

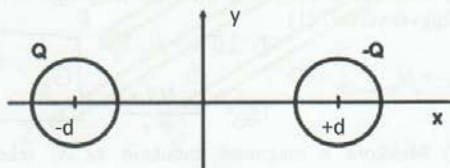
Villamosmérnök alapszak Fizika2	F1	F2	F3	F4	M	E1	E2	E3	E4	E5	Összesen	Bónusz
2. vizsga, 2017 máj. 31.												

NÉV: _____

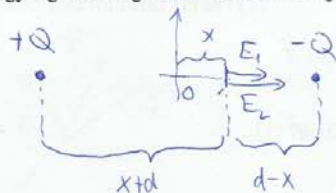
Neptun kód: _____

Előadó: Márkus / Sarkadi-Barócsi

1. Egy $+Q$ és egy $-Q$ töltésű gömböt helyezünk el egy koordináta-rendszer x tengelye mentén. Mindkét gömb sugara R , a $+Q$ töltésű gömb középpontja az $x=-d$, a $-Q$ töltésű gömb középpontja az $x=+d$ koordinátájú pontban található. (A töltésseloszlás egyenletes. $R < d$)



a) Határozza meg az elektromos térerősség $E(x)$ nagyságát a két gömb között az x tengely mentén az x helykoordináta függvényében! (2)



$$E_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{(x+d)^2}$$

$$E_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{(x-d)^2}$$

$$E(x) = E_1 + E_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{(x+d)^2} + \frac{1}{(x-d)^2} \right)$$

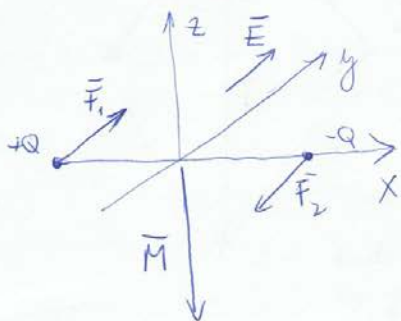
b) Az így elhelyezett rendszernek mennyi az elektromos dipólmomentum vektora? Írja fel vektoriális formában! (1)



$$|\vec{p}| = 2dQ$$

$$\vec{p} = [-2dQ, 0, 0]$$

c) Kapcsoljuk be az $\vec{E}=(0, E_0, 0)$ elektromos térerősséget! Számítsa ki, hogy mekkora forgatónyomaték hat a töltésselrendezésre! (2)



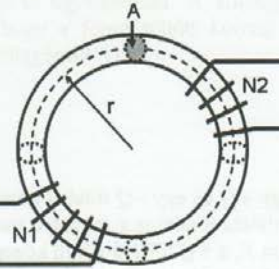
$$\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E} = \begin{bmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ -2dQ & 0 & 0 \\ 0 & E_0 & 0 \end{bmatrix} = -2dQ \hat{z}$$

2. Toroid tekercset készítünk μ_r relatív mágneses permeabilitású vasmagra. A tórusz alakú vasmag középkörének sugara r , a vasmag keresztmetszete A . A vasmagra felcsévélünk egy N_1 menetszámú tekercset, amiben $I(t) = I_0 \sin(\omega t)$ függvény szerint változó áramot folyatunk.

a) Mekkora a mágneses indukció nagysága a vasmagban az idő függvényében? (1)

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \mu_r \sum I \Rightarrow B \cdot 2\pi r = \mu_0 \mu_r N_1 I$$

$$B(t) = \frac{\mu_0 \mu_r N_1 I_0}{2\pi r} \sin(\omega t)$$



b) Mekkora a mágneses indukció az N_1 tekercs keresztmetszetére vonatkoztatott fluxusa az idő függvényében? (1)

$$\Phi(t) = \int \vec{B}_t \cdot d\vec{A} = B(t) \cdot A = \frac{\mu_0 \mu_r N_1 I_0 A}{2\pi r} \sin(\omega t)$$

c) Mekkora az N_1 tekercs sarkain mérhető feszültség az idő függvényében? (1)

$$U_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 \mu_r N_1^2 I_0 A \omega}{2\pi r} \cos(\omega t)$$

d) Mekkora az N_1 tekercs önindukciós együtthatója?

