

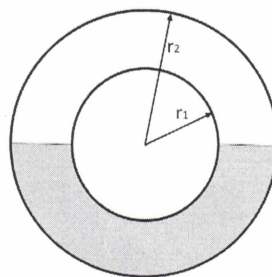
## Fizika2 3. vizsga

2021. június. 9.

### Feladatok A

1. Adott egy  $r_1$  valamint egy  $r_2$  sugarú koncentrikus elrendezésű fémgömb-felület. A két gömbfelület közti térben vákuum van. A belső gömbön  $+Q$ , a külső gömbön  $-Q$  töltést helyezünk el.

- Hogyan alakul az elektromos tér a két gömbfelület közötti térben? (0,5)
- Ábrázoljuk az elektromos térerősség helyfüggését a gömbök középpontjától mért  $r$  távolság függvényében az  $r=0..∞$  tartományon! (0,5)
- Mekkora a potenciálkülönbség mérhető a felületek között? (1)
- Mekkora a koncentrikus gömbkondenzátor kapacitása? (1)
- A kondenzátort félig kitöltjük  $\epsilon_r$  dielektromos állandójú dielektrikummal az ábra szerint. Mekkora lesz a módosított kondenzátor kapacitása? (1,5)
- Mekkora felületi töltéssűrűség alakul ki a belső gömb dielektrikummal, valamint vákuummal határos felületein, ha a kondenzátort  $Q$  töltéssel látjuk el? (1,5)



2. Adott két  $R$  sugarú áramjárta vezető gyűrű. A gyűrűk tengelye egy egyenesre esik, a gyűrűk síkja  $2R$  távolságra van egymástól. Az 1. gyűrűben  $I_1$  áram folyik.

- Határozzuk meg az első gyűrű által keltett mágneses indukció nagyságát a gyűrű tengelye mentén! (2)
- Mekkora és milyen irányú  $I_2$  áramnak kell folynia a 2. gyűrűben, ha azt szeretnénk, hogy a 2. gyűrű középpontjában a mágneses indukció értéke zérus legyen? (2)
- Mekkora a mágneses indukció értéke az 1. gyűrű középpontjában a b) feladatban leírt helyzetben? (2)

3. Egy végtelen magas falú, egydimenziós potenciáldoboz hossza  $L$ . A dobozba zárunk egy  $m$  tömegű részecskét.

- Mekkora értékeket vehet fel a részecske de-Broglie-hullámhossza? Mekkora lehet a részecske impulzusa, és mekkora az energiája? (3)
- A részecske hullámfüggvényét keressük  $\Psi(x) = A \sin(bx)$  alakban! Mekkora értéket vehet fel az  $A$  és a  $b$  paraméter? (3) Feltételezzük, hogy az egydimenziós potenciáldoboz a koordináta-rendszer  $x$  tengelyének  $0 < x < L$  tartományában található.

## Fizika2 2. vizsga

2021. június. 9.

