

# Kidolgozós feladatok



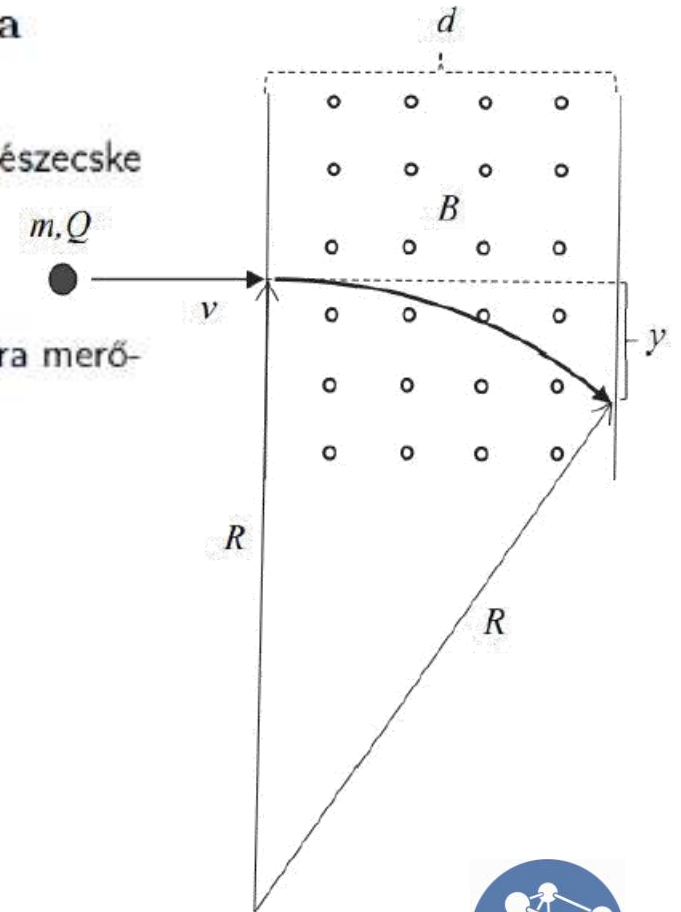
BME TTK Emelt Fizika Érettségifelkészítő 2022



# 2.1 Feladat

1. Egy, a papírlap síkjára merőleges mágneses tér indukciója  $B = 2 \text{ T}$ , a tér tartományának szélessége  $d = 50 \text{ cm}$ . A mágneses tér határára merőlegesen egy  $m = 40 \mu\text{g}$  tömegű,  $Q = 20 \mu\text{C}$  pozitív töltésű részecskét lövünk be a mágneses térbe  $v = 1000 \text{ m/s}$  sebességgel. (2019. május 20.)

- Mekkora volt a gyorsítófeszültség, amelyet a részecske belövéséhez használtunk? (A részecske kezdősebessége elhanyagolható.)
- Mekkora a mágneses térben a részecske körpályájának sugara?
- Mekkora  $y$  távolsággal térül el a részecske a téren áthaladva az eredeti belövési irányára merőlegesen?



