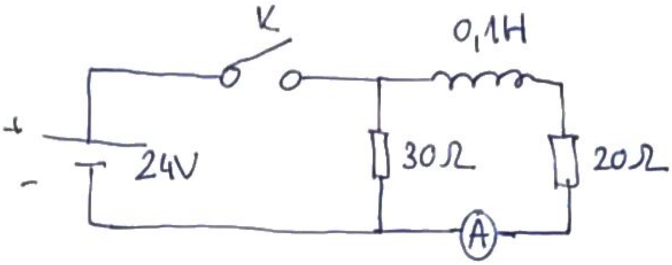
Fizika 2i Gyakorlat

F1.*



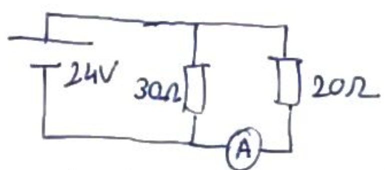
a, Bekapcsolás előtt sehol nem folyik áram. A bekapcsolást követő pillanatban az ampermérő még mindig 0 A erősségű áramot mutat, hiszen a tekercsen az áram hirtelen nem változhat meg, különben végtelen nagy feszültség indukálódna a tekercsen (tekercs szakadásnak fogható fel).

Viszont a 30Ω-os ellenálláson áram indul meg: $\frac{24V}{30\Omega} = 0,8A$

Mivel a 30Ω-on 24V esik, így a tekercsen is akkora a feszültség.
(20Ω-on nem folyik áram.)

b, Hosszú idő elteltével a tekercsen átfolyó áram már nem változik, a tekercs vezetőként viselkedik, rajta eső feszültség zérus.

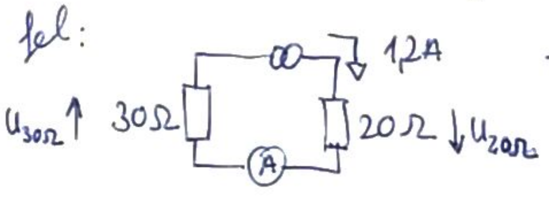
Az ampermérő által mutatott érték:



$\frac{24V}{20\Omega} = 1,2A$

(párhuzamos kapcsolás)

c, Ha a kialakult állapotot megszüntetjük, a tekercsen átfolyó 1,2A erősségű áram ismét nem változhat meg hirtelen, a tekercs áramgenerátorként fogható fel:



Tehát a 30Ω-on eső feszültség:
$30\Omega \cdot 1,2A = 36V$

d) A tekercsen eső feszültség ekkor:

$$U_i = U_{30\Omega} + U_{20\Omega} = 36V + 20\Omega \cdot 1{,}2A = 60V$$

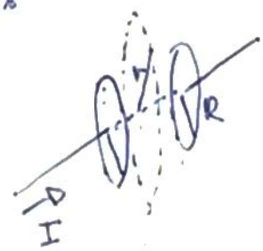
előjeltől eltekintve: $U_i = L\frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{U_i}{L} = 600\,\frac{A}{s}$

Sorba kötött RL-kör: $(R = 30\Omega + 20\Omega = 50\Omega)$

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{0{,}1\,H}{50\Omega} = 2\cdot 10^{-3}\,s$$

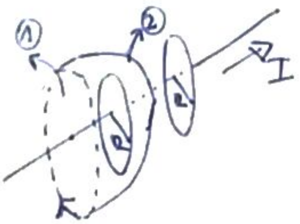
Ennyi idő alatt csökken az áram az e-ad részére.

F2*

a) 

általánosított Ampère-törvény:

$$\sum B\cdot\Delta s = \mu_0 \cdot I + \underbrace{\mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \Psi}{\partial t}}_{\text{eltolási áram } (I_d)}$$



A szaggatott görbe mentén az ① felületet I áram döfi át, de a ② felületet stacionárius áram nem, de változó elektromos fluxus átdöfi. Azért, hogy a két felületet tekintve a szaggatott görbe mentén ne legyen ellentmondás az Ampère-törvényben:

$$I_d = I$$

$$I = \varepsilon_0 \cdot \frac{\partial(E\cdot A)}{\partial t} = \varepsilon_0 \cdot \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{\varepsilon_0}\cdot Q\right) = \frac{\partial Q}{\partial t}$$

ha $r > R$: $B\cdot 2r\pi = \mu_0 \cdot I \rightarrow B(r) = \frac{\mu_0 I}{2r\pi}$ (iránya a jobbcsavar szerint)

ha $r < R$:

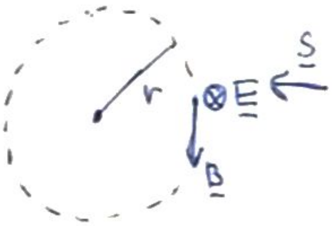
A kondenzátorlemezek felületi töltéssűrűsége homogén:

$$I(r) = \frac{\partial Q(r)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}\left(Q \cdot \frac{r^2}{R^2}\right) = I \cdot \frac{r^2}{R^2}$$

$$B \cdot 2r\pi = \mu_0 I \frac{r^2}{R^2} \Rightarrow B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} \cdot r$$ (iránya a jobbcsavar szerint)

b) Poynting-vektor: $\underline{S} = \frac{1}{\mu_0} \underline{E} \times \underline{B}$