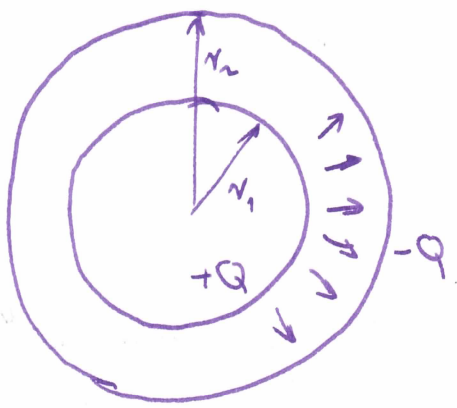
### Mondatok A

1. Két fém összeérintésekor a két test elektromos .....**potenciálja**..... kiegyenlítődik.
2. A külső elektromos tér irányában álló elektromos dipól tere a külső teret ...**csökkenti**.....
3. Elektromos térbe helyezett dielektrikumok felületén ...**indukált**..... töltések jelennek meg.
4. Egy síkkondenzátor minden lineáris méretét kétszeresére növeljük. A kondenzátor kapacitása .....**2**..... szeresére változik.
5. A levegő átütési szilárdsága  $2 \cdot 10^6$  N/C. Két, egymástól 1 cm távolságra elhelyezett elektródára maximum .....**20 kV**..... feszültséget kapcsolhatunk szikraképződés veszélye nélkül.
6. Az elektromos vezetés Drude-modelljében feltételezzük, hogy a vezetõben mozgó szabad töltéshordozókra a .....**sebességükkel**..... arányos disszipatív erõ hat.
7. Töltött síkkondenzátor lemezek közt vákuumban általános irányú kezdõsebességgel elindítunk egy töltött részecskét. A részecske .....**parabola**..... alakú pályán mozog.
8. Ha egy ideális hengeres szolenoid tekercs sugarát felére csökkentjük, a tekercs belsejében a mágneses indukció .....**nem**..... változik.
9. Egy tekercsre állandó feszültségû áramforrást csatolunk. A bekapcsolást követõ  $t=0,1$  s után a tekercsben folyó áram 1 mA. A  $t=0,2$  s idõpillanatban az áramerõsség ...**2 mA**.....
10. Az egyenlítõn állva leejtünk egy pozitív töltésû testet. A testre .....**keleti**..... irányú Lorentz erõ hat.
11. Negatív töltésû fémgömböt leföldelünk egy vezetékkel. A földelés pillanatát követõen az eltolási áram a gömb felületére merõlegesen .....**kifelé**..... mutat.
12. Ferromágneses vasmaggal ellátott tekercsben a mágneses indukció nem egyenesen arányos a tekercsben folyó árammal, mert nagy mágneses terek esetén a vasmag .....**telítõdik**.....
13. Külsõ mágneses tér hiányában a ...**diamágneses anyag**..... atomjainak nincs mágneses momentuma.
14. Elektromágneses hullámok Poynting vektorának idõátlaga .....**fele akkora**,..... mint a Poynting vektor maximális értéke.
15. Egy kivilágított rés távoli ernyõre vetülõ elhajlási képe annál szélesebb, minél .....**keskenyebb**..... a rés.
16. Bohr szerint egy adott pályán keringõ elektron elektromágneses hullámokat .....**nem sugároz**.....

1

A

a)



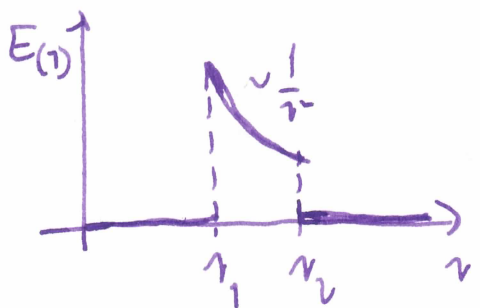
$$r_1 < r < r_2$$

Q töltésű belső gömb  
 $\rightarrow$  Q ponttöltés

$$E(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2}$$

$$U_0 = - \int_{r_2}^{r_1} E(r) dr = - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_2}^{r_1} \frac{1}{r^2} dr <$$

b)

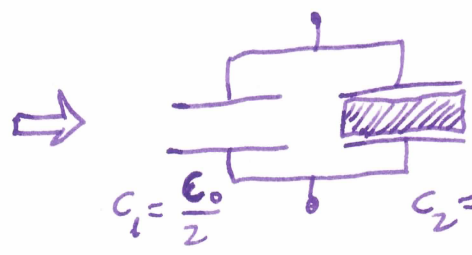
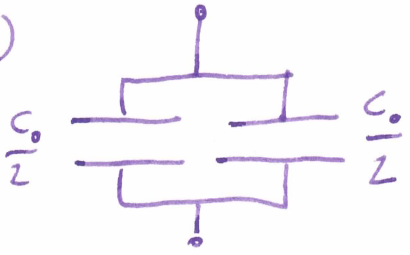


