

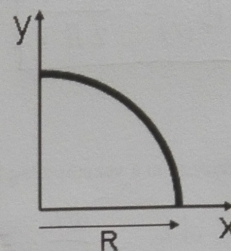
1.	2.	3.	4.	E1.	E2.	Mondat	Összes

NÉV: \_\_\_\_\_

Neptun kód: \_\_\_\_\_

Előadó: Márkus / Sarkadi-Barócsi

1. Adott egy  $\lambda$  lineáris töltéssűrűséggel rendelkező szigetelő fonál, melyet negyedkörív alakban meghajlítunk az ábra szerint. A kör középpontja az origóban található, a körív sugara  $R$ .



a) A megadott adatokkal fejezze ki egy infinitezimális  $d\varphi$  középponti szög alatt látszó ívelem töltését (0,5), valamint az általa keltett  $d\vec{E}$  elektromos térerősség járulék nagyságát az origóban! (0,5)

$$dl = R \cdot d\varphi \quad dq = \lambda \cdot dl = \lambda R \cdot d\varphi$$

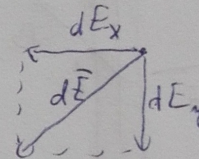
$$|d\vec{E}| = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} d\varphi$$

b) Fejezze ki a  $d\varphi$  szög alatt látszó ívelem által az origóban keltett térerősség vektor  $x$  és  $y$  komponensét (0,5), és írja fel a térerősség-járulékot koordinátás alakban! (0,5)

$$dE_x = -|d\vec{E}| \cdot \cos\varphi = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \cos\varphi d\varphi$$

$$dE_y = -|d\vec{E}| \cdot \sin\varphi = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \sin\varphi d\varphi$$

$$d\vec{E} = -\frac{\lambda d\varphi}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot [\cos\varphi; \sin\varphi]$$



c) Számítsa ki a teljes töltéselrendezés által keltett elektromos térerősséget az origóban, írja fel a vektort koordinátás alakban! (1)

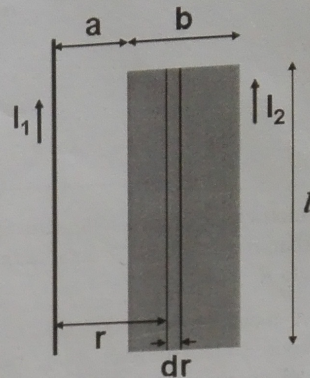
$$E_x = \int dE_x = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \int_0^{90^\circ} \cos\varphi d\varphi = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} [\sin\varphi]_0^{90^\circ} = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$E_y = \int dE_y = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \int_0^{90^\circ} \sin\varphi d\varphi = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} [-\cos\varphi]_0^{90^\circ} = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\vec{E} = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} [1; 1]$$



2. Adott egy hosszú egyenes vezető, melyben  $I_1$  áram folyik. Ezzel egy síkban, vele párhuzamosan elhelyezünk egy  $b$  szélességű,  $I_2$  árammal egyenletesen átjárt hosszú vezetőszalagot az ábra szerint.



a) Írja fel az  $I_1$  áram által keltett mágneses indukcióvektor nagyságát a vezetéktől mért  $r$  távolság függvényében! (0,5)

$$\boxed{B(r) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} &= \mu_0 I_1 \\ 2\pi r B &= \mu_0 I_1 \end{aligned} \right.$$

b) Fejezze ki a vezetőszalag infinitezimális,  $dr$  szélességű sávjában folyó  $dI$  áramerősséget! (0,5)

$$\frac{dI}{I_2} = \frac{dr}{b} \Rightarrow \boxed{dI = \frac{I_2}{b} dr}$$

c) Vizsgálja a vezető szalag kicsiny  $dr$  szélességű sávjának  $l$  hosszúságú szakaszát! Mekkora  $d\vec{F}$  Lorentz-erővel hat erre az  $I_1$  áram által keltett mágneses tér?  $d\vec{F}$  nagyságát és irányát  $r$  függvényében határozza meg! (1)

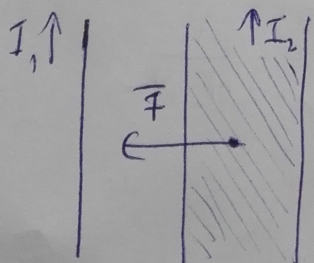
$$d\vec{F} = dI(\vec{e} \times \vec{B}) \quad \vec{e} \perp \vec{B} \Rightarrow |d\vec{F}| = dI l \cdot B$$

$$dF_{(r)} = \frac{I_2 l B}{b} \cdot dr = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi b} \cdot \frac{1}{r} dr$$