$r < R$



oldalnézet

kondenzátorlemezek közötti tér.

$$E(r) = \frac{Q}{\varepsilon_0 A} = \frac{I \cdot t}{\varepsilon_0 \cdot R^2\pi}$$

($Q = It$, mert az áram állandó)

$$S = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{It}{\varepsilon_0 R^2 \pi} \cdot \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} = \frac{1}{2\pi^2 \varepsilon_0} \frac{I^2 r \cdot t}{R^4}$$

c)** A beáramló energia: ($r = R$)

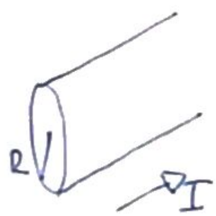
lemezek távolsága

$$W = \int S \, dt \, dA = \frac{1}{2\pi^{\cancel{2}}\varepsilon_0} \frac{I^2}{R^{\cancel{4}3}} \cdot 2\cancel{R}\cancel{\pi} \cdot \ell \int t \, dt = \frac{I^2 \ell t^2}{2\pi \varepsilon_0 R^2} \quad \left(C = \frac{\varepsilon_0 R^2 \pi}{\ell}\right)$$

$$W_{kond} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \cdot E^2 \cdot R^2 \pi \cdot \ell = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \cdot \frac{I^2 t^2}{\varepsilon_0^2 R^4 \pi^2} \cdot R^2 \pi \ell = \frac{I^2 \ell t^2}{2\pi \varepsilon_0 R^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(It)^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

A kettő valóban azonos.

F3.*



$R = 1$ mm

$r = 5{,}2 \frac{m\Omega}{méter}$

$I = 10$ A

a) felületen:

$\otimes \underline{E} \leftarrow \underline{S}$, $\downarrow \underline{B}$ (huzalba befelé áramlik az energia)

$S = \frac{1}{\mu_0} EB$ a Poynting-vektor

ℓ hosszú részen: $U = r \cdot \ell \cdot I$

$$E \cdot \ell = r \cdot \ell I \Rightarrow E = I \cdot r$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R\pi}$$

Tehát: $S = \frac{1}{\cancel{\mu_0}} \cdot I r \cdot \frac{\cancel{\mu_0} I}{2R\pi} = \frac{I^2 r}{2R\pi} = 83 \frac{J}{m^2 \cdot s}$

b, l hosszú részen:

$W_h = I^2 \cdot r l \cdot t$ (Joule-hő)

a beáramló energia:

$$W = S \cdot 2R\pi \cdot l \cdot t = \frac{I^2 r}{\cancel{2R\pi}} \cdot \cancel{2R\pi} \cdot l \cdot t = I^2 \cdot r l \cdot t$$

Ugyanaz a két eredmény.

F4

$$\underline{B}(y;t) = 2 \cdot 10^{-8}\,T \cdot \cos\left(ky + 3 \cdot 10^{16} \frac{1}{s} \cdot t\right) \underline{e}_x$$

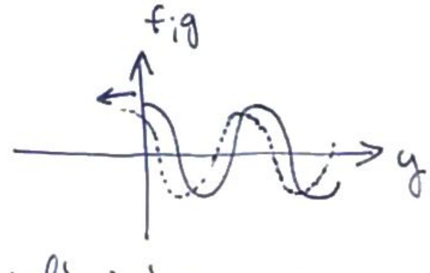
a, $\omega = 3 \cdot 10^{16} \frac{1}{s} = 2\pi f \rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} \approx 4{,}8 \cdot 10^{15}\,Hz = 5 \cdot 10^{15}\,Hz$

$\lambda = \frac{c}{f} \approx 63\,nm$

b,

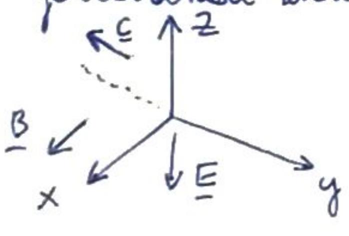
$f(y) = \cos ky$

$g(y) = \cos(ky + \omega t)$



terjedés iránya: $-\underline{e}_y$

jobbsodrású rendszer: terjedési irány, $\underline{E}$, $\underline{B}$



$$\underline{E}(y;t) = E_0 \cdot \cos(ky + \omega t)(-\underline{e}_z)$$

$$E_0 = B_0 \cdot c = 6\,\frac{V}{m}$$

$$\underline{E}(y,t) = -6\,\frac{V}{m} \cdot \cos\left(ky + 3\cdot 10^{16}\,\frac{1}{s}\cdot t\right)\underline{e}_z \quad , \text{ahol } k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{c} = 10^{8}\,\frac{1}{m}$$