$$U_0 = - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[ -\frac{1}{r} \right]_{r_2}^{r_1} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

d)

$$C_0 = \frac{Q}{U_0} = \frac{Q}{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)} = \frac{4\pi\epsilon_0}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}$$

e)



$$C' = C_1 + C_2$$

$$C' = C_1 + C_2 = \frac{C_0}{2} + \frac{\epsilon_1 C_0}{2} = \frac{C_0}{2} (1 + \epsilon_1)$$

f)

$$U' = \frac{Q}{C'} \quad Q_1 = U' \cdot C_1 = \frac{Q}{\frac{C_0}{2} (1 + \epsilon_1)} \cdot \frac{C_0}{2} = Q \cdot \frac{1}{1 + \epsilon_1} \quad Q_2 = U' \cdot C_2 = Q \cdot \frac{\epsilon_1}{1 + \epsilon_1}$$

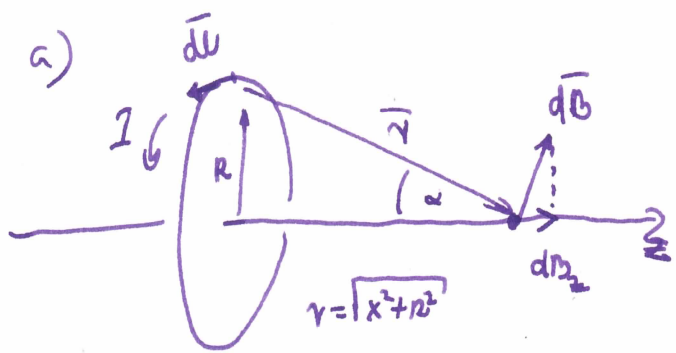
$$E_1 = \frac{Q_1}{2\pi r_1^2} = \frac{Q}{2\pi r_1^2} \cdot \frac{1}{(1 + \epsilon_1)}$$

$$E_2 = \frac{Q_2}{2\pi r_1^2} = \frac{\epsilon_1 Q}{2\pi r_1^2} \cdot \frac{1}{(1 + \epsilon_1)}$$

felgömb felületén

A

2



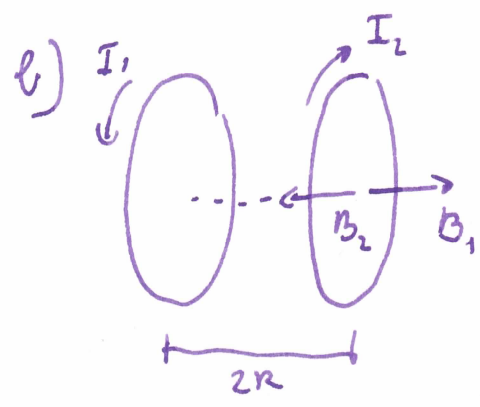
$$\vec{dB} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} \quad d\vec{l} \perp \vec{r}$$

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{dl}{r^2}$$

$$dB_z = dB \cdot \sin\alpha = \frac{\mu_0 I \cdot dl}{4\pi r^2} \cdot \frac{R}{r} = \frac{\mu_0 I R}{4\pi r^3} \cdot dl \quad \Leftarrow \sin\alpha = \frac{R}{r} = \frac{R}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$B_z = \int dB_z = \int_0^{2\pi R} \frac{\mu_0 I R}{4\pi r^3} dl = \frac{\mu_0 I R}{4\pi r^3} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\mu_0 I R}{4\pi r^3} \cdot 2\pi R = \frac{\mu_0 I R^2}{2 r^3}$$

$$B_z = \frac{\mu_0 I R^2}{2 (R^2 + z^2)^{3/2}}$$

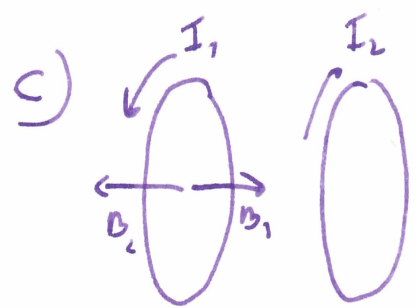


$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1 R^2}{2 (R^2 + 4R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I_1}{2R\sqrt{125}}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2 R^2}{2 (R^2 + 0^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I_2}{2R}$$