$d\vec{F}$  a vonalvezető felé mutat

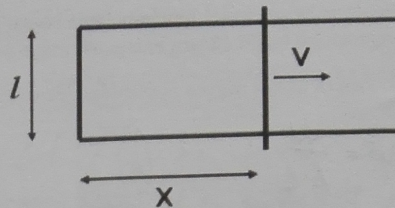
d) Határozza meg a  $b$  szélességű vezető szalag  $l$  hosszúságú szakaszára ható Lorentz-erő nagyságát és irányát! (1)

$$F = \int dF = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi b} \cdot \int_a^{a+b} \frac{1}{r} dr = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi b} \cdot \ln \frac{a+b}{a}$$





3. Az ábrának megfelelően  $\Pi$  alakban meghajlított vezetékét fektetünk le, melynek hosszú szárait  $l$  hosszúságú, könnyen csúszó vezetékdarabbal zárjuk le. A csúszó vezetékdarabot egyenletes  $v$  sebességgel mozgatjuk, a  $t=0$  időpillanatban pozíciója  $x_0$  volt.



a) Határozza meg a vezetékáramokban indukált feszültséget, ha az elrendezés az ábra síkjára merőleges, homogén  $B$  indukciójú térben van elhelyezve! (A keretben indukált áram által keltett mágneses tértől tekintünk el!) (0,5)

$$\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = B \cdot A = B \cdot l \cdot (x_0 + vt)$$

$$\frac{d\phi}{dt} = Blv \quad |U| = \frac{d\phi}{dt} = Blv$$

b) Fejezze ki a vezetékáramok elektromos ellenállását az idő függvényében, ha tudjuk, hogy a vezetékék hosszegységre eső ellenállása  $\alpha$  [ $\Omega/m$ ]. (1)

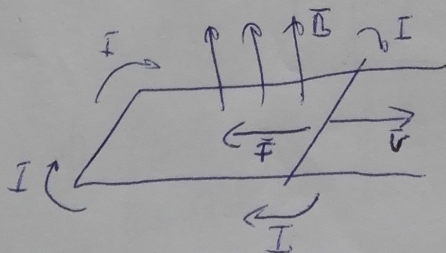
Hurok keresztmetszete:  $2(l + x_0 + vt)$

$$R_{(t)} = k \cdot \alpha = 2\alpha(l + x_0 + vt)$$

c) Fejezze ki a hurokban induló  $I(t)$  áramerősséget az idő függvényében! (0,5)

$$I_{(t)} = \frac{U}{R_{(t)}} = \frac{Blv}{2\alpha(l + x_0 + vt)}$$

d) Határozza meg a rúd mozgatásához szükséges  $F(t)$  erő nagyságát az idő függvényében! (1)



$$\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B}) \quad \vec{l} \perp \vec{B}$$

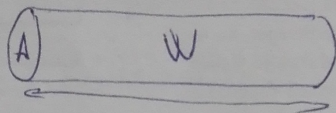
$$|\vec{F}| = I_{(t)} \cdot l \cdot B = \frac{B^2 l^2 v}{2\alpha(l + x_0 + vt)}$$



4. Egy lézer  $W$  energiájú fényimpulzust bocsát ki. A nyaláb átmérője  $d$ , a fény hullámhossza  $\lambda$ , az elektromágneses tér impulzuson belüli átlagos energiasűrűsége  $w$ .

a) Időben és térben milyen hosszúságú lézerimpulzus? (1)

$$w = \frac{W}{A \cdot l}$$



$$A = \frac{d^2}{4} \cdot \pi$$

$$w = \frac{4W}{d^2 \pi l} \Rightarrow l = \frac{4W}{d^2 \pi w}$$

$$t = \frac{l}{c} = \frac{4W}{d^2 \pi c w}$$

b) Mekkora a lézerimpulzus teljesítménye? (1)

$$P = \frac{W}{t} = \frac{d^2 \pi c w}{4}$$

c) Mekkora a lézerimpulzusban az elektromos tér amplitúdója? (1)

$$W_{\text{átl}} = \frac{1}{2} W_{\text{max}} = \frac{1}{2} (W_{E_0} + W_{B_0}) \quad W_{E_0} = W_{B_0}$$

$$W_{\text{átl}} = \frac{1}{2} \cdot 2 W_{E_0} = W_{E_0}$$

$$W_{\text{átl}} = W_{E_0} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2$$

$$\Rightarrow E_0 = \sqrt{\frac{2 W_{\text{átl}}}{\epsilon_0}}$$



Kifejtendő kérdések

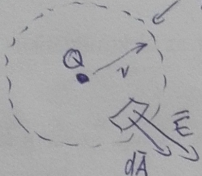
1. Írja fel a Gauss-törvényt matematikai alakban. (0,5) Fogalmazza meg a törvényt egész mondatban! (1) A Gauss-törvény alkalmazásával határozza meg egy ponttöltés elektromos tereét a töltéstől mért távolság függvényében! (1,5)

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$
 Az elektromos tér zárt felületre vett integrálja megegyezik a zárt felület által ~~határolt~~ leszárt töltések  $\frac{1}{\epsilon_0}$  - hordszával.

