Fizika2 2. vizsga

2021. június. 2.

Feladatok A

1. Egy koordináta-rendszer x tengelyén fekszik egy INHOMOGÉN töltéseloszlású szigetelő rúd. A rúd végei a $-L/2$ és a $+L/2$ koordinátájú pontokban találhatóak. A rúd lineáris töltéssűrűségét az alábbi függvény adja meg a hely függvényében: $\lambda(x) = \alpha x^3$ Ahol α egy konstans.

a) Mennyi a rúd $0<x<L/2$ tartományba eső szakaszának töltése? (2)

b) Mekkora a rúd dipólmomentuma? (2)

c) Mekkora az elektromos térerősség az $x=L$ koordinátájú pontban? (2)

2. Adott egy μ_r relatív permeabilitású toroid vasmag, melynek középköre R sugarú, a vasmag keresztmetszete A. A vasmagra N menetet csévélnek. A tekercsben I_0 amplitúdójú, f frekvenciájú szinuszos váltakozóáramot folyatnak.

a) Határozza meg a tekercs belsejében kialakuló mágneses indukció nagyságát az idő függvényében! (1) (Feltételezzük, hogy a mágneses indukció a tekercs belsejében mindenütt ugyanakkora)

b) Határozza meg a mágneses fluxust az idő függvényében a vasmag keresztmetszetére vonatkoztatva. (1)

c) Határozza meg a tekercs vasmagjában tárolt energia nagyságát az idő függvényében! (1)

d) Határozza meg a tekercs kapcsain mérhető feszültséget az idő függvényében! (1)

e) Írja fel a tekercset tápláló áramforrás teljesítményét az idő függvényében! (1)

f) Határozza meg a tekercset tápláló áramforrás által egy periódus alatt végzett munkát! (1)

3. Egy lézer fényforrásból olyan forgásszimmetrikus nyaláb lép ki, melynek intenzitás-eloszlása INHOMOGÉN. A nyalábban az elektromos tér amplitúdójának eloszlását az alábbi függvény adja meg a nyaláb tengelyétől mért r távolság függvényében: $E(r) = E_0 e^{-r^2/R_0^2}$ Ahol E_0 a nyaláb tengelyén mérhető térerősség amplitúdó, R_0 pedig egy konstans paraméter.

a) Adjuk meg a Poynting-vektor amplitúdóját a nyaláb tengelyétől mért r távolság függvényében. (1)

b) Adjuk meg a Poynting-vektor időátlagát a nyaláb tengelyétől mért r távolság függvényében. (1)

c) A nyaláb tengelyétől milyen távolságra csökken le az intenzitás a tengelyen mérhető érték felére? (2)

d) Határozzuk meg a lézer teljesítményét! (2)

Fizika2 2. vizsga

2021. június. 2.

Mondatkiegészítés A

1. Az ....**elektrosztatikus**.......... erővonalak nem záródnak önmagukba.

2. Az elektromos térerősség a pontszerű dipóloktól távolodva a távolság ......**-3**....... hatványával arányosan csökken.

3. Az elektromos potenciál egy ponttöltéstől távolodva a távolság ....**-1**....... hatványával arányosan csökken.

4. Síkkondenzátort feszültségforráshoz csatlakoztatunk, majd a fegyverzetek közé dielektrikum lemezt csúsztatunk. A kondenzátor energiája ....**nő**.......

5. 12V-ra feltöltött akkumulátort lövünk ki a világűrbe. A Föld össztöltése ......**nem változik**.....

6. Két párhuzamos, hosszú egyenes áramjárta vezetőt közelítünk egymáshoz. A távolság felére csökken. A vezetők által egymásra kifejtett erő ....**2**........-szeresére változik.

7. Egy rugalmas vezetéket megnyújtanak úgy, hogy hossza háromszorosára nő, de térfogata nem változik. Ellenállása ....**9**.................-szeresére változik.

8. Egy villanykörte pillanatnyi teljesítménye a bekapcsolás pillanatában épp kétszer akkora, mint állandósult üzemi állapotban. Az izzószál ellenállása ....**2**.........-szeresére változik a bemelegedés során.

