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. Két, elektromosan töltött vezető testet összeérintve a felületeik ……ekvipotenciális…… rendszert alkotnak.
2. Vezető felület közelében a térerősségnek csak a felület normálisával ……párhuzamos…… irányú komponense van.
3. Levegőben álló R sugarú szigetelő gömb felületének valamely pontjában az elektromos térerősség nagysága E. Ekkor a gömb töltésének értéke: ……$4R^2\pi\varepsilon_0 E$……. $\oint \underline{E}\,d\underline{A} = E(4R^2\pi) = \frac{Q}{\varepsilon_0}$
4. Szabadon álló feltöltött síkkondenzátor lapjai közé dielektrikumot helyezünk. Ekkor a kondenzátor töltése ……nem változik…… .
5. A mágneses indukció ……zárt…… görbe menti integrálja a görbe által határolt ……felületen…… átfolyó áramok előjeles összegének ……μ_0……-szorosa. Ez az ……Ampere-féle…… törvény.
6. Egy tetszőleges vezetőhurok önindukciós tényezője a rajta folyó áramtól ……nem…… függ.
7. A homogén B mágneses térre merőleges A felületű, R ellenállású vezető keretet 45°-kal kiforgatjuk a kezdeti síkjából. A kereten átáramló töltésmennyiség: ……$\frac{BA}{R}\left(1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \approx 0{,}3\frac{BA}{R}$…… .

$R\frac{dq}{dt} = \frac{-1}{dt}(BA_{45} - BA_0)$

$BA\frac{\sqrt{2}}{2} - BA$

8. ……Mágneses tér…… jelenlétében egyes anyagokban eredő mágneses dipólusmomentum alakul ki, amely megszűnik az erőtér megszűnése után. Ezen anyagokat ……paramágneses…… anyagoknak nevezzük.
9. Két hullám koherens, ha ……frekvenciájuk…… megegyezik és ……fáziskülönbségük…… időben állandó.
10. Az elektromos erőtér ……energiasűrűségét…… az $\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$ kifejezés adja meg, amelynek mértékegysége: ……J/m^3…… .
11. Az x szélességű réssel végzett egyréses kísérletnél az $L >> x$ távolságban lévő ernyőn a θ szög irányában megjelenő diffrakciós minimumok helyeit a ……$m\lambda \simeq x\theta$…… feltétel közelíti. Az első maximum távolsága a főmaximumtól tehát: $y =$ ……$L\,\mathrm{tg}\theta \simeq L\lambda/x$…… . $\sin\theta \simeq \theta$, $\mathrm{tg}\theta \simeq \theta$, $m=1$
12. Ha egy test hőmérsékletét harmadára csökkentjük, akkor a sugárzás által kibocsátott energia a ……$1/81$…… szeresére növekszik. $(1/3)^4$
13. A foton vákuumbeli hullámhossza λ. Ekkor az energiája: ……hc/λ…… .
14. A relativitáselméletben a testtel együtt mozgó inerciarendszerben mért idő a ……sajátidő……, amelyet a rendszerhez rögzített ……egyetlen…… órával mérünk.
15. A ……Planck……-féle kvantumhipotézisnek a termodinamikai következménye az, hogy az oszcillátorokra jutó energia nem egyenletesen oszlik meg.

Fizika 2 vizsgakurzus — **vizsgadolgozat, 2018. jan. 10.**

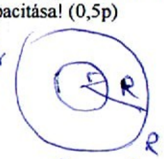
Kifejtendő kérdések

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

---

1. Írja fel az elektromos potenciál definíciós integrálját, a pontszerű töltés erőterének kifejezését és a kapacitás definícióját! (1,5p) Ezek segítségével vezesse le az r és $R > r$ sugarú vékony, koncentrikus vezető gömbhéjakból álló gömbkondenzátor kapacitását! (1p) Mutassa meg, hogy a kapott kifejezésből hogyan kapható meg a magában álló gömb kapacitása! (0,5p)

1p
$$+U_{rR} = \overset{V_R - V_r}{+\Delta V} = -\int_r^R \underline{E}\,d\underline{r} = -\frac{W_{\text{mező}}}{q}$$



$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$$

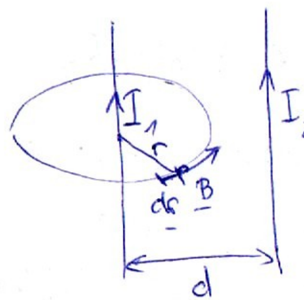
$$C = \frac{Q}{U}$$

$$U_R(r) = U = +\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\int_r^R \frac{1}{r^2}\,dr = \frac{+Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{1}{r}\right]_r^R =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{R-r}{rR}$$