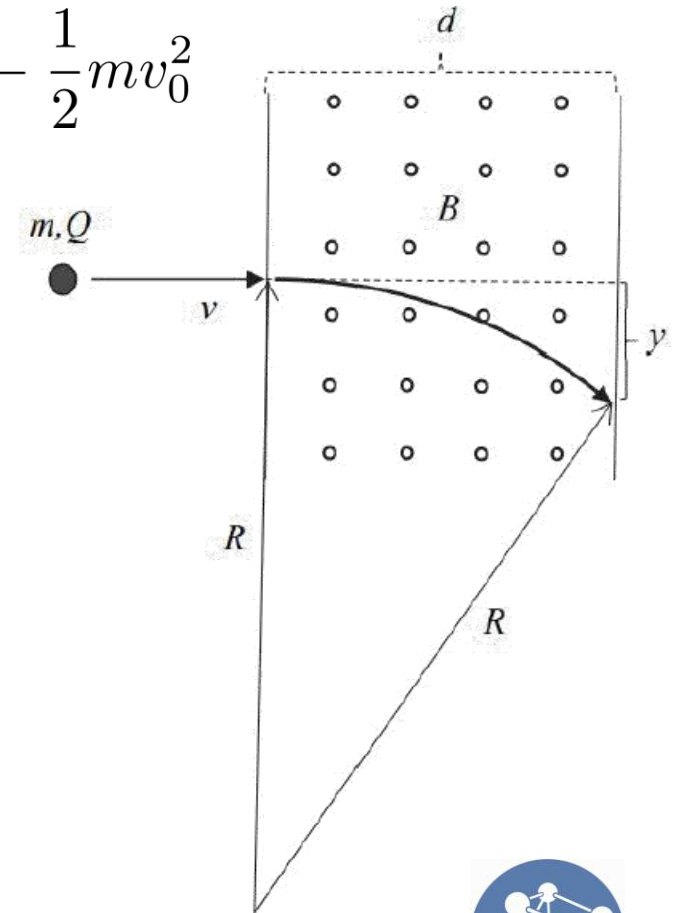
# 2.1 Feladat

a) Mekkora volt a gyorsítófeszültség, amelyet a részecske belövéséhez használtunk? (A részecske kezdősebessége elhanyagolható.)

$$W = q \cdot U$$
$$W = \Delta E_{\text{mozgási}} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$v_0 \approx 0$

$$q \cdot U = \frac{1}{2}mv^2$$
$$U = \frac{mv^2}{2q}$$



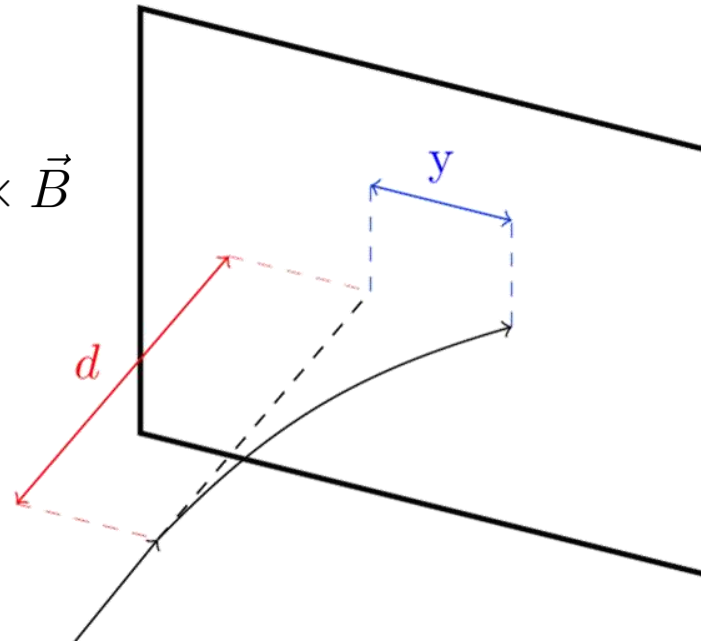
$$U = \frac{40 \cdot 10^{-9} [\text{kg}] \cdot 10^3 [\text{m/s}]}{2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} [\text{C}]} = 10^3 [\text{V}]$$



# 2.1 Feladat

b) Mekkora a mágneses térben a részecske körpályájának sugara?

$$\vec{F}_{\text{Lorentz}} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$



$$\vec{F}_{\text{Lorentz}} = m \cdot \vec{a}_{\text{cp}}$$

$$F_{\text{Lorentz}} = q \cdot v \cdot B \qquad a_{\text{cp}} = \frac{v^2}{r}$$

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$v \cdot (q \cdot B - m \cdot \frac{v}{r}) = 0$$

$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

$$\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow |\vec{v} \times \vec{B}| = v \cdot B$$

$$|\vec{v} \times \vec{B}| = v \cdot B \cdot \sin(\pi/2) = v \cdot B$$

$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{40 \cdot 10^{-9} \text{ [kg]} \cdot 10^3 \text{ [m/s]}}{20 \cdot 10^{-6} \text{ [C]} \cdot 2 \text{ [T]}} = 1 \text{ [m]}$$



# 2.1 Feladat

c) Mekkora  $y$  távolsággal térül el a részecske a téren áthaladva az eredeti belövési irányára merőlegesen?