9. Egy szolenoid tekercsben egyenletesen növeljük az áramot. A tekercs belsejében örvényes ....**elektromos tér**........... alakul ki.

10. Áramjárta vezető keretre mágneses térben akkor nem hat forgatónyomaték, ha ....**a keret síkja merőleges a mágneses erővonalakra** ....

11. Kisülő síkkondenzátor lemezei között eltolási áram folyik a ......**negatív**..... töltésű lemez felől a ....**pozitív**......... töltésű lemez felé.

12. A ......**Curie**......hőmérséklet felett a ....**ferromágneses** .... -mágneses anyagok ......**paramágnesessé**.......-mágnesessé válnak

13. A mágneses adattárolást a ferromágneses anyagok ... **remanens**..... mágnesezettsége teszi lehetővé.

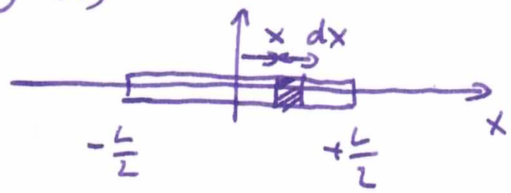
14. Haladó elektromágneses hullámok esetén a mágneses és az elektromos rezgések közti fáziskülönbség ....**nulla**...........

15. Ha egy fémfelületet fénnyel megvilágítunk, csak akkor tapasztalunk fotoeffektust, ha a fény hullámhossza egy kritikus értéknél ....**kisebb**........

16. A ......**Schrödinger-féle hullámfüggvény amplitúdójának abszolútérték-négyzete**........... a részecske előfordulási valószínűségének sűrűségfüggvényét adja meg.

A

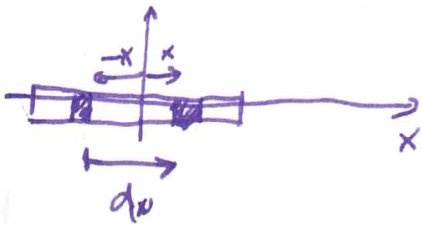
1 a)



$$dq = \lambda(x)\,dx = \alpha x^3\,dx$$

$$Q = \int_0^{L/2} dq = \alpha \int_0^{L/2} x^3\,dx = \alpha\left[\frac{x^4}{4}\right]_0^{\frac{L}{2}} = \boxed{\frac{\alpha L^4}{64}}$$

b)

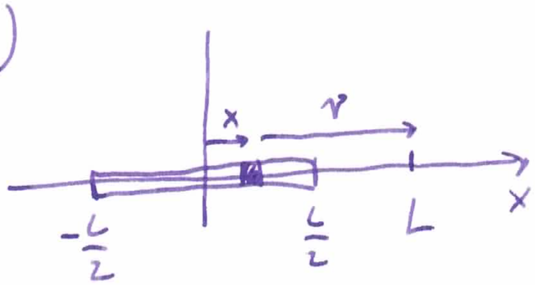


$$dq = \alpha x^3\,dx \qquad d(x) = 2x$$

$$dp = dq\cdot d(x) = 2\alpha x^4$$

$$p = \int_0^{L/2} dp = 2\alpha \int_0^{L/2} x^4\,dx = 2\alpha\left[\frac{x^5}{5}\right]_0^{\frac{L}{2}} = \boxed{\frac{2\alpha L^5}{80}}$$

c)



$$dq = \alpha x^3\,dx \qquad r = L - x$$

$$dq = \alpha (L-r)^3\,dr$$

$$dE = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{r^2} = \frac{\alpha}{4\pi\varepsilon_0}\,\frac{(L-r)^3}{r^2}\,dr \qquad E = \int_{\frac{L}{2}}^{\frac{3L}{2}} dE = \frac{\alpha}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\frac{L}{2}}^{\frac{3L}{2}} \frac{(L-r)^3}{r^2}\,dr$$