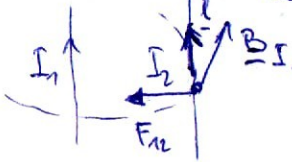
$$C = \frac{Q}{U} = 4\pi\varepsilon_0\frac{rR}{R-r} \rightarrow \lim_{R\to\infty} C = 4\pi\varepsilon_0 r$$ 1p

2. Adott két párhuzamos, egyenes, **azonos** áramirányú vezető. A megfelelő törvény alkalmazásával határozza meg az egyik vezető által keltett mágneses teret! (1p) Adja meg a v sebességgel mozgó q ponttöltésre ható erő kifejezését és ebből vezesse le a két vezető között ható erőt megadó kifejezést (1p)! Adjon magyarázó ábrát az összes vektormennyiség és irányaik feltüntetésével! (1p)



$$\oint \underline{B}\,d\underline{r} = \mu_0 \Sigma I$$
$$B\,2r\pi = \mu_0 I_1$$
$$B = \mu_0\frac{I_1}{2r\pi} \underset{r=d}{=} \mu_0\frac{I_1}{2d\pi}$$ 1

$$F = q\underline{v} \times \underline{B} = enAl\frac{I}{enA} \times \underline{B} = I\underline{l} \times \underline{B}$$
$$q = en(Al) \rightarrow I = \frac{dq}{dt} = enA\frac{dl}{dt} = enAv \rightarrow v = \frac{I}{enA}$$ 1p



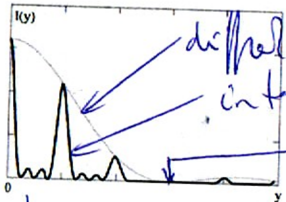
$$\underline{F}_{12} = I_2\underline{l} \times \underline{B}_{I_1}$$

áramirányt jelölő vektor

Lorentz-erő

I_1 keltette $\underline{B}$

3. **Interferenciacsíkokat hozunk létre több azonos szélességű réssel úgy, hogy a megfigyelési síkban az ábrán látható csíkrendszert kapjuk. Azonosítsa az ábrán az interferencia, illetve a diffrakció jelenségéhez kapcsolható intenzitás-eloszlást! (1p). Rajzolja le a belépő résrendszert és adja meg az interferáló nyalábok számát, valamint az „*a*" résméret és „*d*" réstávolság arányát! (1p) Írja fel a diffrakciós minimum és az interferencia maximum helyét megadó kifejezéseket! (1p).**

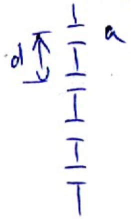


diffrakcióból származó burkoló
interferencia-csúcsok } 1p

3. max. minimum-helyen

$\hookrightarrow \frac{d}{a} = 3$ } 1p

N-2 kis max → N=4

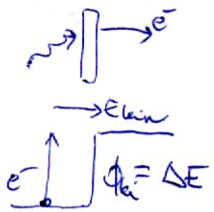


interf. max: $m\lambda = d \sin\theta$

diffr. min: $m\lambda = a \sin\theta$ } 1p

4. **Fogalmazza meg és ábrán szemléltesse a fényelektromos jelenséget! (1p) Adjon meg a jelenség Einstein-féle értelmezésének fő pontjaiból legalább kettőt! (1p) Írja fel Einstein fényelektromos egyenletét és az egyes mennyiségek jelentését! (1p)**

1p { Megvilágítás hatására fémből e^- kilépés, ha $E_{fény} > \Phi_{ki}$



a) $E_{fény} = h\nu$, $E_{kin,e} \sim \nu > \nu_0$

b) $N_e \sim I_{fény} \sim n h\nu$

c) kilépésnél nincs késleltetés (részecske - részecske ütközés) } 1p

$h\nu = \frac{1}{2} m_e v_e^2 + \Phi_{ki}$

$E_{fény} = E_{kin,e} + \Delta E$ } 1p

Fizika 2 vizsgakurzus **vizsgadolgozat, 2018. jan. 10.**

5. Fogalmazza meg a Heisenberg-féle határozatlansági relációt! (1p) Indokolja, hogy mi tette szükségessé a határozatlansági elv megfogalmazását! (1p). Adja meg matematikai formában legalább két változópárra a határozatlansági relációt! (1p)

1p Egy részecske helyének és impulzusának egyidejű mérésekor határozatlanságok szorzata $\geq \hbar$.