Felület: gömb  
 → Mivel  $\vec{E} \parallel d\vec{A}$   
 → gömboszimmetria miatt  $|\vec{E}|$  állandó a felületen  
 → gömb felülete

$$\frac{Q}{\epsilon_0} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \oint |\vec{E}| \cdot |d\vec{A}| = |\vec{E}| \oint dA = |\vec{E}| \cdot 4r^2 \pi$$

$$|\vec{E}| = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



2. Az Ampère-féle gerjesztési törvény alkalmazásával számítsa ki a mágneses indukció nagyságát egy  $N$  menetű,  $l$  árammal átjárt,  $A$  keresztmetszetű szolenoid belsejében! (1) Milyen közelítésekkel éltünk a számítás során? (1) Határozza meg a mágneses indukció fluxusát a tekercs belsejében! (0,5) Határozza meg a szolenoid önindukciós együtthatóját! (0,5)

$B=0$  ← zárt görbe

$\rightarrow$  Tekercsen kívül  $\vec{B}=0$   
 $\rightarrow$  Tekercsen belül  $\vec{B}$  homogén

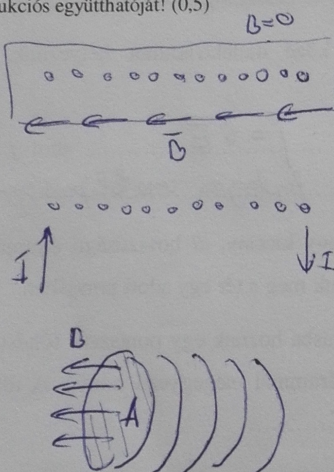
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot \sum I = \mu_0 N I$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = |\vec{B}| \cdot l = \mu_0 N I$$

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0 N I}{l}$$

$$\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = |\vec{B}| A = \frac{\mu_0 N I A}{l}$$

$$L = N \frac{\phi}{I} = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$$





Kiegészítendő mondatok

Egészítse ki az alábbi hiányos mondatokat úgy a megfelelő szavakkal, szókapcsolatokkal, matematikai kifejezésekkel (skalár-vektor megkülönböztetés), hogy azok a Fizika2 tantárgy színvonalának megfelelő, fizikailag helyes állításokat fogalmazzanak meg!

1. A ... *Coulomb-törvény* ..... két, egymástól adott távolságra elhelyezkedő pontszerű töltés közti elektromos kölcsönhatást írja le.
2. Egy elektromosan töltött fémfelületen annál nagyobb a térerősség, minél ... *bisektr* ..... a felület görbületi sugara.
3. Az elektrosztatikus térben azért definiálható potenciálfüggvény, mert az elektrosztatikus tér ..... *konervatív* .....
4. Ha egy 1,5 V-os ceruzaelem pozitív pólusától a negatívig 3 C töltés mozog, az elem által végzett munka ..... *4,5 J* .....
5. Egy  $\vec{E}$  elektromos térbe helyezett  $\vec{p}$  momentummal rendelkező elektromos dipólra ható forgatónyomaték-vektor kifejezhető az ...  $\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$  ..... összefüggés segítségével.
6. Vákuumban összeállított kondenzátor fegyverzetei közé dielektrikumot helyezünk. A kapacitás .....  *$\epsilon_0$*  .....
7. A differenciális Ohm-törvény matematikai alakja .....  $\vec{j} = \sigma \vec{E}$  ....., ahol  $\vec{j}$  az áramsűrűség,  $\vec{E}$  az elektromos térerősség,  $\sigma$  pedig a ... *anyag fajlagos vezetőképessége* .....
8. A ... *Biot-Savart-törvény* ..... segítségével egy kicsiny,  $dl$  hosszúságú áramjárta vezeték szakasz által keltett mágneses indukciót határozhatjuk meg a tér egy adott pontjában.
9. Hosszú, egyenes, áramjárta vezető környezetében mozgásba hozunk egy pontszerű töltést. A töltés sebessége kezdetben párhuzamos a vezetékkel, az árammal megegyező irányú. A töltés távolodni kezd a vezetéktől. A töltés előjele ... *negatív* .....
10. Egy tekercs önindukciós együtthatója ..... *csökken* ..... ha a tekercs belsejébe diamágneses anyagot helyezünk.
11. A ... *Poynting-vektor* ..... megadja az elektromágneses tér által szállított energia áramsűrűségét.
12. Az elektromágneses hullámtér adott térfogatában az elektromos és a mágneses tér energiája ..... *egyenlő* .....