

FYS2130 Obligatorisk oppgave

Elektromagnetiske Bølger

Domantas Sakalys

April 13, 2021

Oppgave 1

Vi får oppgitt et elektromagnetisk bølge med elektrisk feltvektor som peker mot y-retningen. Den har $E_0 = 6.3\text{e}4 \text{ V/m}$ og $\omega = 4.33\text{e}13 \text{ rad/s}$

Vi bestemmer bølgelengden λ først.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Vi antar at denne elektromagnetiske bølgen er i vakuum, dermed antar vi at $v = c$. f kan vi uttrykke med ω

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

Uttrykket for λ blir dermed

$$\lambda = \frac{2\pi c}{\omega}$$

Ved å løse dette ender vi opp med at $\lambda = 4.35\text{e-}5 \text{ m}$

Vi vet at poynting vektor ¹ som er alltid ortogonalt mot elektrisk felt og magnetisk felt. Vi velger dermed å definere det slik at poynting vektor peker mot x-retning, mens magnetfelt \vec{B} peker mot z-retning.

Magnetiskfelt vektor har bare en retning, da kan vi definere vektoren som

$$\vec{B} = [0, 0, B_0]$$

B_0 kan vi finne utifra E_0

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = 2.102\text{e-}4 \text{ T}$$

Dermed er $\vec{B} = 2.102\text{e-}4 \hat{k} \text{ T}$

¹det er vektor som definerer retningen til bølgen

Oppgave 2

Grunnen til at denne kyndige personen konkluderer dette, er fordi at relasjonen,

$$E_0 = cB_0$$

ikke stemmer med målte verdier!

Oppgave 3

Vi antar at mobiltelefon utgir 0.7-1.0W og at det er en isotrop intensitet omkring mobiltelefonen. Vi velger da å finne intensitet fra mobilen 5cm unna ved,

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{P}{\frac{\pi}{100}\text{m}^2}$$

Ved $P = 0.7\text{W}$ har mobilen intensitet på 22.28 W/m^2

Ved $P = 1\text{W}$ har mobilen intensitet på 31.83 W/m^2

I databladene kan vi finne ut av at målte intensiteter fra basestasjoner, trådløse nett osv. er gitt som 0.01W/m^2 . Vi ser at menneske blir utsatt for mye større intensitet når personen snakker i telefonen. IKke før man er unna 2.83m ² fra mobilen at man måler like stor intensitet som basestasjoner.

Oppgave 4

Utifra teorien, kan man bevege gjenstander bare ved å stråle lyst på de. Al- likevel, neglesjerer vi denne effekten, siden den er veldig liten. Men, ved høye intensiteter, kan vi se et effekt. Vi skal nå anta at vi har et kuleformet støv med radius r som har kommet i vårt solsystem. Vi da antar at det er 2 krefter som virker på støvet, nemlig gravitasjonskraft fra sola F_g , og strålingskraft fra sola F_s . Vi skal nå finne forholdet mellom disse to kreftene, altså $\frac{F_s}{F_g}$

Strålingstrykk er definert som,

$$p = \frac{I}{c}$$

Vi skal ha dette i newton, derfor ganger vi p med arealet til støvet som sola treffer. Her antar vi det arealet som et flat. Dermed har vi

$$F_s = pA = \frac{IA}{c}$$

²Anslår $P = 1$ for mobilen, regner bare da $0.001 = 1/4\pi r^2$

Vi kan uttrykke intensitet I slik vi har gjort i forrige oppgave.

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

Hvor d er distansen fra sola ³, og effekten P kan vi skrive som P_0 slik oppgaveteksten har gitt oss. Putter vi dette inn i F_s og definerer A som πr^2 hvor r er støvets radius, ender vi opp med

$$F_s = \frac{P_0 r^2}{4d^2 c}$$

For å definere F_g bruker vi vel kjent Newtons gravitasjonslov,

$$F_g = G \frac{Mm}{d^2}$$

Hvor M er massen til sola, og m er massen til støvet, og d er distansen mellom støvet og sola.

Oppgaver gir oss massetettheten for støvet, som er $\rho = 2.5 \text{e}3 \text{ kg/m}^3$. Vi kan finne uttrykket for støvets masse utifra det. Nemlig ved å gange med støvets volum. Vi antok tidligere at støvet er et kule, dermed må massen til støvet være gitt som,

$$m = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi r^3$$

Putter vi dette inn for F_g

$$F_g = \frac{GM\rho 4\pi r^3}{3d^2}$$

Vi har sagt at vi skulle finne forholdet mellom disse to kreftene, da gjør vi det nå

$$\frac{F_s}{F_g} = \frac{3P_0}{4cGM\rho\pi r}$$

I oppgaveteksten har vi fått noe verdier, og vi skal finne radien til støvet når F_s og F_g er like store. Vi løser dette uttrykket for r ,

$$1 = \frac{3P_0}{4cGM\rho\pi r}$$

$$r = \frac{3P_0}{4cGM\rho\pi}$$

Vi putter inn alle verdiene som er oppgitt i oppgaveteksten og får vite at radiusen til støvet må være $9.35 \text{e} - 7 \text{ m}$. Med denne radiusen er massen til støvet da på $8.58 \text{e} - 15 \text{ kg}$, som er ekstremt lite.

³her antar vi at intensitet måles som et kuleskall rundt sola, intensitetn mynker jo lenger man kommer fra sola, dermed betrakter vi det som distansen fra sola