1p Hullám-részecske kettősség következménye (hullám: adott $\underline{k}$, térben ∞; részecske: térben lokalizált, $\underline{k}$ tetszőleges)

1p $\Delta x \, \Delta p_x \geq \hbar$

$\Delta E \, \Delta t \geq \hbar$

$\Delta \phi \, \Delta L_\phi \geq \hbar$

Fizika 2 vizsgakurzus vizsgadolgozat, 2018. jan. 10.	F1	F2	F3	F4	M	E1	E2	E3	E4	E5	Összesen

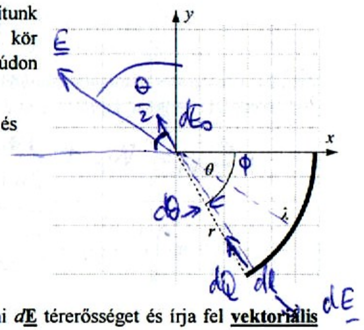
Az egyes feladatokon belüli alkérdések egymásra épülnek!

NÉV: ____________________

Neptun kód: ____________________

$h = 6{,}62\cdot10^{-34}$ Js $\quad e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C $\quad m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg $\quad c = 3\cdot10^{8}$ m/s

1. Egy vékony szigetelő rudat az ábrán vázolt módon meghajlítunk úgy, hogy az egy r sugarú kör íve legyen, mely a kör középpontjából θ szög alatt látszik. Legyen e hajlított rúdon egyenletes pozitív λ töltéssűrűség.



a.) Írja fel az ív mentén a dQ elemi töltést az elemi ívhosszal és az elemi szögelfordulással! (1p)

$$dQ = \lambda\, dl = \lambda r\, d\theta = \lambda r\, d\phi$$

b.) Rajzolja az ábrába az elemi ívszakaszból származó elemi $d\mathbf{E}$ térerősséget és írja fel **vektoriális** alakban az ábra koordinátarendszere szerint! (1,5p)

$$d\underline{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dQ}{r^2}\,\hat{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{r}\,d\phi\,\underbrace{(\cos\phi, -\sin\phi, 0)}_{\text{origóban}}$$

$(\phi < 0)$

c.) Írja fel az eredő térerősséget integrál formában az integrálási határok megadásával, majd számolja ki és adja meg a térerősség-vektor E_x, E_y, E_z koordinátáit. Rajzolja be az eredő térerősség-vektort az ábrába! (2p) *(van origóban)*

$$E_x = \int_0^\theta \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{r}\cos\phi\, d\phi = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 r}\left[-\sin\phi\right]_0^\theta = -\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 r}\sin\theta\,\hat{x}$$

$$E_y = \int_0^\theta \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{r}(\sin\phi)\, d\phi = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 r}\left[\cos\phi\right]_0^\theta = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 r}(1-\cos\theta)\hat{y}$$

$$E_z = 0$$

d.) Számolja ki az eredő térerősség nagyságát! (0,5p)

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 r}\underbrace{\sqrt{\sin^2\theta + (1-\cos\theta)^2}} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}\sin\frac{\theta}{2}$$

$$\sin^2\theta + 1 + \cos^2\theta - 2\cos\theta = 2 - 2\cos\theta = 4\sin^2\frac{\theta}{2}$$

2. Egy R sugarú hengeres vezetőn I_0 erősségű áram halad át. Az áramsűrűség a henger sugara mentén lineárisan változik, azaz $J(r) = J_0 r$.

a.) Adjuk meg a henger keresztmetszetén az $r < R$ sugárhoz tartozó felületelemen átfolyó dI_0 áramot J_0 és R függvényeként! (0,5p)

$$dA = 2r\pi\, dr$$

$$dI_0 = J(r)\,dA = J_0 r\cdot 2r\pi\, dr = 2\pi J_0 r^2\, dr$$

b.) Fejezzük ki a teljes keresztmetszeten átfolyó I_0 áramot! (1p)

$$I_0 = \int_0^R dI_0 = 2\pi J_0\int_0^R r^2\, dr = \frac{2\pi J_0}{3}R^3$$

c.) Mekkora a vezető $r<R$ sugarához tartozó görbe által bezárt áramok által gerjesztett $B(r)$ mágneses indukció? (1p)

$$\oint \underline{B}\,d\underline{l} = \mu_0 I(r)$$

$$B(r)\cdot 2r\pi = \mu_0 \frac{2\pi J_0}{3} r^3$$

$$B(r) = \mu_0 \frac{J_0}{3} r^2$$

d.) Adjuk meg a vezető belsejében tárolt mágneses energia sűrűségét, valamint a mágneses energia nagyságát a vezető h hosszúságú, $r < R$ sugarú, dr vastagságú hengerpalástjában! (1,5p)

$$u_B = \frac{1}{2\mu_0}B^2(r) = \frac{1}{2\mu_0}\mu_0^2\frac{J_0^2}{9}r^4 = \frac{\mu_0 J_0^2}{18}r^4$$

$$dE_B = u_B(dA\cdot h) = u_B\, dV = \frac{\mu_0 J_0^2}{18}r^4\cdot h\cdot 2r\pi\, dr$$