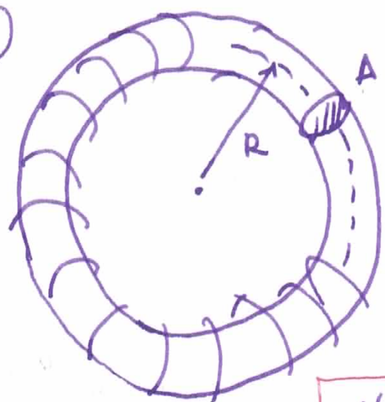
$$\int_{L/2}^{3L/2} \frac{(L-r)^3}{r^2}\,dr = \int_{L/2}^{3L/2}\left(\frac{L^3}{r^2} - \frac{3L^2}{r} + 3L - r\right)dr = \left[-\frac{L^3}{r} - 3L^2\ln r + 3Lr - \frac{r^2}{2}\right]_{\frac{L}{2}}^{\frac{3L}{2}} =$$

$$= 2L^2 - \frac{2L^2}{3} - 3L^2\ln 3 + 3L^2 + \frac{L^2}{8} - \frac{9L^2}{8} = L^2\left(\frac{10}{3} - 3\ln 3\right)$$

$$\boxed{E = \frac{\alpha L^2}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{10}{3} - 3\ln 3\right)}$$

$\boxed{A}$

① a)



$$I_{(t)} = I_0 \cdot \sin(2\pi f t)$$

$$B_{(t)} = \frac{\mu_0 \mu_r \cdot N \cdot I_{(t)}}{2\pi R} = \boxed{\frac{\mu_0 \mu_r N I_0}{2\pi R} \sin(2\pi f \cdot t)}$$

b) $$\phi_{(t)} = B_{(t)} \cdot A = \boxed{\frac{\mu_0 \mu_r \cdot N A I_0}{2\pi R} \sin(2\pi f t)}$$

c) $$w = \frac{1}{2} H \cdot B = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 I_0^2}{8\pi^2 R^2} \sin^2(2\pi f t) \qquad V = 2\pi \cdot R \cdot A$$

$$\boxed{W_{(t)} = w \cdot V = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 A \cdot I_0^2}{4\pi R} \cdot \sin^2(2\pi f t)}$$

d) $$U_{(t)} = N \cdot \frac{d\phi}{dt} = \boxed{\frac{\mu_0 \mu_r N^2 A I_0 f}{R} \cdot \cos(2\pi f t)}$$

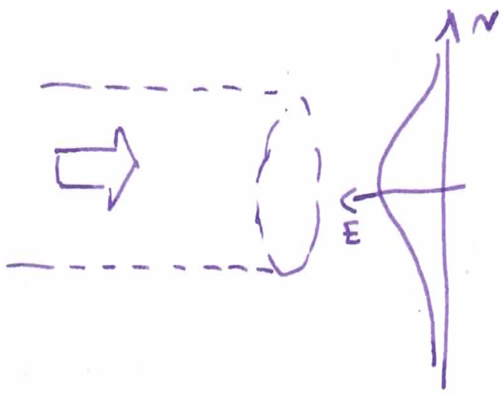
e) $$P_{(t)} = U_{(t)} I_{(t)} = \boxed{\frac{\mu_0 \mu_r \cdot N^2 A I_0^2 f}{R} \cdot \sin(2\pi f t) \cos(2\pi f t)}$$

f) $$W_T = \int_0^T P_{(t)} dt = \sim \int_0^T \sin(2\pi f t) \cos(2\pi f t) dt = \underbrace{\int_0^T \frac{\sin(4\pi f t)}{2} dt}_{0}$$

$$\boxed{W_T = 0}$$

Δ

③ a)



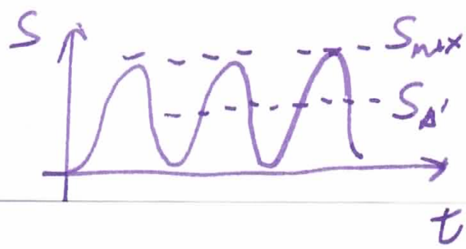
$$E_{(r)} = E_0 \cdot e^{-\frac{r^2}{R_0^2}}$$

$$\bar{S} = \frac{1}{\mu_0} \bar{E} \times \bar{B} \Rightarrow$$

$$S_{(r)} = \frac{1}{\mu_0} E_{(r)} \cdot B_{(r)} = \frac{1}{\mu_0} \cdot E_{(r)} \cdot \frac{E_{(r)}}{c}$$

$$S_{(r)} = \frac{E_{(r)}^2}{\mu_0 c} = \boxed{\frac{E_0^2}{\mu_0 c} \cdot e^{-2r^2/R_0^2}}$$

b)



