

A4.- 20 cm-ko erradioko espira zirkular bat 0.4 T-ko eremu magnetiko uniforme batean dago, eremuarekiko perpendikularki kokaturik. Kalkulatu zer indar elektroeragile indusitutako den espiran, baldin eta 0,1 segundoan:

- Eremu magnetikoaren balioa bikoizten bada.
- Eremu magnetikoak kontrako noranzkoa hartzen badu.
- Espira 90° biratzen bada eremuarekiko perpendikularra den ardatz baten inguruan.

Indar elektroeragile indusitua kalkulatzeko Faradayren legea aplikatu behar da, zeinek fluxuaren aldaketak artatzen duen. Horretarako hasierako fluxua kalkulatzeko dogu: $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$

$$\Phi_0 = \vec{B}_0 \cdot \vec{S} = B_0 \cdot S \cos 0^\circ = 0.4 \cdot 0.1257 = 0.05 \text{ Wb}$$

$$S = \pi R^2 = \pi \cdot 0.1^2 = 0.1257 \text{ m}^2$$

- a) Egoera hasierako fluxua: $\Phi_a = \vec{B}_a \cdot \vec{S} \rightarrow$
 $\rightarrow \Phi_a = 2 \cdot 0.4 \cdot 0.1257 \cdot \cos 0^\circ = 0.1 \text{ Wb}$

Faradayren legea aplikatuz: $\left[\mathcal{E}_{0 \rightarrow a} = - \frac{\Delta \Phi_{0 \rightarrow a}}{\Delta t_{0 \rightarrow a}} = - \frac{\Phi_a - \Phi_0}{0.1} = - \frac{0.1 - 0.05}{0.1} = -0.5 \text{ V} \right]$

- b) Baldin: $\Phi_b = \vec{B}_b \cdot \vec{S} = 0.4 \cdot 0.1257 \cdot \cos 180^\circ = -0.05 \text{ Wb}$

Faradaygar: $\left[\mathcal{E}_{0 \rightarrow b} = - \frac{\Delta \Phi_{0 \rightarrow b}}{\Delta t_{0 \rightarrow b}} = - \frac{\Phi_b - \Phi_0}{0.1} = - \frac{-0.05 - 0.05}{0.1} = 1 \text{ V} \right]$

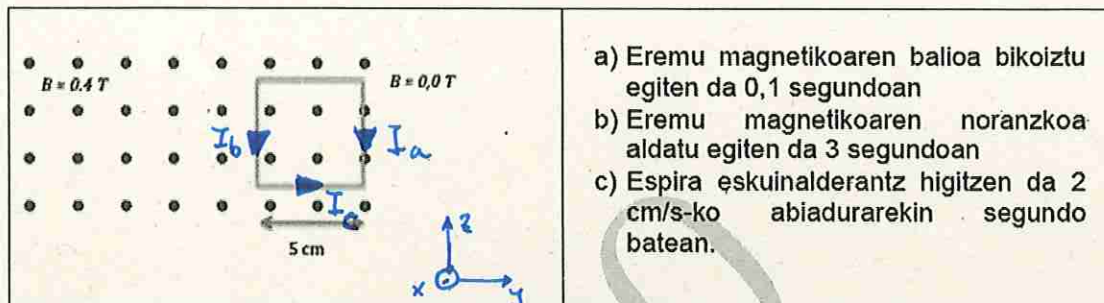
- c) Berriro $\Phi_c = \vec{B}_c \cdot \vec{S} = 0.4 \cdot 0.1257 \cdot \cos 90^\circ = 0 \text{ Wb}$

Faradaygar: $\left[\mathcal{E}_{0 \rightarrow c} = - \frac{\Delta \Phi_{0 \rightarrow c}}{\Delta t_{0 \rightarrow c}} = - \frac{\Phi_c - \Phi_0}{0.1} = - \frac{0 - 0.05}{0.1} = 0.5 \text{ V} \right]$

OHARRA: Nahiz eta sirkulatu or darran ehatzen, atal bakoitzean sortutako korante indusituen norantrak aldiroari doka, Leuz-en legeari jarraitzen dutenak.