$$R^2 = (R - y)^2 + d^2$$

$$R^2 - d^2 = (R - y)^2$$

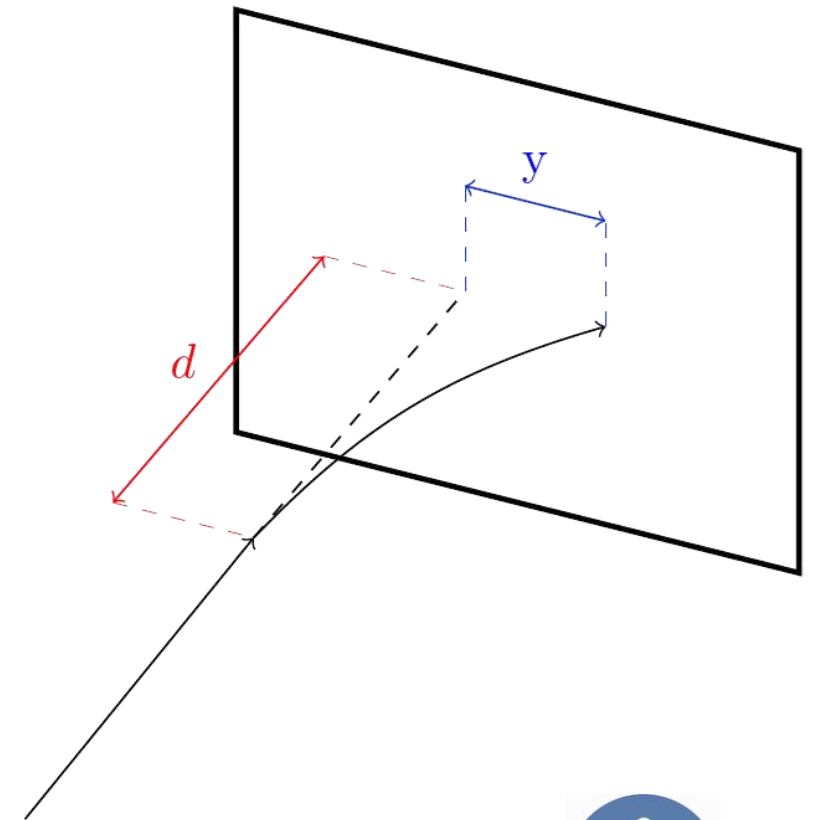
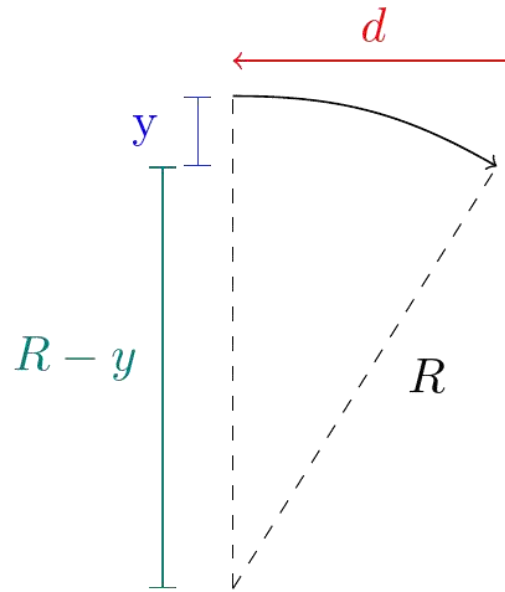
$$\sqrt{R^2 - d^2} = \pm(R - y)$$

$$\begin{matrix} \vee \\ 0 \end{matrix}$$

$$\sqrt{R^2 - d^2} = R - y$$

$$y = R - \sqrt{R^2 - d^2}$$

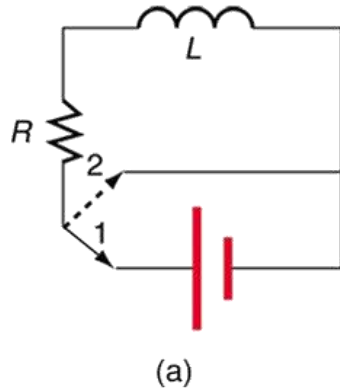
$$y = 1 \text{ [m]} - \sqrt{1^2 \text{ [m}^2] - 0.5^2 \text{ [m}^2]} = 1 - \sqrt{0.75} \approx 13.4 \text{ [cm]}$$