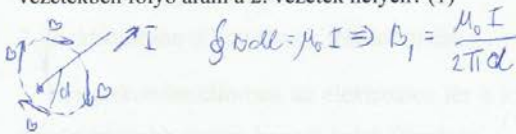
$$L = N_1 \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 \mu_r N_1^2 A}{2\pi r}$$

e) A vasmagra felcsévélünk egy N_2 menetszámú tekercset is. Írja fel ezen második tekercs kivezetései közt mérhető feszültséget az idő függvényében! (1)

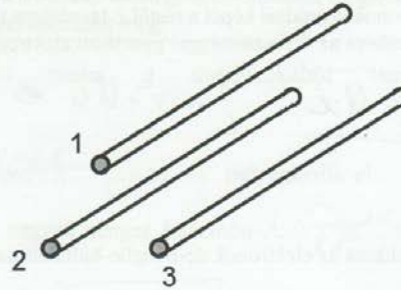
$$U_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 \mu_r N_1 N_2 I_0 A \omega}{2\pi r} \cos(\omega t)$$

3. Egy háromerős kábelben három egymással párhuzamos vezető helyezkedik el az ábra szerint. A vezeték egymástól mért távolsága egyaránt d , és mindegyikben azonos irányban folyó I erősségű áram folyik.

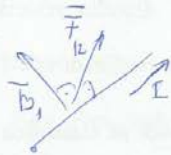
a) Mekkora nagyságú mágneses indukciót hoz létre az 1. vezetékben folyó áram a 2. vezeték helyén? (1)



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I \Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

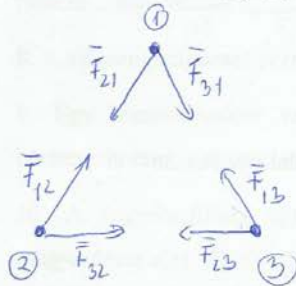


b) Mekkora F_{12} Lorentz-erő hat a 2. vezeték L hosszúságú darabjára az 1. vezeték mágneses terével történő kölcsönhatás során? (1)

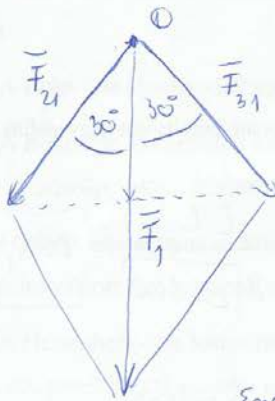


$$\vec{F}_{12} = I(\vec{l} \times \vec{B}_1) \Rightarrow |\vec{F}_{12}| = IL \cdot B_1 = \frac{\mu_0 I^2 L}{2\pi d}$$

c) Rajzolja le a háromerős kábel keresztmetszeti képét, és rajzolja be az egyes vezetékek egymásra hatásából származó $F_{12}, F_{21}, F_{13}, F_{31}, F_{23}$ és F_{32} erők vektorait! (1,5)



d) Mekkora, és milyen irányú eredő erő hat az egyes vezetékek L hosszúságú szakaszára? (1,5)

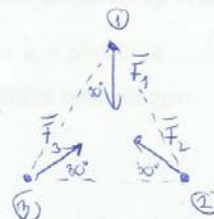


$$|\vec{F}_{21}| = |\vec{F}_{31}| = \frac{\mu_0 I^2 L}{2\pi d}$$

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_{21}| \cdot \cos 30^\circ + |\vec{F}_{31}| \cdot \cos 30^\circ = 2 \cdot \frac{\mu_0 I^2 L}{2\pi d} \cdot \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3} \mu_0 I^2 L}{2\pi d}$$