A3.- Espira karratu batek 5 cm-ko aldea du, eta eremu magnetiko uniforme baten barnean dago (ikus irudia).

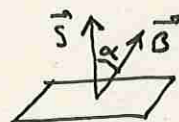
Jakinik B eremu magnetikoa paperarekiko perpendikularra dela, kanporantz zuzenduta dagoela eta 0,4 T balio duela, zehaztu zer balio izango duen indusitutako indar elektroeragileak (i.e.e.), eta adierazi zer noranzko izango duen korronteak espiran kasu hauetan:



Atal gutxietan i.e.e. kalkulatuho Faradayren legea erabiltzen da:

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Non Φ fluxu magnetikoa den: $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \alpha$



a) Datuak: $\vec{B}_0 = 0.4 \hat{z} \text{ T}$ $\vec{B}(0.1) = 0.8 \hat{z} \text{ T}$ eta $\alpha = 0^\circ$ itanik.

Espira eremu barruan dago, beraz $S = 0.05 \cdot 0.05 = 0.05^2 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned} \text{Holan } \boxed{\mathcal{E}_{0 \rightarrow 0.1}} &= - \frac{\Delta \Phi_{0 \rightarrow 0.1}}{\Delta t_{0 \rightarrow 0.1}} = - \frac{\Phi(0.1) - \Phi(0)}{0.1 - 0} = - \frac{B(0.1) \cdot S \cdot \cos 0^\circ - B(0) \cdot S \cdot \cos 0^\circ}{0.1} \\ &= - \frac{0.8 \cdot 0.05^2 - 0.4 \cdot 0.05^2}{0.1} = \boxed{-0.01 \text{ V}} \end{aligned}$$

Espiratik pasatzen den fluxua handitzen da, eremua bikoizten delako, beraz Leitz-en legeari jarraituz, korronte indusitutaren norantza emendio hori orekatzeko itango da. Kasu honetan erlojuaren orratzen norantza itango da. Grafikan I_a

b) Datuak: $\vec{B}(0) = 0.4 \text{ T} \hat{z}$; $\vec{B}(3) = 0.4 \text{ T} \hat{z}$; $\alpha = 180^\circ$

$$\begin{aligned} \boxed{\mathcal{E}_{0 \rightarrow 3}} &= - \frac{\Delta \Phi_{0 \rightarrow 3}}{\Delta t_{0 \rightarrow 3}} = - \frac{\Phi(3) - \Phi(0)}{t_3 - t_0} = - \frac{B(3) \cdot S \cdot \cos 180^\circ - B(0) \cdot S \cdot \cos 0^\circ}{3 - 0} \\ &= - \frac{0.4 \cdot 0.05^2 \cdot (-1) - 0.4 \cdot 0.05^2 \cdot 1}{3} = \boxed{6.667 \cdot 10^{-4} \text{ V}} \end{aligned}$$

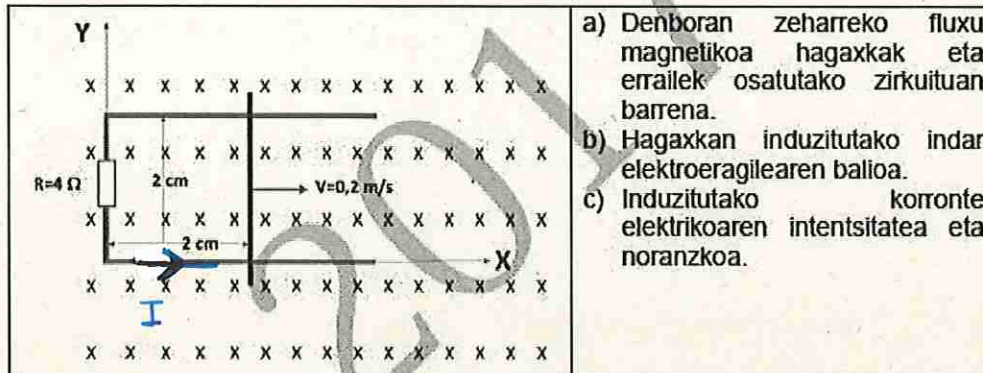
Leitz-en jarraituz I_b eremuaren gainera orekatuko da. Orratzen kontrara.