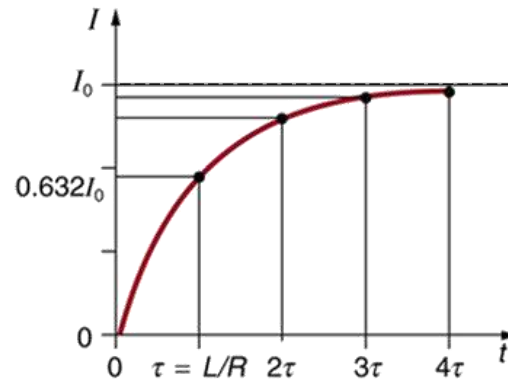
## 2.2 Feladat

2. Egy tekercs ohmos ellenállása  $6 \Omega$ , induktivitása  $0.4 \text{ H}$ . A tekercset egy  $24 \text{ V}$  feszültségű, elhanyagolható belső ellenállású telepre kötjük. (2021. október 28.)

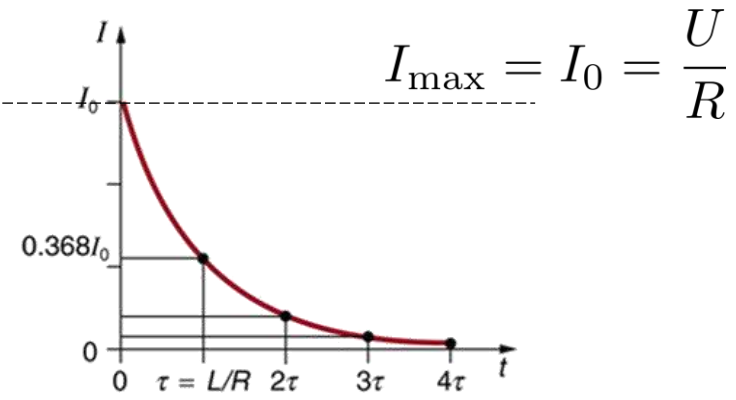
$$\tau = \frac{L}{R}$$



(a)



(b)



(c)

<https://courses.lumenlearning.com/physics/chapter/23-10-rl-circuits/>

a) Mekkora maximális áramerősség alakul ki a tekercsben?

$$I_{\max} = \frac{U_0}{R} = \frac{24 \text{ [V]}}{6 \text{ [\Omega]}} = 4 \text{ [A]}$$



## 2.2 Feladat

$$\Delta x = x_{\text{későbbi}} - x_{\text{korábbi}}$$

b) Mekkora energiát tárol a tekercs ekkor?

$$W = \frac{1}{2} L I_{\text{max}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.4 \text{ [H]} \cdot 4^2 \text{ [A}^2\text{]} = 3.2 \text{ [J]}$$

c) Mekkora ebben az esetben a tekercs teljes fluxusa?

$$\Phi_{\text{tot}} = N \cdot \Phi_1 = L \cdot I_{\text{max}} = 0.4 \text{ [H]} \cdot 4 \text{ [A]} = 1.6 \text{ [T} \cdot \text{m}^2\text{]}$$

d) Az áramkörben erről az értékről az áramerősséget 0.05 s alatt egyenletesen nullára csökkentjük. Mekkora az indukált feszültség abszolút értéke?