kérdőjel

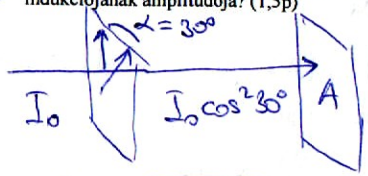
e.) Határozzuk meg a vezető h hosszúságú szakaszában tárolt mágneses energia nagyságát! (1p)

$$E_B = \int_0^R u_B\cdot h\cdot dA = \int_0^R \frac{\mu_0 J_0^2}{18} 2\pi h\, r^5\, dr =$$

$$= \frac{\mu_0 J_0^2}{54}\pi h R^6$$

3. Szabadtérben P teljesítményű, λ hullámhosszú **polarizált** lézernyaláb esik egy polarizátoron keresztül a terjedésre merőleges A felületű tükörfelületre. A polarizátor és a lézer polarizációs iránya közötti szög $\alpha = 30°$. A megadott paraméterekkel:

a.) Mekkora a tükörre eső lézernyaláb intenzitása, valamint elektromos térerősségének és mágneses indukciójának amplitúdója? (1,5p)



$$I = I_0 \cos^2 30° = \frac{P}{A}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \frac{3P}{4A}$$

$$I = \frac{1}{2\mu_0} E_{max} B_{max} = \frac{1}{2\mu_0} E_{max} \frac{E_{max}}{c}$$

$$E_{max} = \sqrt{\frac{3}{4}\frac{P}{A} \cdot 2\mu_0 c}$$

$$B_{max} = \frac{E_{max}}{c} = \sqrt{\frac{3}{4}\frac{P}{A}\frac{2\mu_0}{c}}$$

b.) Adja meg a lézernyaláb frekvenciáját és hullámszám-vektorát, valamint fejezze ki a Poynting-vektorát a t időpillanatban a polarizátor és tükör közötti z helyen! (1,5p)

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad \lambda = c/\nu \rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$S(t,z) = S_{max} \sin^2(kz - 2\pi\nu t) = \frac{3P}{2A}\sin^2(kz - 2\pi\nu t)$$

$$S_{max} = \frac{E_{max}^2}{\mu_0 c} = \frac{3P}{2A}$$

c.) Mekkora erő hat a tükörre, ha a nyaláb tökéletes visszaverődést szenved? (1p)

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2}{c}\frac{dE}{dt} = \frac{2}{c} P_{tükör} = \frac{2}{c}\frac{3}{4}P = \frac{3P}{2c}$$

$p = \frac{E}{c}$ ← energia

$$\Delta p = \frac{2E}{c}$$

d.) Hány foton esik a tükörre másodpercenként? (1p)

$$\frac{dn}{dt} = \frac{1}{h\nu}\frac{dE}{dt} = \frac{\lambda}{hc} P_{tükör} = \frac{\lambda}{hc}\frac{3}{4}P$$

4. A hidrogénatomban az elektron alapállapoti energiája E_0.

a.) Mekkora annak a fotonnak az energiája, amely az n+1 és n héj közötti elektronátmenet során keletkezik? (1p)

$$E_{\Delta n} = E_0\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+1)^2}\right) = E_0 \frac{2n+1}{n^2(n+1)^2}$$

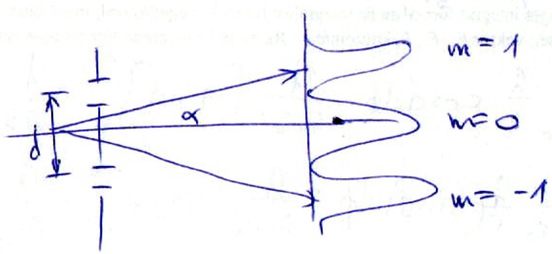
b.) Ez a foton egy fémlapra csapódik be, amely kilépési munkája W_0. Mekkora a kilépő elektron mozgási energiája, impulzusa és de Broglie hullámhossza? (2p)

$$E_{\Delta n} = W_0 + \frac{p^2}{2m} \rightarrow \frac{p^2}{2m} = E_{\Delta n} - W_0 = E_{mozgási}$$

$$p = \sqrt{2m(E_{\Delta n} - W_0)}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2m(E_{\Delta n} - W_0)}}$$

c.) Az így keletkezett elektronokat útjába egy $d = 2\lambda$ réstávolságú rácsot helyezünk, ahol λ az elektron de Broglie hullámhossza. Az elhajlási képen milyen α irányszögek esetén találjuk a három leggyakoribb becsapódási helyet? (2p)



$$m\lambda = d\sin\alpha \rightarrow \sin\alpha = m\frac{\lambda}{d} = m\frac{\lambda}{2\lambda} = m\frac{1}{2} = \begin{cases} \frac{1}{2} \\ 0 \\ -\frac{1}{2} \end{cases}$$

$$\alpha = \begin{cases} 30° \\ 0 \\ -30° \end{cases}$$