c) Aldatzen dugu S da: $S_0 = 0.05^2 \text{ m}^2$; $S(1) = 0.05 \cdot 0.03 = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

$$\boxed{\mathcal{E}_{0 \rightarrow 1}} = - \frac{\Phi(1) - \Phi(0)}{1 - 0} = - \frac{0.4 \cdot 1.5 \cdot 10^{-3} - 0.4 \cdot 0.05^2}{1} = \boxed{4 \cdot 10^{-4} \text{ V}}$$

Eremua galtzen da, beraz I_c sortzeko egongo da. Orratzen aurka.

P2.- Hagaxka eroale bat marruskadurarik gabe labaintzen ari da, 0,2 m/s-ko abiadurarekin, bata bestetik 2 cm-ra dauden bi errail eroalaren gainean (ikus irudia). Sistema 5 mT-ko eremu magnetiko uniforme baten barrualdean dago. Kalkulatu:



- Denboran zeharreko fluxu magnetikoa hagaxkak eta errailek osatutako zirkuituan barrena.
- Hagaxkan induzitutako indar elektroeragilearen balioa.
- Induzitutako korronte elektrikoaren intentsitatea eta noranzkoa.

- a) Kasu honetan aldaketa duna espiraren aralera da. Bere zabalera konstantea da ($0,02 \text{ m}$), baina bere luzera deupagarat aldaketa da, HZU higiduraren bitartez. Luzera deuparatu: $l(t) = 0,2 \cdot t$
 Holan aralera: $S(t) = 0,02 \cdot 0,2 \cdot t = 0,004t$

Fluxu magnetikoa: $\boxed{\Phi(t) = \vec{B} \cdot \vec{S} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,004t \cdot \cos 0^\circ = 2 \cdot 10^{-5}t \text{ (Wb)}}$

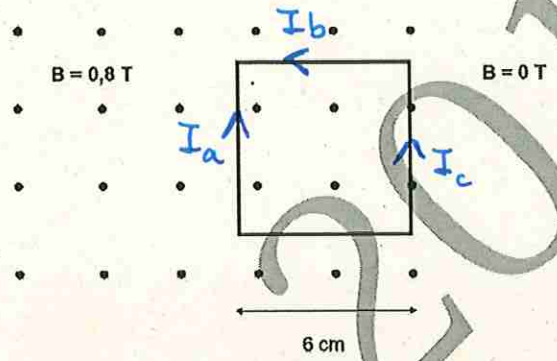
- b) Faraday-ren legea aplikatuz:

$$\boxed{\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - 2 \cdot 10^{-5} \text{ V}}$$

- c) Lenz-en legeari jarraituz, korronte indusituaren norantza grafika gainean ikusten dugu da (erlojiaren orratzen kontrako norantza).

Holan barvraute dagoen aldaketa positiboa anulatzen da.

2014-6-B-P2. Espira karratu batek 6 cm-ko aldea du, eta eremu magnetiko uniforme baten barrualdean dago (ikus irudia).



Jakinik eremu magnetikoaren balioa, B (paperarekiko perpendikularra eta kanporantz zuzenduta), 0,8 T dela, zehaztu ezazu zer balio izango duen induzitutako indar elektroeragileak, eta adierazi zer noranzko izango duen korronteak espiran kasu hauetan:

a) eremu magnetikoaren balioa bikoiztu egiten da 4 segunduan.

b) eremu magnetikoaren noranzkoa aldatu egiten da 2 segunduan.

c) espira eskuinalderantz higitzen da 2 cm/s-ko abiadurarekin 1 segunduan.