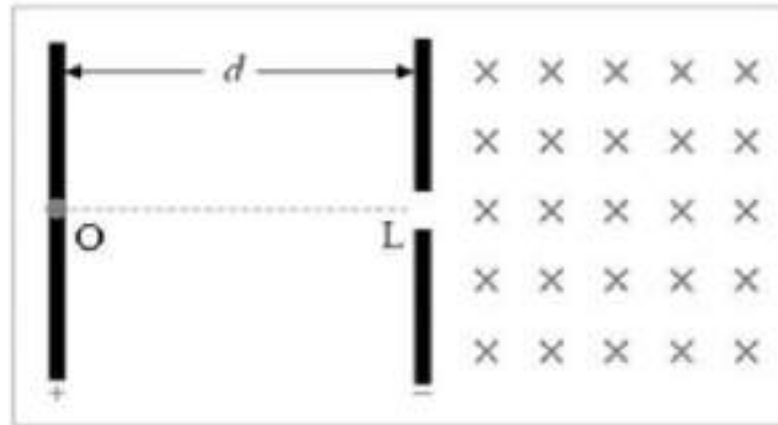
$$U_{\text{ind}} = -L \cdot \frac{dI}{dt} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$|U_{\text{ind}}| = L \cdot \frac{|\Delta I|}{\Delta t} = L \cdot \frac{|0 - I_{\text{max}}|}{\Delta t} = 0.4 \text{ [H]} \cdot \frac{4 \text{ [A]}}{0.05 \text{ [s]}} = 32 \text{ [V]}$$



## 2.3 Feladat

3. A mellékelt ábrán látható  $d = 10$  cm lemeztávolságú kondenzátor egyik lemezének  $O$  közepében egy protonforrás található, ahonnan nagyon kis kezdeti sebességű protonok léphetnek ki. A másik lemez közepén egy  $L$  lyuk helyezkedik el. A kondenzátortól jobbra  $B = 0.6$  T indukciójú homogén mágneses mező található az ábra síkjára merőlegesen. A kondenzátor fegyverzetei között a protonokra  $F = 5 \cdot 10^{-15}$  N elektromos erő hat. (A teljes összeállítás vákuumban van, a nehézségi erő hatása a feladat során elhanyagolható.) (2020. október 30.)



(A proton töltése  $1.6 \cdot 10^{-19}$  C, tömege  $1.67 \cdot 10^{-27}$  kg.)



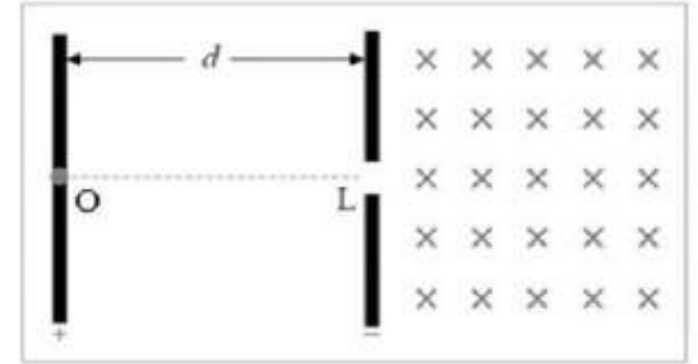


## 2.3 Feladat

a) Határozza meg a kondenzátor fegyverzetei között mérhető feszültséget!

$$F = q \cdot E \rightarrow E = \frac{F}{q}$$

$$U = E \cdot d = \frac{F}{q} \cdot d = \frac{0.1 \text{ [m]} \cdot 5 \cdot 10^{-15} \text{ [N]}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ [C]}} = 3125 \text{ [V]}$$



b) Mekkora sebességgel hagyják el a protonok a jobb oldali fegyverzetet a lyukon keresztül?

$$W = q \cdot U = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$q \cdot U = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2q \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ [C]} \cdot 3125 \text{ [V]}}{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ [kg]}}} \approx 7.73 \cdot 10^6 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$



## 2.3 Feladat

c) Mennyi ideig tartózkodik egy proton a fegyverzetek között?

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$F = m \cdot a$$

$$\frac{1}{a} = \frac{m}{F}$$

$$v_0 \approx 0 \quad t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{v}{a} = \frac{v \cdot m}{F} = \frac{7.73 \cdot 10^6 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \cdot 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ [kg]} }{5 \cdot 10^{-15} \text{ [N]}} = 2.58 \text{ } [\mu\text{s}]$$

d) Mekkora sugarú körpályán haladnak a protonok a homogén mágneses mezőben?