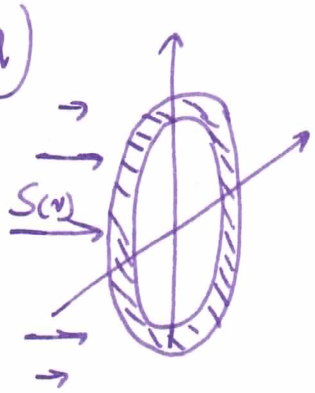
$$S_{A'} = \frac{S_{(r)}}{2} = \boxed{\frac{E_0^2}{2\mu_0 c} \cdot e^{-2r^2/R_0^2}}$$

c)

$$\frac{1}{2} S_{(0)} = S_{(r)} \qquad r = ? \qquad \frac{1}{2} \frac{E_0^2}{\mu_0 c} \cdot e^0 = \frac{E_0^2}{\mu_0 c} e^{-2r^2/R_0^2}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\frac{2r^2}{R_0^2}} \Rightarrow \ln \frac{1}{2} = -\frac{2r^2}{R_0^2} \Rightarrow \ln 2 = \frac{2r^2}{R_0^2} \Rightarrow \boxed{r = R_0 \sqrt{\frac{\ln 2}{2}}}$$

d)



$$P = \int S_{A'} \, dr = \int_0^\infty \frac{E_0^2}{2\mu_0 c} e^{-\frac{2r^2}{R_0^2}} \cdot 2r\pi \, dr =$$

$$P = \frac{E_0^2 \pi}{\mu_0 c} \int_0^\infty r e^{-2r^2/R_0^2} dr = \frac{E_0^2 \pi}{\mu_0 c} \left[-\frac{R_0^2}{4} e^{-\frac{2r^2}{R_0^2}} \right]_0^\infty =$$

$$\boxed{P = \frac{R_0^2 E_0^2 \pi}{4 \mu_0 c}}$$

Fizika2 2. vizsga

2021. június. 2.

Feladatok B

1. Egy koordináta-rendszer *x* tengelyén fekszik egy INHOMOGÉN töltéseloszlású szigetelő rúd. A rúd végei a *–L/2* és a *+L/2* koordinátájú pontokban találhatóak. A rúd lineáris töltéssűrűségét az alábbi függvény adja meg a hely függvényében: $\lambda(x) = \alpha x^5$ Ahol α egy konstans.

a) Mennyi a *rúd 0<x<L/2* tartományba eső szakaszának töltése? (2)

b) Mekkora a rúd dipólmomentuma? (2)

c) Mekkora az elektromos térerősség az *x=L* koordinátájú pontban? (2)

2. Adott egy μ_r relatív permeabilitású toroid vasmag, melynek középköre K kerületű, a vasmag keresztmetszete *A*. A vasmagra *N* menetet csévélnek. A tekercsben I_0 amplitúdójú, f frekvenciájú koszinuszos váltakozóáramot folyatnak.

a) Határozza meg a tekercs belsejében kialakuló mágneses indukció nagyságát az idő függvényében! (1) (Feltételezzük, hogy a mágneses indukció a tekercs belsejében mindenütt ugyanakkora)

b) Határozza meg a mágneses fluxust az idő függvényében a vasmag keresztmetszetére vonatkoztatva. (1)

c) Határozza meg a tekercs vasmagjában tárolt energia nagyságát az idő függvényében! (1)

d) Határozza meg a tekercs kapcsain mérhető feszültséget az idő függvényében! (1)

e) Írja fel a tekercset tápláló áramforrás teljesítményét az idő függvényében! (1)

f) Határozza meg a tekercset tápláló áramforrás által egy periódus alatt végzett munkát! (1)