$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\mu_0 I_1}{2R\sqrt{125}} = \frac{\mu_0 I_2}{2R}$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{I_1}{\sqrt{125}}$$



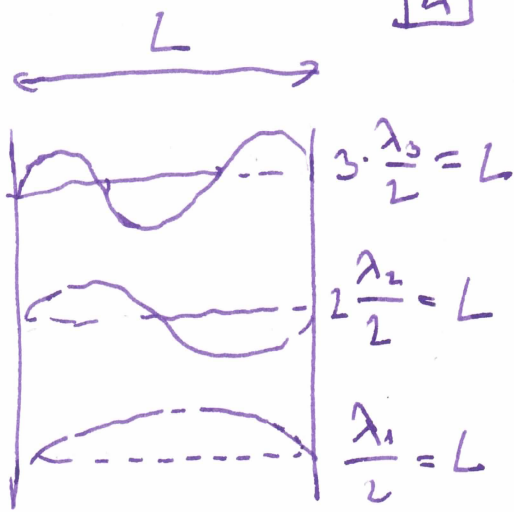
$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2R}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2R\sqrt{125}} = \frac{\mu_0 I_1}{2R \cdot 125}$$

$$B = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0 I_1}{2R} - \frac{\mu_0 I_1}{2R \cdot 125} = \frac{\mu_0 I_1}{2R} \left( \frac{124}{125} \right) = \frac{\mu_0 I_1}{R} \cdot \frac{62}{125}$$

[A]

③ a)



$$\frac{\lambda_N}{2} \cdot N = L \quad N = 1, 2, 3, \dots$$

$$f_N = \frac{v}{\lambda_N} = \frac{v}{2L} \cdot N \quad \lambda_N = \frac{2L}{N}$$

$$v = \frac{I_N}{m} = \frac{h v}{2L m} \cdot N \quad E_N = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \cdot \frac{h^2}{4L^2 m^2} \cdot N^2$$

$$E_N = \frac{h^2}{8L^2 m} \cdot N^2$$

b)  $\psi(x) = A \sin(bx)$   $\rightarrow b = \frac{2\pi}{\lambda_N} = \frac{2\pi}{2L} \cdot N = \frac{\pi}{L} \cdot N$

$\psi(x) = 0 \leftarrow x = 0$

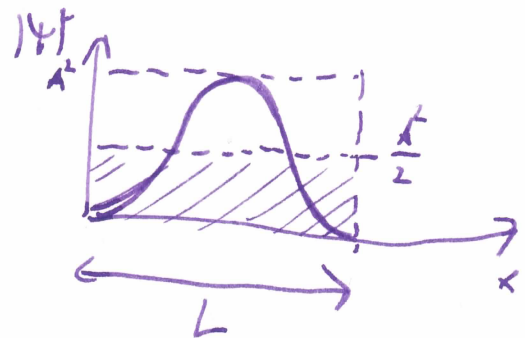
$\psi(x) = 0 \leftarrow x = L$

Normierung bedingt:

$$\int_0^L |\psi|^2 dx = 1$$

$$1 = \int_0^L A^2 \sin^2\left(\frac{\pi}{L} N x\right) dx$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{\frac{A^2}{2} \cdot L}$



$$1 = \frac{A^2}{2} \cdot L$$

$$\Downarrow \quad A = \sqrt{\frac{2}{L}}$$

## Fizika2 3. vizsga

2021. június. 9.

