbf{S}(x, t) = 9,6 \cdot 10^{-2} \mathbf{e}_x \sin^2(kx - \omega t)$  formula írja le, ahol  $\mathbf{e}_x$  az  $x$  irányú egységvektort jelöli, valamint  $\omega = 3 \cdot 10^{15}\ \text{s}^{-1}$ .

- Mekkora a hullámban az elektromos térerősség és mágneses indukcióvektor amplitúdója?
- Mekkora a hullámhossz?
- Adjuk meg a hullámban a teljes energiasűrűséget a hely és idő függvényében!

**H8\*.** Egy  $90\ \text{mW}$ -os lézernyaláb egy ideális tükréről visszaverődik. Mekkora erő hat a tükrökre, ha a beesési szög értéke  $0^\circ$ , illetve ha  $30^\circ$ ?