3. Egy lézer fényforrásból olyan forgásszimmetrikus nyaláb lép ki, melynek intenzitás-eloszlása INHOMOGÉN. A nyalábban az elektromos tér amplitúdójának eloszlását az alábbi függvény adja meg a nyaláb tengelyétől mért *r* távolság függvényében: $E(r) = E_0 e^{-r^2/4\sigma_0^2}$ Ahol E_0 a nyaláb tengelyén mérhető térerősség amplitúdó, σ_0 pedig egy konstans paraméter.

a) Adjuk meg a Poynting-vektor amplitúdóját a nyaláb tengelyétől mért *r* távolság függvényében. (1)

b) Adjuk meg a Poynting-vektor időátlagát a nyaláb tengelyétől mért *r* távolság függvényében. (1)

c) A nyaláb tengelyétől milyen távolságra csökken le az intenzitás a tengelyen mérhető érték negyedére? (2)

d) Határozzuk meg a lézer teljesítményét! (2)

Fizika2 2. vizsga

2021. június. 2.

Mondatkiegészítés B

1. A ……**mágneses**…….. erővonalak önmagukba záródnak.

2. Az elektromos térerősség a pontszerű dipóloktól távolodva a távolság …**-3**……. hatványával arányosan csökken.

3. Az elektromos potenciál egy vonaltöltéstől távolodva a távolság ………………logaritmikusan………………….. ~~hatványával arányosan~~ csökken.

4. Síkkondenzátort feszültségforráshoz csatlakoztatunk, majd a fegyverzetek közé dielektrikum lemezt csúsztatunk. A kondenzátor lemezek közti elektromos tér ……**csökken**……….

5. 1,5 V-os ceruzaelemet lövünk ki a világűrbe. A Föld össztöltése ……**nem változik**……….

6. Két párhuzamos, hosszú egyenes áramjárta vezetőt közelítünk egymáshoz. A távolság harmadára csökken. A vezetők által egymásra kifejtett erő ………**3**……..-szeresére változik.

7. Egy rugalmas vezetéket megnyújtanak úgy, hogy hossza megduplázódik, de térfogata nem változik. Ellenállása ……**4**……..-szeresére változik.

8. Egy villanykörte pillanatnyi teljesítménye a bekapcsolás pillanatában épp háromszor akkora, mint állandósult üzemi állapotban. Az izzószál ellenállása ………**3**……-szeresére változik a bemelegedés során.

9. Egy szolenoid tekercsben egyenletesen növeljük az áramot. A tekercs belsejében örvényes ………**elektromos tér**……………… alakul ki.

10. Áramjárta vezető keretre mágneses térben akkor hat maximális forgatónyomaték, ha ………**a keret normálvektora merőleges a mágneses térre**…………….

11. Töltődő síkkondenzátor lemezei között eltolási áram folyik a ……**pozitív**………. töltésű lemez felől a ……**negatív**……. töltésű lemez felé.

12. A ………**Curie**…………hőmérséklet felett a ……**ferro**………. -mágneses anyagok …………………………………..**para**……….-mágnesessé válnak

13. A mágneses adattárolást a ferromágneses anyagok ……**remanens**…….. mágnesezettsége teszi lehetővé.

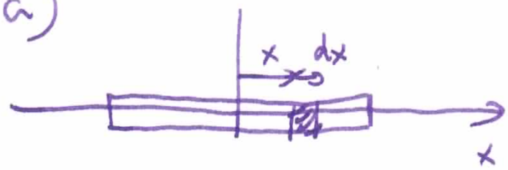
14. Haladó elektromágneses hullámok esetén a mágneses és az elektromos rezgések közti fáziskülönbség ………**nulla**……………

15. Ha egy fémfelületet fénnyel megvilágítunk, csak akkor tapasztalunk fotoeffektust, ha a fény frekvenciája egy kritikus értéknél ………**nagyobb**……….

16. A … **Schrödinger-féle hullámfüggvény amplitúdójának abszolútérték-négyzete** ……… a részecske előfordulási valószínűségének sűrűségfüggvényét adja meg.