### Feladatok B

1. Adott egy  $r_1$  valamint egy  $r_2$  sugarú.  $L$  hosszúságú koaxiális elrendezésű fémhenger-felület. A két felület közti térben vákuum van. A belső hengeren  $+Q$ , a külső hengeren  $-Q$  töltést helyezünk el.

a) Hogyan alakul az elektromos tér a két felület közötti térben? (0,5)

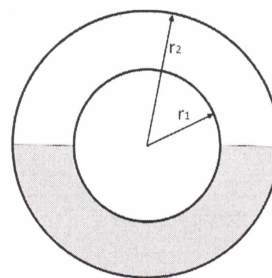
b) Ábrázoljuk az elektromos térerősség helyfüggését a hengerek tengelyétől mért  $r$  távolság függvényében az  $r=0..∞$  tartományon! (0,5)

c) Mekkora a potenciálkülönbség mérhető a felületek között? (1)

d) Mekkora a hengerkondenzátor kapacitása? (1)

e) A kondenzátort félig kitöltjük  $\epsilon_r$  dielektromos állandójú dielektrikummal az ábra szerint. Mekkora lesz a módosított kondenzátor kapacitása? (1,5)

f) Mekkora felületi töltéssűrűség alakul ki a belső henger dielektrikummal, valamint vákuummal határos felületein, ha a kondenzátort  $Q$  töltéssel látjuk el? (1,5)



2. Adott két  $R$  sugarú áramjárta vezető gyűrű. A gyűrűk tengelye egy egyenesre esik, a gyűrűk síkja  $R$  távolságra van egymástól. Az 1. gyűrűben  $I_1$  áram folyik.

a) Határozzuk meg az első gyűrű által keltett mágneses indukció nagyságát a gyűrű tengelye mentén! (2)

b) Mekkora és milyen irányú  $I_2$  áramnak kell folynia a 2. gyűrűben, ha azt szeretnénk, hogy az 1. gyűrű középpontjában a mágneses indukció értéke zérus legyen? (2)

c) Mekkora a mágneses indukció értéke az 2. gyűrű középpontjában a b) feladatban leírt helyzetben? (2)

3. Egy végtelen magas falú, egydimenziós potenciáldoboz hossza  $L$ . A dobozba zárunk egy  $m$  tömegű részecskét.

a) Mekkora értékeket vehet fel a részecske de-Broglie-hullámhossza? Mekkora lehet a részecske impulzusa, és mekkora az energiája? (3)

b) A részecske hullámfüggvényét keressük  $\Psi(x) = A \sin(bx)$  alakban! Mekkora értéket vehet fel az  $A$  és a  $b$  paraméter? (3) Feltételezzük, hogy az egydimenziós potenciáldoboz a koordináta-rendszer  $x$  tengelyének  $0 < x < L$  tartományában található.

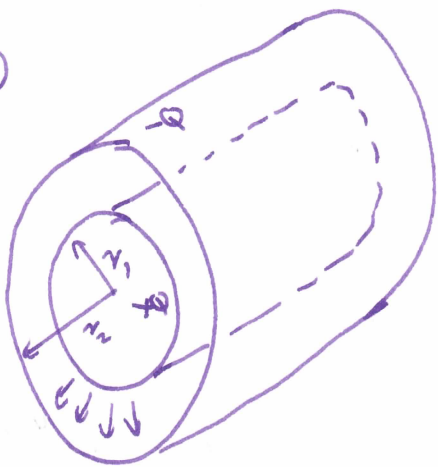
## Fizika2 2. vizsga

2021. június. 9.