- a) Dagoen kokapenean egonda, aldatuta sakara moduluarena da. Beraz:
- $$\left\{ \begin{aligned} \phi_0 &= \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ = 0.8 \cdot 0.06^2 \cdot 1 = 0.00288 \text{ Wb} \\ \phi_1 &= \vec{B}_1 \cdot \vec{S} = 2BS \cos 0^\circ = 2 \cdot 0.8 \cdot 0.06^2 \cdot 1 = 0.00576 \text{ Wb} \end{aligned} \right.$$

Holan Faraday-ren legea aplikatuz:

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = - \frac{\phi_1 - \phi_0}{t_1 - t_0} = - \frac{0.00576 - 0.00288}{4 - 0} = - 7.2 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

Leuzeen legea jarraituz, \vec{B} handitzen denerat kanporantz, korronte induzitibak hori ekidituko dau. Bere norantza grafikatu dago (I_a) (erlojuaren orraken norantza)

- b) Hasi'ean \vec{B} eta \vec{S} -ren arteko angelua 0° da eta \vec{B} -ren norantza aldatzean 180° , beraz:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= - \frac{\phi_2 - \phi_0}{t_2 - t_0} = - \frac{B \cdot S \cdot \cos 180^\circ - B \cdot S \cdot \cos 0^\circ}{2 - 0} = - \frac{0.8 \cdot 0.06^2 \cdot (-1 - 1)}{2} \\ &= 0.00288 \text{ V} \end{aligned}$$

Barrurantzako \vec{B} -ren emendioa egon da, eta Leuze-en legea aplikatuz, kasu honetan I_b orraken kontrako da.

- c) Holan eremuetik aldatzen da eta aralera aldatzen dau.

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= - \frac{\phi_3 - \phi_0}{t_3 - t_0} = - \frac{B \cdot S_3 \cdot \cos 0^\circ - B \cdot S \cdot \cos 0^\circ}{1} = - \frac{0.8 \cdot (0.04 \cdot 0.06) - 0.8 \cdot 0.06^2}{1} \\ &= 0.00096 \text{ V} \end{aligned}$$

I_c B -ren galera orrekatuko orraken norantza berriz.

2013-7-B-P1. 0,10 m-ko erradioa (R) duen espira zirkular bat 0,2 T-ko eremu magnetiko uniforme batean dago, eremuarekiko perpendikularki kokaturik. Kalkula ezazu zer indar elektroeragile indusitutako den espiran, baldin eta 0,1 segundoan:

a) eremu magnetikoaren balioa bikoizten bada.

b) eremu magnetikoak kontrako noranzkoa hartzen badu.

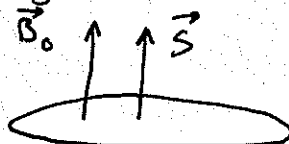
c) espirak 90° -ko bira egiten badu eremuaren ardatz perpendikular baten inguruan.

Indar elektroeragile indusitua kalkulatzeko Faraday-ren legea aplikatzeko dugu. $\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

Non Φ fluxu magnetikoa den: $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \alpha$

Holan atal sakotxan gertatuko dugu, jakinda hasierako momentuan, denpora 0s danean, dagoan egoera hau dela:

$$t = 0 \text{ s}$$



$$S = \pi R^2 = \pi \cdot 0,1^2 = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$B_0 = 0,2 \text{ T}$$

a) \vec{B} -ren orientazioa mantentzen da, baina $B_1 = 2B_0 = 0,4 \text{ T}$

$$\text{Holan: } \left[\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_1 - \Phi_0}{0,1 - 0} = - \frac{0,4 \cdot 0,0314 \cdot \cos 0^\circ - 0,2 \cdot 0,0314 \cdot \cos 0^\circ}{0,1} = -6,28 \cdot 10^{-2} \text{ V} \right]$$