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = |\vec{F}_3|$$

Eredő erők a középső irányban mutatnak



4. Egy vékony fémfólián két, egymással párhuzamos igen keskeny rést nyitunk. A rések távolsága d . A kettős résen keresztül U feszültséggel gyorsított elektronokat lövünk át a rés felületére merőlegesen. Az elektronok szóródási képét a réstől L távolságra található ernyőn detektáljuk.


a) Mekkora az U feszültséggel gyorsított elektronok mozgási energiája és impulzusa? (1)

$$E_m = U \cdot e \quad \frac{1}{2} m v^2 = Ue \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2Ue}{m}} \quad p = mv = \sqrt{2Uem}$$

b) Mekkora az elektronok de-Broglie-hullámhossza? (1)


$$\lambda_D = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2Uem}}$$

c) Az elektronnyaláb eredeti irányához képest milyen szóródási szögek alatt szóródnak az elektronok nagy valószínűséggel? (1)



$$\sin \theta_m = \frac{\lambda_D m}{d} \Rightarrow \sin \theta_m = \frac{h}{\sqrt{2Uem} d} \cdot m \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

d) Mekkora távolság mérhető a szomszédos becsapódási valószínűség-maximumhelyek között? (1)



$$x \approx L \cdot \theta = \frac{Lh}{d\sqrt{2Uem}}$$

e) Hányszorosára változik a maximumhelyek távolsága az ernyőn, ha a gyorsítófeszültséget negyedeljük? (1)

$$x_1 \approx \frac{Lh}{d\sqrt{2Uem}} \quad x_2 \approx \frac{Lh}{d\sqrt{2\frac{U}{4}em}} = 2 \frac{Lh}{d\sqrt{2Uem}} = 2x_1$$

kétszeresére nő a távolság.

Kifejtendő kérdések

Tömör, lényegre törő, vázaltszerű, fizikailag és matematikailag pontos válaszokat várunk.
Ha szükséges, rajzoljon magyarázó ábrákat!

1. A Gauss-törvény alkalmazásával mutassa meg, mekkora, és milyen irányú elektromos teret hoz létre egy igen nagy kiterjedésű, σ felületi töltéssűrűséggel rendelkező lemez. (A Gauss-tv. alkalmazását ábrával szemléltesse!) (1,5) A fenti eredményből kiindulva mutassa meg, mekkora, és milyen irányú tér alakul ki egy töltött síkkondenzátorban! (1) Hogyan változik a fegyverzetek közti elektromos tér, ha a lemezek közé dielektrikumot helyezünk? (0,5)

$$\frac{Q}{\epsilon_0} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = 2 \int \vec{E} \cdot d\vec{A} + \int \vec{E} \cdot d\vec{A} = 2 \int |\vec{E}| |d\vec{A}| + 0 = 2 |\vec{E}| \int |d\vec{A}| = 2 |\vec{E}| A$$

$$Q = A \cdot \sigma \Rightarrow \frac{A \sigma}{\epsilon_0} = 2 E A \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2 \epsilon_0}$$

$$Q = A \cdot \sigma \Rightarrow \frac{A \sigma}{\epsilon} = 2 E A \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2 \epsilon}$$

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| = \frac{\sigma}{2 \epsilon_0} \Rightarrow E = E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Kondenzátorban helyezett dielektrikum az elektromos teret csökkenti.