$\boxed{B}$

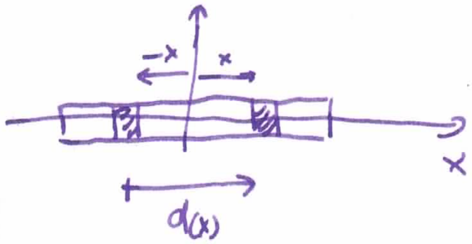
1 a)



$$dq = \alpha x^5 dx$$

$$Q = \int_0^{L/2} dq = \alpha \int_0^{L/2} x^5 dx = \alpha \left[\frac{x^6}{6}\right]_0^{L/2} = \boxed{\frac{\alpha L^6}{384}}$$

b)

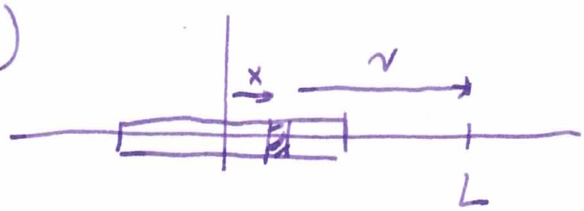


$$dq = \alpha x^5 dx \qquad d(x) = 2x$$

$$dp = dq \cdot d(x) = 2\alpha x^6 dx$$

$$p = \int dp = \int_0^{L/2} 2\alpha x^6 dx = 2\alpha \left[\frac{x^7}{7}\right]_0^{L/2} = \boxed{\frac{\alpha L^7}{448}}$$

c)



$$dq = \alpha x^5 dx \qquad r = L - x$$

$$dq = \alpha (L-r)^5 dr$$

$$dE = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2} = \frac{\alpha}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(L-r)^5}{r^2} \qquad E = \int_{L/2}^{3L/2} dE = \frac{\alpha}{4\pi\varepsilon_0} \int_{L/2}^{3L/2} \frac{(L-r)^5}{r^2} dr$$

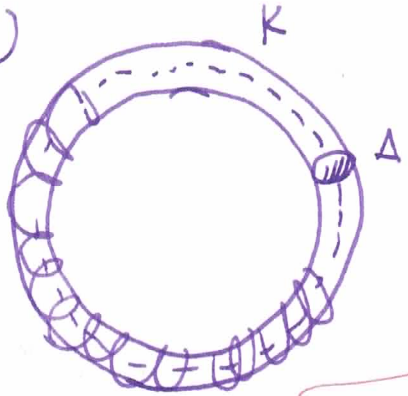
$$\int_{L/2}^{3L/2} \frac{(L-r)^5}{r^2} dr = \int_{L/2}^{3L/2} \left(\frac{L^5}{r^2} - \frac{5L^4}{r} + 10L^3 - 10L^2 r + 5L r^2 - r^3\right) dr =$$

$$= \left[-\frac{L^5}{r} - 5L^4 \ln r + 10L^3 r - 5L^2 r^2 + \frac{5L r^3}{3} - \frac{r^4}{4}\right]_{L/2}^{3L/2} = L^4\left(\frac{73}{6} - 5\ln 3\right)$$

$$\boxed{E = \frac{\alpha L^4}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{73}{6} - 5\ln 3\right)}$$

B

② a)



$$I_{(t)} = I_0 \cdot \cos(2\pi f t)$$

$$B_{(t)} = \frac{\mu_0 \mu_r N \cdot I_{(t)}}{K} = \boxed{\frac{\mu_0 \mu_r N I_0}{K} \cdot \cos(2\pi f t)}$$

b) $$\phi_{(t)} = B_{(t)} A = \boxed{\frac{\mu_0 \mu_r N I_0 A}{K} \cos(2\pi f t)}$$

c) $$w = \frac{1}{2} H B = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 I_0^2}{K^2} \cos^2(2\pi f t)$$ $V = KA$

$$W_{(t)} = w \cdot V = \boxed{\frac{\mu_0 \mu_r N^2 A I_0^2}{K} \cos^2(2\pi f t)}$$

d) $$u_{(t)} = N \frac{d\phi}{dt} = \boxed{-\frac{\mu_0 \mu_r I_0 A \cdot 2\pi f}{K} \sin(2\pi f t)}$$