### Mondatok B

1. Két fém összeérintésekor a nagyobb ...**potenciálú**..... testről töltések áramlanak az .....**alacsonyabb potenciálú testre**.....
2. A külső elektromos térrel ellentétes irányban álló dipólra ható forgatónyomaték .....**nulla**.....
3. Elektromos térbe helyezett dielektrikumok felületén .....**indukált**..... töltések jelennek meg.
4. Egy síkkondenzátor minden lineáris méretét felére csökkentjük. A kondenzátor kapacitása .....**1/2**..... szerezésre változik.
5. A levegő átütési szilárdsága  $2 \cdot 10^6$  N/C. Két, egymástól 2 cm távolságra elhelyezett elektródára maximum .....**40 kV**..... feszültséget kapcsolhatunk szikraképződés veszélye nélkül.
6. Az elektromos vezetés Drude-modelljében feltételezzük, hogy a vezetőben mozgó szabad töltéshordozókra a .....**sebességükkel**..... arányos disszipatív erő hat.
7. Töltött síkkondenzátor lemezek közt vákuumban kezdősebesség nélkül elindítunk egy töltött részecskét. A részecske ...**egyenes vonalú, egyenletesen gyorsuló**..... mozgást végez.
8. Ha egy ideális hengeres szolenoid tekercs sugarát felére csökkentjük, a tekercs önindukációs együtthatója .....**1/4**.....-szerezésre változik
9. Egy tekercsre állandó feszültségű áramforrást csatolunk. A bekapcsolást követő  $t=0,1$  s után a tekercsben folyó áram 1 mA. A  $t=0,3$  s időpillanatban az áramerősség .....**3 mA**.....
10. Az egyenlítőn állva leejtünk egy negatív töltésű testet. A testre .....**nyugati**..... irányú Lorentz erő hat.
11. Pozitív töltésű fémgömböt leföldelünk egy vezetékkel. A földelés pillanatát követően az eltolási áram a gömb felületére merőlegesen .....**befelé**..... mutat.
12. Ferromágneses vasmaggal ellátott tekercsben a mágneses indukció nem egyenesen arányos a tekercsben folyó árammal, mert nagy mágneses terek esetén a vasmag .....**telítődik**.....
13. A .....**paramágneses anyag**..... atomjainak külső mágneses tér hiányában is van mágneses momentuma.
14. Elektromágneses hullámok Poynting vektorának maximális értéke .....**kétszer akkora**..... mint a Poynting vektor időátlaga.
15. Egy kivilágított rés távoli ernyőre vetülő elhajlási képe annál keskenyebb, minél .....**szélesebb**..... a rés.
16. Bohr szerint egy adott pályán keringő elektron elektromágneses hullámokat ...**nem sugároz ki**...

1) a)



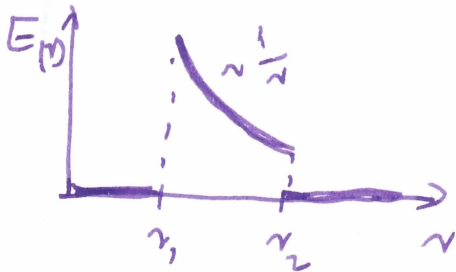
B

$r_1 < r < r_2$  Q töltésű belső henger:  
 $\Rightarrow$   $\lambda$  töltéssűrűségű csaltöltés

$$\lambda = \frac{Q}{L}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L} \cdot \frac{1}{r}$$

b)

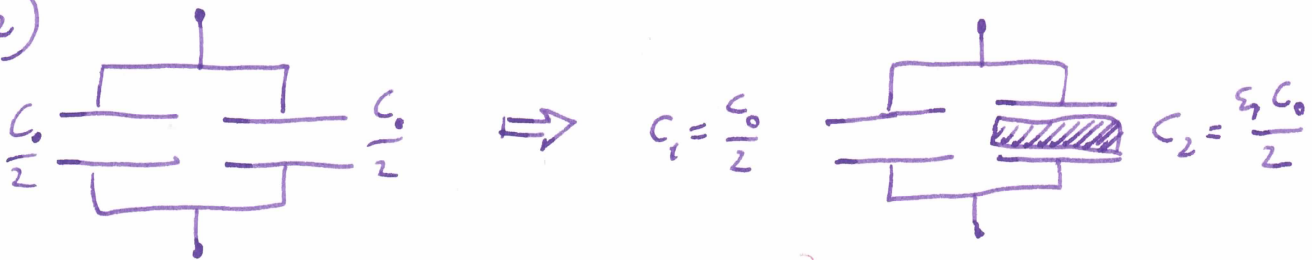


$$U_0 = -\int_{r_2}^{r_1} E dr = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L} \int_{r_2}^{r_1} \frac{1}{r} dr = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