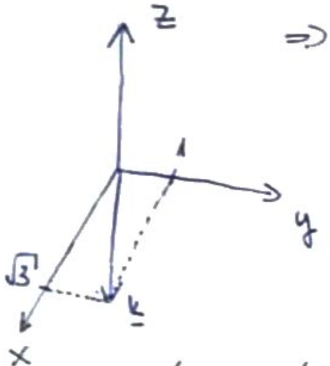
c) $$S = \frac{1}{\mu_0} E \cdot B = \frac{1}{\mu_0} \cdot E_0 B_0 \cdot \cos^2(ky + \omega t) \rightarrow$$

$$\xrightarrow[\text{időátlag}]{} \quad I = \frac{E_0 B_0}{2\mu_0} = 0{,}05\,\frac{W}{m^2}$$

F5 **

a) $$\underline{E}(\underline{r},t) = 25\frac{V}{m}\begin{pmatrix}1\\p\\0\end{pmatrix} \cdot \cos\left[\frac{\pi}{6}\left(\sqrt{3}x + y\right)\cdot 10^{7}\,\frac{1}{m} - 2\cdot 10^{15}\,\frac{1}{s}\cdot t\right]$$

$$\underline{k}\underline{r} = \frac{\pi}{6}\cdot 10^{7}\left(\sqrt{3}x + y\right)\frac{1}{m} = k_x \cdot x + k_y \cdot y + k_z \cdot z \Rightarrow$$



$$\Rightarrow k_x = \frac{\pi}{6}\cdot 10^{7}\cdot\sqrt{3}\,\frac{1}{m} \; ; \; k_y = \frac{\pi}{6}\cdot 10^{7}\,\frac{1}{m} \; ; \; k_z = 0$$

terjedés iránya: $\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\1\\0\end{pmatrix} \rightarrow \frac{1}{2}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\1\\0\end{pmatrix} = \underline{e}_k$

b) $$\begin{pmatrix}E_x\\E_y\\0\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}k_x\\k_y\\0\end{pmatrix} = 0 = 25\frac{V}{m}\cdot\frac{\pi}{6}\sqrt{3}\cdot 10^{7}\,\frac{1}{m} + 25\frac{V}{m}\cdot p\cdot\frac{\pi}{6}\,10^{7}\,\frac{1}{m}$$

$$p = -\sqrt{3}$$

c) $$k = \sqrt{k_x^2 + k_y^2} = \frac{\pi}{6}\cdot 10^{7}\cdot 2\,\frac{1}{m} \rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = 6\cdot 10^{-7}\,m$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2\cdot 10^{15}\,\frac{1}{s}}{2\pi} \approx 3\cdot 10^{14}\,Hz$$

d, $\omega = \frac{c}{n} \cdot k = 2 \cdot 10^{15} \frac{1}{s} \rightarrow n = \frac{ck}{\omega} = \frac{\pi}{2} \simeq 1{,}6$

e, $\underline{B}$ merőleges $\underline{E}$-re és $\underline{k}$-ra is:

$$\begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ 0 \end{pmatrix} = 0 = B_x E_x + B_y E_y + B_z \cdot 0 = 0, \text{ ha } \begin{array}{l} B_x = 0 \\ B_y = 0 \\ B_z \neq 0 \end{array}$$

$$\underline{B}(\underline{r};t) = \underline{B}_0 \cos\left[\frac{\pi}{6}\left(\sqrt{3}x + y\right) \cdot 10^7 \frac{1}{m} - 2 \cdot 10^{15} \frac{1}{s} \cdot t\right]$$

ahol $\underline{B}_0 = B_0 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$ és $B_0 = \frac{E_{max}}{c/n} = \frac{n}{c} \cdot E_0 \sqrt{1^2 + 3^2} \approx 2{,}6 \cdot 10^{-7}\,T$

↳ jobbkéz-szabály

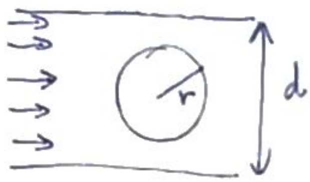
F6.*

$I = 5{,}0 \frac{kW}{m^2}$

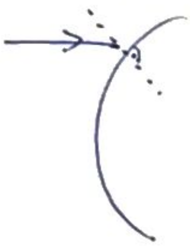
$d = 1\,cm$

$r = 4\,mm$

a,



A fekete gömb elnyeli a sugárzást. Mivel nem mindenütt merőleges a beesés, effektív területtel számolhatunk, ami a főkör területe.



$$F = p \cdot r^2 \pi = \frac{I}{c} \cdot r^2 \pi \approx 8 \cdot 10^{-10}\,N$$

b, A korong visszaveri a beeső fényt, így az impulzusváltozás 2-szerese az a, feladatbelinek, tehát a nyomás is kétszer akkora:

$$F = 2p \cdot r^2 \pi = 2 \cdot \frac{I}{c} \cdot r^2 \pi \simeq 2 \cdot 10^{-9}\,N$$