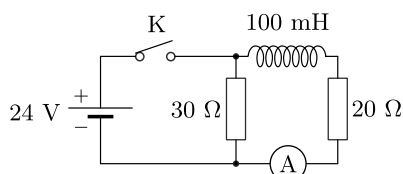


Fizika 2i, 2019 tavaszi félév, 6. gyakorlat

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 λ 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

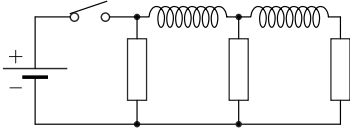
a) $4\ \text{mm}$ sugarú, matt fekete gömböt;

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

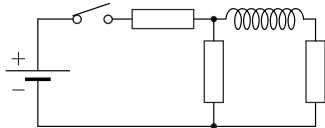
helyezünk. Mekkora erővel hat a fénynyomás a két testre?

Otthoni gyakorlásra szánt feladatok

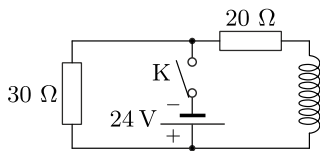
H1*. Az ábrán látható áramkör két egyforma ideális tekercsből, három egyforma $60\ \Omega$ -os ellenállásból és egy $9\ \text{V}$ -os ideális telepből áll. Az áramkör kapcsolóját zárjuk és megvárjuk, amíg az áramerősség mindenhol állandósul. Ezután a kapcsolót kinyitjuk. Mekkora a bal szélső ellenálláson 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 ω 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° , illetve ha 30° ?