c)

$$C_0 = \frac{Q}{U_0} = \frac{Q}{\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L} \ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

e)



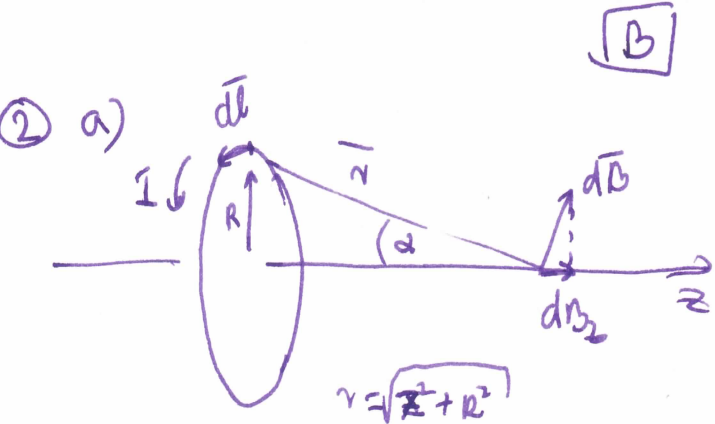
$$C' = C_1 + C_2 = \frac{C_0}{2} + \frac{\epsilon_r C_0}{2} = \frac{C_0}{2} (1 + \epsilon_r)$$

$$f) \quad U' = \frac{Q}{C'} \quad Q_1 = U' C_1 = \frac{Q}{\frac{C_0}{2}(1+\epsilon_r)} \cdot \frac{C_0}{2} = Q \frac{1}{1+\epsilon_r} \quad Q_2 = U' C_2 = Q \frac{\epsilon_r}{1+\epsilon_r}$$

$$E_1 = \frac{Q_1}{\pi r_1 L} = \frac{Q}{\pi r_1 L (1 + \epsilon_r)} \quad E_2 = \frac{Q_2}{\pi r_1 L} = \frac{\epsilon_r Q}{\pi r_1 L (1 + \epsilon_r)}$$

felhenger felületre



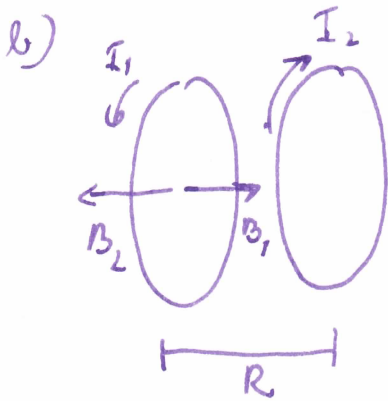


$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} \quad d\vec{l} \perp \vec{r}$$

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{dl}{r^2}$$

$$dB_z = dB \cdot \sin\alpha = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \cdot \frac{R}{r} = \frac{\mu_0 I R}{4\pi r^3} \cdot dl \quad \leftarrow \sin\alpha = \frac{R}{r} = \frac{R}{(R^2+z^2)^{3/2}}$$

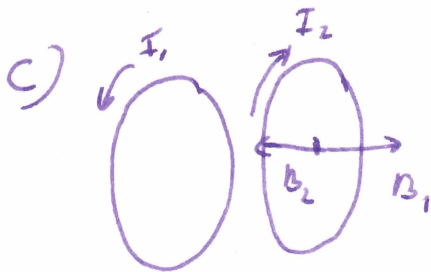
$$dB_z = \int d\vec{B}_z = \frac{\mu_0 I R}{4\pi r^3} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\mu_0 I R}{4\pi r^3} 2\pi R = \frac{\mu_0 I R^2}{2r^3} = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2+z^2)^{3/2}}$$