$$\vec{F}_{\text{Lorentz}} = m \cdot \vec{a}_{cp}$$

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$F_{\text{Lorentz}} = q \cdot v \cdot B$$

$$v \cdot \left( q \cdot B - m \cdot \frac{v}{r} \right) = 0$$

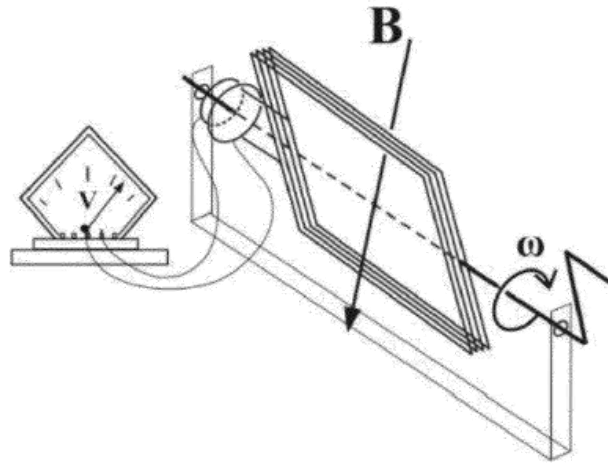
$$a_{cp} = \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ [kg]} \cdot 7.73 \cdot 10^6 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ [C]} \cdot 0.6 \text{ [T]}} = 13.45 \text{ [cm]}$$



## 2.4 Feladat

4. A szobában a Föld mágneses tere homogénnek tekinthető, nagysága  $5 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ . Egy 1200 menetes,  $a = 10 \text{ cm}$  oldalhosszúságú, négyzet keresztmetszetű tekercset egyenletesen forgatunk a mágneses indukcióra merőleges tengely körül oly módon, hogy a tengely a tekercs közepén menjen át, és a négyzet középvonalába essen. (2018. október 29.)

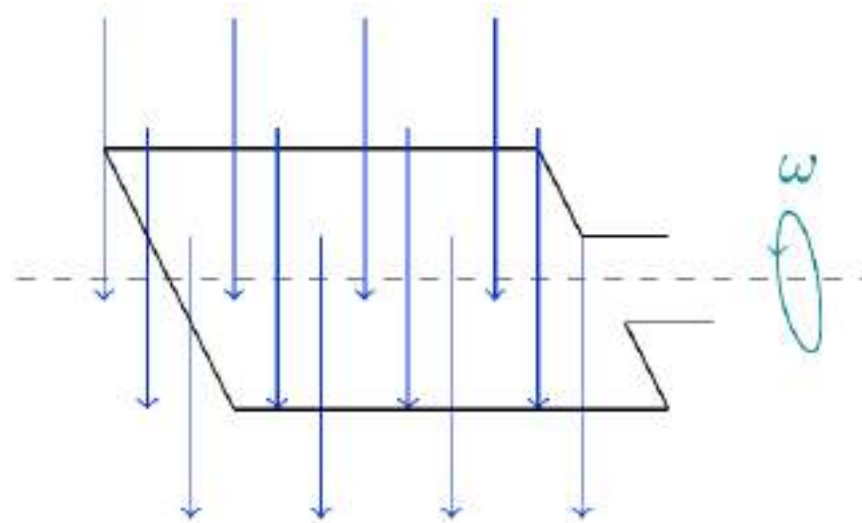


Értelmezze az adott kísérleti elrendezéssel előállított váltakozó feszültség létrejöttének okát! Mekkora szögsebességgel kell a tekercset forgatnunk, ha generátorunkkal 0.5 V-os effektív értékű váltakozó feszültséget szeretnénk elérni?