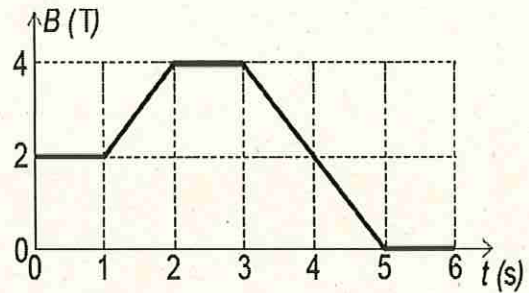
b) Kasu honetan \vec{S} eta \vec{B} -ren artean 180° dago.

$$\left[\mathcal{E}' = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi'_1 - \Phi_0}{0,1 - 0} = - \frac{0,2 \cdot 0,0314 \cdot \cos 180^\circ - 0,2 \cdot 0,0314 \cdot \cos 0^\circ}{0,1} = 1,26 \cdot 10^{-1} \text{ V} \right]$$

c) Azken kasuan $\alpha = 90^\circ$

$$\left[\mathcal{E}'' = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi''_1 - \Phi_0}{0,1 - 0} = - \frac{0,2 \cdot 0,0314 \cdot \cos 90^\circ - 0,2 \cdot 0,0314 \cdot \cos 0^\circ}{0,1} = 6,28 \cdot 10^{-2} \text{ V} \right]$$

2009-6-B1. Hari eroale batekin begizta laun errektangeluarra egiten da, $a=5$ cm eta $b=8$ cm-ko aldeak dituena. Begiztaren planoak \vec{B} intentsitatea duen eremu magnetiko baten perpendikularra da. Intentsitate hori aldatuz doa denborarekin, alboko grafikan adierazten den arabera. Kalkulatu begiztan sortutako indar elektroeragile indusitua irudiko denbora-tarte desberdinetan. Egizu grafika bat.



Buruketan zehar Faradayren legea aplikatuko dogu.

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\text{Non } \Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \alpha \quad \alpha = 0^\circ \quad B \cdot 0'004$$

$$\text{Gure kasuan } S = a \cdot b = 0'05 \cdot 0'08 = 0'004 \text{ m}^2$$

Tarteka joango gara:

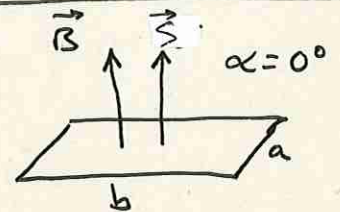
$$\boxed{\mathcal{E}_{0 \rightarrow 1} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{B(1) \cdot 0'004 - B(0) \cdot 0'004}{1-0} = - \frac{2 \cdot 0'004 - 2 \cdot 0'004}{1} = \boxed{0 \text{ V}}}$$

$$\boxed{\mathcal{E}_{1 \rightarrow 2} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi(2) - \Phi(1)}{2-1} = - \frac{4 \cdot 0'004 - 2 \cdot 0'004}{1} = \boxed{-0'008 \text{ V}}}$$

$$\boxed{\mathcal{E}_{2 \rightarrow 3} = - \frac{\Phi(3) - \Phi(2)}{3-2} = - \frac{4 \cdot 0'004 - 4 \cdot 0'004}{1} = \boxed{0 \text{ V}}}$$

$$\boxed{\mathcal{E}_{3 \rightarrow 5} = - \frac{\Phi(5) - \Phi(3)}{5-3} = - \frac{0 \cdot 0'004 - 4 \cdot 0'004}{2} = \boxed{0'008 \text{ V}}}$$

$$\boxed{\mathcal{E}_{5 \rightarrow 6} = - \frac{\Phi(6) - \Phi(5)}{6-5} = - \frac{0 \cdot 0'004 - 0 \cdot 0'004}{1} = \boxed{0 \text{ V}}}$$



2007-7-B1. $a = 20 \text{ cm}$ -ko aldea eta 30Ω -eko erresistentzia dituen espira karratu eroale bat, \vec{B} intentsitatea duen eremu magnetiko batean kokatzen da, eremuari perpendikularki. Eremuaren intentsitatea aldatuz doa denborarekin. Horrela, $t = 0 \text{ s}$ denean, $B = 0,5 \text{ T}$ da, eta uniformeki jaisten da zero egin arte $t = 0,001 \text{ s}$ denean. Kalkulatu espiran induzituriko indar elektroeragilearen balioa eta korrontearen intentsitatea. Egizu eskema bat, bertan eremu magnetikoa, espira eta korronte induzituaren noranzkoa irudikatuz.