$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1 R^2}{2(R^2+0^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I_1}{2R}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2 R^2}{2(R^2+R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I_2}{2R \cdot \sqrt{2}}$$

$$B_1 = B_2 \quad \frac{\mu_0 I_1}{2R} = \frac{\mu_0 I_2}{2R\sqrt{2}} \Rightarrow I_2 = \sqrt{2} I_1$$



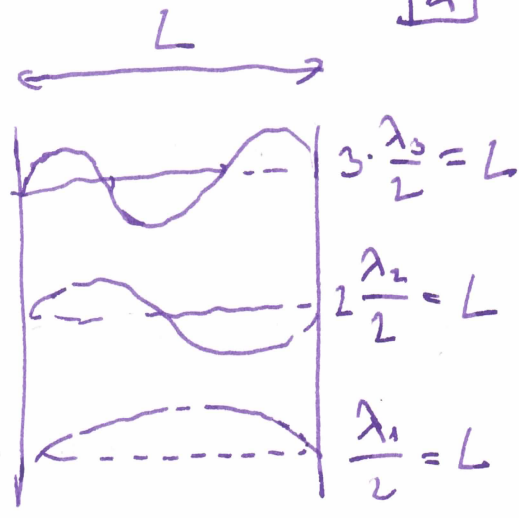
$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2R\sqrt{2}}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2R} = \frac{\mu_0 \sqrt{2} I_1}{2R}$$

$$B = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0 I_1}{2R\sqrt{2}} - \frac{\mu_0 \sqrt{2} I_1}{2R} = \frac{\mu_0 I_1}{2R} \left( \frac{1}{\sqrt{2}} - \sqrt{2} \right)$$

A

3) a)



$$\frac{\lambda_N}{2} \cdot N = L \quad N = 1, 2, 3, \dots$$

$$I_N = \frac{h\nu}{\lambda_N} = \frac{h\nu}{2L} \cdot N \quad \lambda_N = \frac{2L}{N}$$

$$v = \frac{I_N}{m} = \frac{h\nu}{2Lm} \cdot N \quad E_N = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \cdot \frac{h^2 \nu^2}{4L^2 m^2} \cdot N^2$$

$$E_N = \frac{h^2}{8L^2 m} \cdot N^2$$

b)  $\Psi(x) = A \sin(bx)$

$\Psi(x) = 0 \leftarrow x = 0$

$\Psi(x) = 0 \leftarrow x = L$

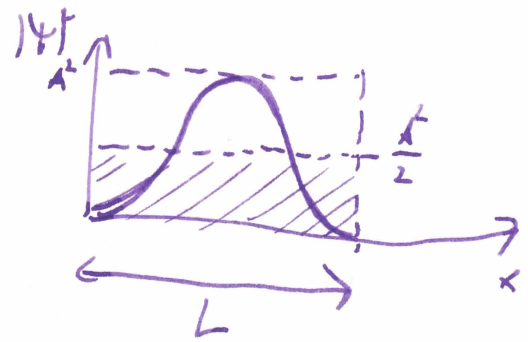
$$b = \frac{2\pi}{\lambda_N} = \frac{2\pi}{2L} \cdot N = \frac{\pi}{L} \cdot N$$

Normalisier bedingung:

$$\int_0^L |\Psi|^2 dx = 1$$

$$1 = \int_0^L A^2 \sin^2\left(\frac{\pi}{L} N x\right) dx$$

$\frac{A^2}{2} \cdot L$



$$1 = \frac{A^2}{2} \cdot L$$

$$\Downarrow \quad A = \sqrt{\frac{2}{L}}$$