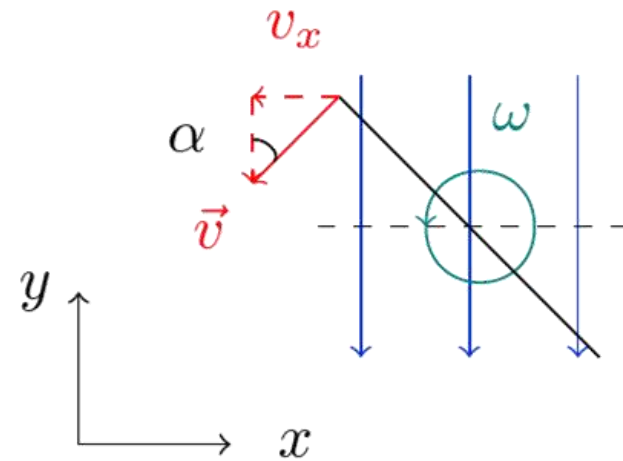


# 2.4 Feladat

$$\varepsilon_{\text{ind}} = v \cdot B \cdot l$$



kísérleti elrendezés

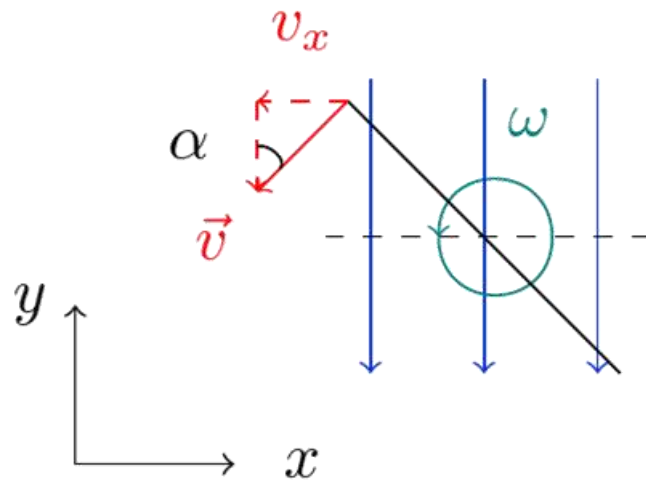


oldalnézet



# 2.4 Feladat

oldalnézet



$$v = \omega \cdot r = \omega \cdot \frac{a}{2}$$

$$v_x = v \cdot \sin(\alpha)$$

$$\alpha = \alpha_0 + \omega \cdot t$$

$$v_x = v \cdot \sin(\omega \cdot t + \alpha_0)$$

$$\varepsilon_{\text{ind}} = v \cdot B \cdot l$$

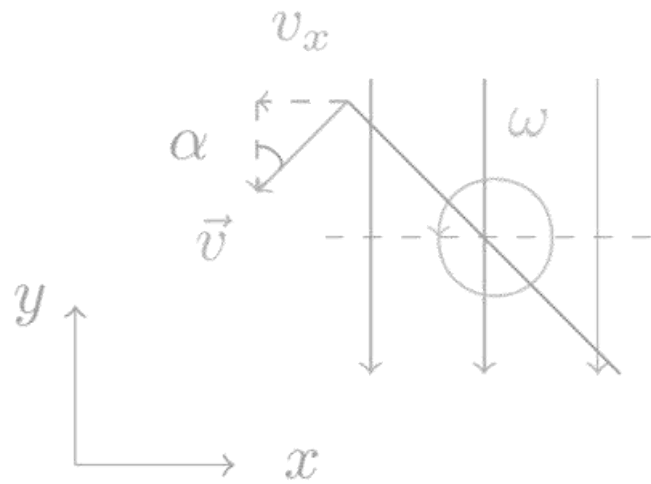
$$\varepsilon = \frac{a}{2} \omega \sin(\omega \cdot t) \cdot B \cdot a$$

$$U = 2N \cdot \varepsilon = N \cdot a^2 \omega \cdot B \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$U_{\text{max}} = N \cdot a^2 \cdot \omega \cdot B$$



## 2.4 Feladat



$$v = \omega \cdot r = \omega \cdot \frac{a}{2}$$

$$v_x = v \cdot \sin(\alpha)$$

$$v_x = v \cdot \sin(\omega \cdot t + \alpha_0)$$

$$U_{\max} = N \cdot a^2 \cdot \omega \cdot B$$

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{N \cdot a^2 \cdot \omega \cdot B}{\sqrt{2}}$$

$$\omega = \frac{U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}}{N \cdot a^2 \cdot B}$$

$$\omega = \frac{0.5 \text{ [V]} \cdot \sqrt{2}}{1200 \cdot 0.1^2 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \text{ [T]}} = 117.85 \approx 118 \left[ \frac{1}{\text{s}} \right]$$