2. Definiálja rajz és matematikai összefüggés segítségével egy elemi köráram mágneses dipólmomentumát! (1) Írja fel a \vec{B} mágneses indukciójú térbe helyezett $\vec{\mu}$ mágneses momentummal rendelkező dipólról ható forgatónyomaték-vektort megadó összefüggést! (0,5) A fentiekből kiindulva vezesse le a dipól potenciális energiájára vonatkozó összefüggést! (1,5)

$$\vec{\mu} = I \cdot d\vec{A}$$

$$\vec{M} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

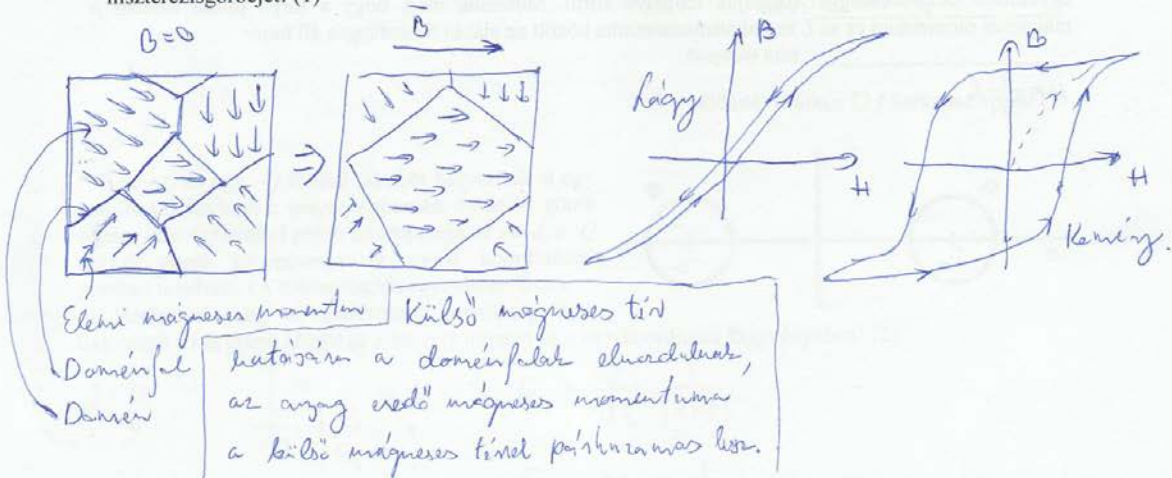
$$|\vec{M}(\varphi)| = |\vec{\mu}| |\vec{B}| \cdot \sin \varphi$$

$$E_{pot}(\alpha) = \int_0^\alpha M(\varphi) d\varphi = \int_0^\alpha |\vec{\mu}| |\vec{B}| \cdot \sin \varphi d\varphi = -|\vec{\mu}| |\vec{B}| \cos \varphi \Big|_0^\alpha = -|\vec{\mu}| |\vec{B}| (1 - \cos \alpha)$$

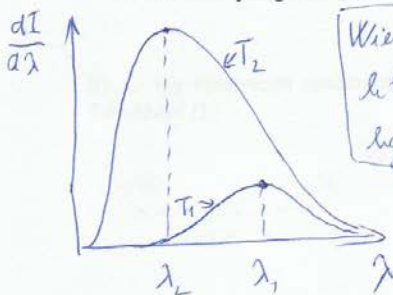
$$E_{pot} \text{ konstans erejéig határvérték.} \Rightarrow E_{pot}(\alpha) = -|\vec{\mu}| |\vec{B}| \cos \alpha$$

$$E_{pot}(\alpha) = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$$

3. Ábra segítségével szemléltesse az atomi mágneses momentumok elrendeződését ferromágneses anyagban! Az ábra fő részeit nevezze meg! (1) Készítsen ábrát az atomi mágneses momentumok elrendeződéséről, ha az anyagot külső mágneses térbe helyezzük! (0,5) Fogalmazza meg egy mondatban, milyen lényeges változás következik be a külső mágneses tér bekapcsolásának hatására, hogyan változik az eredő mágneses momentum? (0,5) Rajzolja fel vázlatosan egy lágy, valamint egy kemény mágneses anyag hiszterézisgörbéjét! (1)