Gratikan dagoan egoera lantzeko
Faradayren legea aplikatuko dugu:

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Non Φ fluxu magnetikoa da:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Kasu honetan \vec{B} eta \vec{S} paraleloak irauten $\alpha = 0^\circ$ da: $\Phi = B \cdot S$

Hazikerako momentuko fluxua:

$$\Phi(0) = B(0) \cdot S = 0,5 \cdot 0,2^2 = 0,02 \text{ Wb}$$

Denpora $t = 0,001 \text{ s}$ denean $B(0,001) = 0$ da.

$$\Phi(0,001) = B(0,001) \cdot S = 0 \cdot 0,2^2 = 0 \text{ Wb}$$

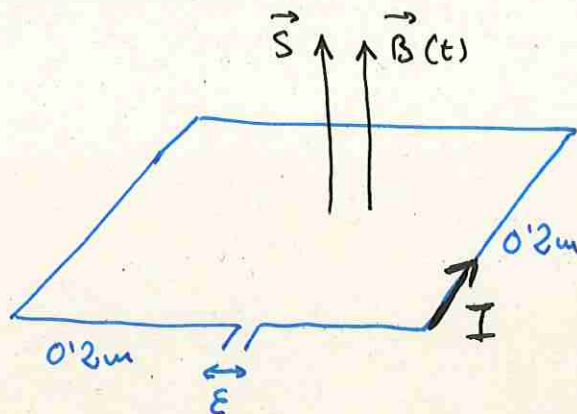
Holan Faraday aplikatuz:

$$\boxed{\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi(0,001) - \Phi(0)}{0,001 - 0} = - \frac{0 - 0,02}{0,001} = 20 \text{ V}}$$

Intentsitatearen norantza Lenz-en legearen erabakien dogu. Emendako denpora tatean espiran zehar dagoan \vec{B} -ren modulu txikitzen doa, beraz korrante induzitak gainera hori eliditeko norantza dauka; kasu honetan, gratikan ihusten dan moduan, erlojuaren orratzen kontrako norantza.

Bere balioa kalkulatzeko Ohm-en legea aplikatuko dugu:

$$\boxed{I = \frac{V}{R} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{20 \text{ V}}{30 \Omega} = 0,67 \text{ A}}$$



2005-7-B2. Hari eroalez osaturiko 10 cm-ko aldea duen espira karratu bat XOY plano horizontalean kokatzen da, OZ norabidea eta $\vec{B} = B\hat{k}$ intentsitatea dituen eremu magnetiko baten perpendikularki. Eremu magnetikoa $B = B_0 \sin \omega t$ legearen arabera aldatuko balitz denborarekin, $B_0 = 0,5 \text{ T}$ eta $\omega = 10 \pi \text{ s}^{-1}$ izanik, kalkulatu:

- a) espiran induzituriko indar elektroeragilearen balio (ϵ), denboraren funtzioan. Zein da ϵ -ren balioa eta korrontearen noranzkoa $t = 0$ denean?
 b) Eremu magnetikoa konstantea bada denboran zehar, honako honetan ere lortu daiteke korronte induzitu bat espira modu aproposan mugiaraziz. Deskribatu korronte induzitua sortzen duen espiraren halako mugimenduren bat, eta beste bat korronte induziturik sortzen ez duena.

a) Indar elektroeragilea Faradayren legearen bitartez lortzen da: $\epsilon(t) = - \frac{d\phi}{dt}$