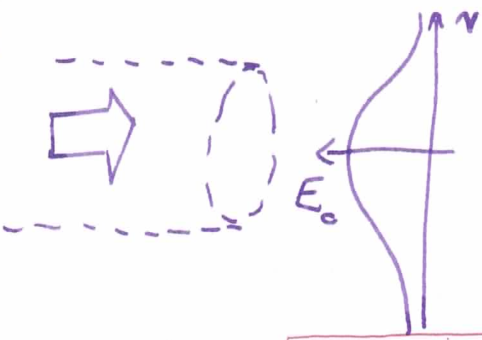
e) $$P_{(t)} = I_{(t)} u_{(t)} = \boxed{-\frac{\mu_0 \mu_r I^2 A \, 2\pi f}{K} \cdot \sin(2\pi f t) \cos(2\pi f t)}$$

f) $$W_T = \int_0^T P_{(t)} dt \sim \int_0^T \sin(2\pi f t) \cos(2\pi f t) = \underbrace{\int_0^T \frac{\sin(4\pi f t)}{2} dt}_{0}$$

$$\boxed{W_T = 0}$$

$\boxed{B}$

③ a)

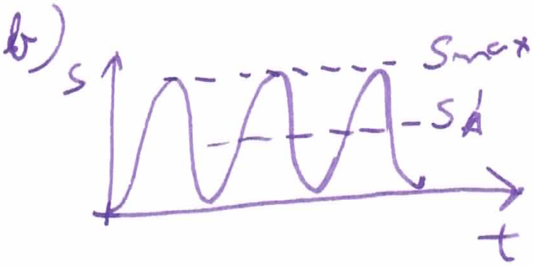


$$E_{(r)} = E_c \cdot e^{-\frac{r^2}{4\sigma_0^2}}$$

$$\bar{S} = \frac{1}{\mu_0}\bar{E}\times\bar{B} \Rightarrow S_{(r)} = \frac{1}{\mu_0}E_{(r)}B_{(r)} = \frac{1}{\mu_0}E_{(r)}\frac{E_{(r)}}{c}$$

$$S_{(r)} = \frac{E_{(r)}^2}{\mu_0 c} = \boxed{\frac{E_0^2}{\mu_0 c}e^{-\frac{r^2}{2\sigma_0^2}}}$$

b)



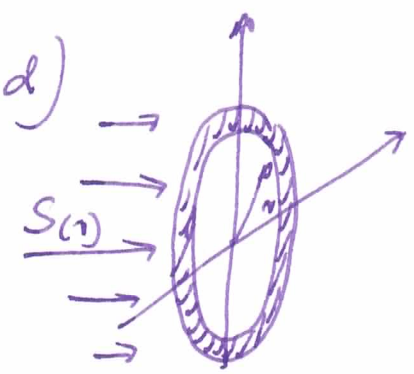
$$S_A' = \frac{1}{2}S_{(r)} = \boxed{\frac{E_0^2}{2\mu_0 c}e^{-\frac{r^2}{2\sigma_0^2}}}$$

c) $\frac{1}{2}S_{(0)} = S_{(r)} \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{E_0^2}{2\mu_0 c}\cdot e^0 = \frac{E_0}{2\mu_0 c}\cdot e^{-r^2/2\sigma_0^2} \Rightarrow$

$$\frac{1}{2} = e^{-r^2/2\sigma_0^2} \Rightarrow \ln\frac{1}{2} = -\frac{r^2}{2\sigma_0^2} \Rightarrow \ln 2 = \frac{r^2}{2\sigma_0^2}$$

$$\boxed{r = \sigma_0\sqrt{2\ln 2}}$$

d)



$$P = \int S_A\, dA$$

$$P = \int_0^\infty \frac{E_0^2}{2\mu_0 c}e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}\cdot 2\pi r\, dr =$$

$$P = \frac{E_0^2\pi}{\mu_0 c}\int_0^\infty r e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}dr = \frac{E_0^2\pi}{\mu_0 c}\left[-\sigma_0^2 e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}\right]_0^\infty$$

$$\boxed{P = \frac{E_0^2\pi\sigma_0^2}{\mu_0 c}}$$