4. Vázolja szematikusan egy T_1 és egy T_2 hőmérsékletű ideális fekete sugárzó intenzitásának hullámhossz szerinti eloszlását! Legyen $T_1 < T_2$! (1) Írja fel a Wien-féle eltolódási törvényt, és nevezze meg a benne szereplő fizikai mennyiségeket! (1) Írja fel a Stefan-Boltzmann törvényt és nevezze meg a benne szereplő fizikai mennyiségeket! (1)

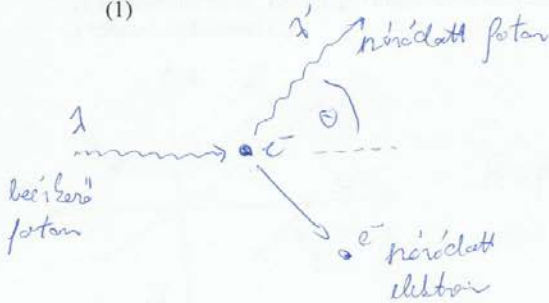


Wien-törvény: $T_1 \lambda_1 = T_2 \lambda_2$. A fekete test T_1 hőmérsékleten λ_1 ; T_2 hőmérsékleten λ_2 hullámhosszú sugárzást a legnagyobb intenzitással.

Stefan-Boltzmann-törvény:
 $P = \sigma T^4$

P: A fekete test egységnyi felületén kinyomott teljesítmény.
 T: A test hőmérséklete.
 σ : Stefan-Boltzmann-állandó.

5. Rajzolja le szematikusan a Compton-szórás jelenségét, nevezze meg az ábra részeit! (1) Írja fel a szóródó foton hullámhosszát a szóródási szög függvényében, nevezze meg a képletben szereplő fizikai mennyiségeket! (1) Milyen megmaradási törvények alapján vezethető le a fenti összefüggés? (1)



$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

λ : beérkező foton hullámhossza
 λ' : szóródott foton hullámhossza
 h : Planck állandó; c : fénysebesség
 m_0 : elektron tömege
 θ : foton szórási szöge

Energia, e^- impulzusmegmaradás alapján.

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 formai hasonlóságot mutat a mechanikából ismert *Newton-féle gravitációs* törvénnyel.
2. Elektromosan töltött fémek többlettöltése a *felületen* helyezkedik el.
3. Hengerkondenzátorban az elektromos tér a kisebb sugarú henger felszínén *nagyobb*, mint a nagyobb sugarú henger belső felszínén.
4. Két pozitív ponttöltés távolságát megduplázzuk. Az elrendezés energiája *1/2*-szeresére változik.
5. Ha próbatöltést mozgatunk *diszperziós* felületeken, nem történik munkavégzés.
6. Egy fémgömb sugarát megkétszerezzük. Kapacitása *hét*-szeresére változik.
7. A Biot-Savart törvény matematikai alakja a fizikai mennyiségek konvencionális jelölése esetén:
$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl \times r}{|r|^3}$$
8. A vákuum mágneses permeabilitásának mértékegysége: $\frac{Vs}{Am}$
9. Egy transzformátor vesztesége annál kisebb, minél *kisebb* a vasmag hiszterézis-hurkának területe.
10. A nagyfeszültség egyik előállítási módja a zárt áramkör megszakítása. A jelenség magyarázata a(z) *Faraday-féle indukció* törvényen alapul.
11. Töltődő kondenzátor belsejében az *eltöltés áram* hoz létre örvényes mágneses teret.
12. A Bohr-féle atommodell segítségével jól magyarázható az atomok *vonals* színképe.
13. A Bohr-féle atommodell hibája, hogy figyelmen kívül hagyja a gyorsuló elektronok *elektromágneses sugárzást*.
14. Földhöz képest nyugvó Michelson-interferométer interferenciaképe *nem változik*, ha az interferométer helyzetét megváltoztatjuk a Föld keringési sebesség-vektorához képest.
15. A Heisenberg-féle határozatlansági reláció értelmében egy részecske *helye* és *impulzusa* nem ismerhető egyszerre tetszőleges pontossággal.