Non ϕ fluxu magnetikoa den:

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Kasu honetan:

$$B = B_0 \sin \omega t = 0,5 \cdot \sin(10\pi t)$$

$$S = a \cdot b = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\alpha = \vec{B} \text{ eta } \vec{S}\text{-ren arteko angelua} = 0^\circ \rightarrow \cos 0^\circ = 1$$

$$\text{Beraz: } \phi(t) = 0,5 \cdot \sin(10\pi t) \cdot 0,01 \cdot \cos 0^\circ = 0,005 \sin(10\pi t)$$

$$\text{Ordutuz: } \boxed{\epsilon(t) = - \frac{d\phi}{dt} = -0,05\pi \cos(10\pi t)} \text{ V}$$

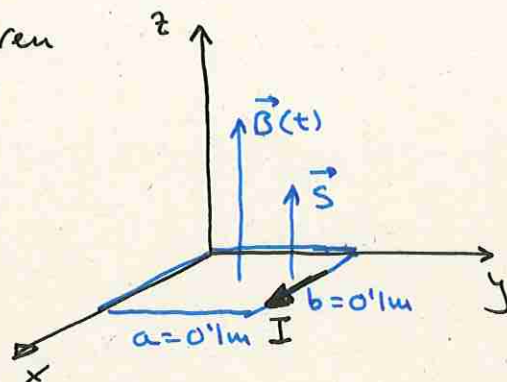
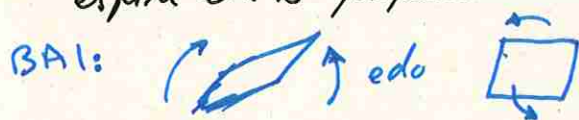
- Aipatutako momentuan ($t=0$): $\epsilon(0) = -0,05\pi \cdot \cos 0 = -0,05\pi \text{ V}$

Denbora 0s denean B -ren zeinaren aldaketa gertatzen dago.

Momentu horretan B negatibo izateko posizioa izatera pasatzen dago, eta horrek hartzen dagoala adierazten du. Leuz-en legeari jarraituz korrante induziturik emendiko hori erakiditen du eta beraz, grafikari ikusten duen moduan, erlojuaren orratzen norantza dauka.

b) Fluxuaren aldaketa izateko hiru faktore aldatu daitezke: eremuaren modulua, aralera eta, kasu honetan dautikagun atekoa sakarra, biei arteko α angelua.

Holan, espira bere planoko ardatz baten inguruan biratuz ϵ dago. Ordea, gora eta behera, edo aldeetara mugituz, ϵ er da esango espira eta \vec{B} perpendikularrak diren bitartean.



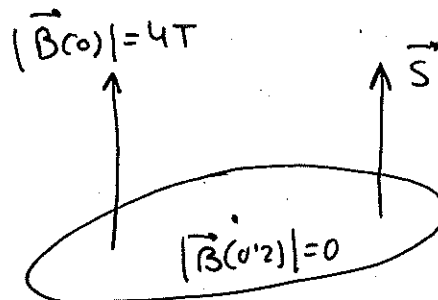
2004-6-B2. 10 cm^2 -ko sekzioa duen espira bat, 4 T -ko eremu magnetiko uniforme batean aurkitzen da, berau espiraren planoaren perpendikularra delarik.

a) Zenbat balio du espira hori zeharkatzen duen fluxu magnetikoak?

b) Eremu magnetikoa gutxitzen badoa desagertu arte $0,2 \text{ s}$ -ko denbora-tartean, zenbatekoa izango da batezbesteko indar elektroeragile indusitua?

a) Fluxua kalkulatzeko bera
formula aplikatzeko dogu:

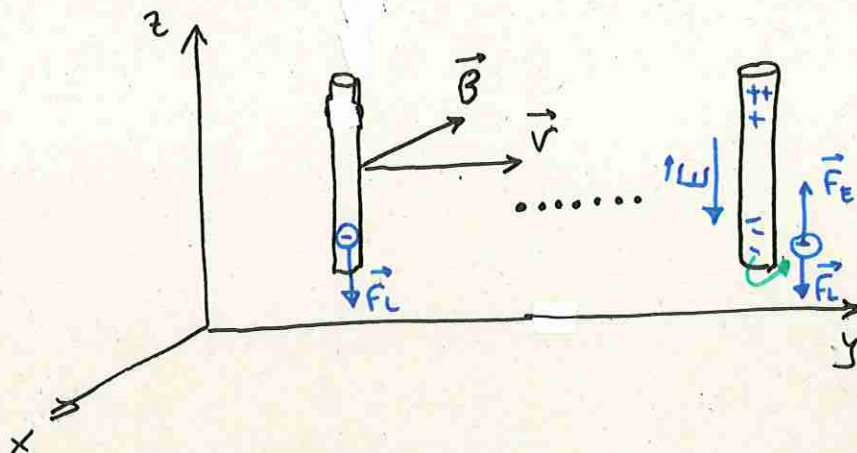
$$\begin{aligned} \Phi(0) &= \vec{B}(0) \cdot \vec{S} = B(0) \cdot S \cdot \cos 0^\circ = \\ &= 4 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = \boxed{4 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}} \end{aligned}$$



b) Indar elektroeragile indusitua kalkulatzeko Faradayren legea aplikatzeko dogu:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi(0.2) - \Phi(0)}{0.2 - 0} = - \frac{B(0.2) \cdot S \cdot \cos 0^\circ - 4 \cdot 10^{-3}}{0.2} = \\ &= - \frac{0 \cdot 10^{-2} \cdot 1 - 4 \cdot 10^{-3}}{0.2} = \boxed{0.02 \text{ V}} \end{aligned}$$

2001-6-B2. 25 cm luze den hagatxoa, $8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ -ko abiaduraz higitzen ari da $6 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ -ko eremu magnetikoaren perpendikularra den plano batean zehar. Abiadura hori hagatxoaren perpendikularra da. a) Zein izango da hagatxoaren elektroi baten gainean sorturiko indar magnetikoaren modulua, norabide eta norantza? Irudikatu fenomenoak. b) Zein izango da hagatxoaren muturren arteko potentzial diferentzia? Elektroiaren karga: $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$



- Kable barneko elektroien gainean Lorentz-en indarra agertzen da eta beheantza bultzatzen dira. Holan kablearen beheko partean pilaketa negatiboa dago eta goiko partean hutsune positiboa, beheantza eremu elektriko sortuz. Holan orekatzean \vec{E} eta ΔV kalkulatu ahal izango dugu.

- Momentuz \vec{v} baten gaineko indar magnetikoa kalkulatu dugu, Lorentzen indarra: $\vec{F}_L = q(\vec{v} \times \vec{B})$

$$\vec{F}_L = q \cdot \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & 8 & 0 \\ -6 \cdot 10^{-2} & 0 & 0 \end{vmatrix} = \underline{-7'68 \cdot 10^{-20} \hat{k} \text{ N}}$$

- Orekan, Newtonen lehen legea: $\vec{F}_L + \vec{F}_E = \vec{0} \rightarrow \vec{F}_L + q \cdot \vec{E} = \vec{0} \rightarrow$

$$\rightarrow \vec{E} = -\frac{\vec{F}_L}{q} = -\frac{-7'68 \cdot 10^{-20}}{-1'6 \cdot 10^{-19}} = \underline{-0'48 \hat{k} \frac{\text{V}}{\text{m}}}$$

- Hagatxoaren luzera $0'25 \text{ m}$ izanik eta kontuan hartuz: $E \cdot d = \Delta V \Rightarrow \underline{\Delta V = 0'48 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot 0'25 \text{ m} = 0'12 \text{ V}}$

Beraz muturren arteko potentzial diferentzia $0'12 \text{ V}$ -ekoa da, potentzial handiak goiko partean eta txikiak beheko partean dagozalarik.