

Løsningsforslag til eksamen

FY0001 Brukerkurs i fysikk

Fredag 29. mai 2009

Oppgave 1

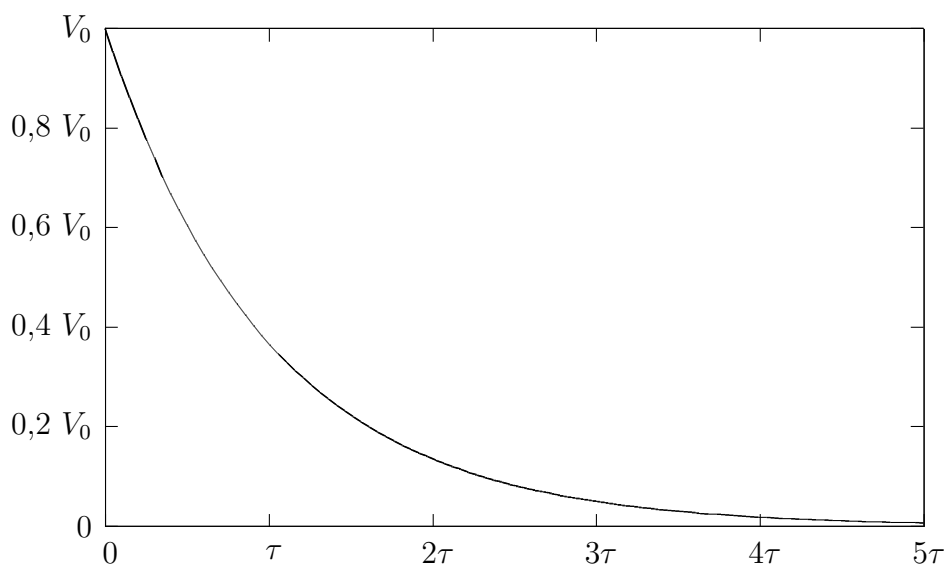
- a) Newtons 2. lov, $\vec{F} = m\vec{a}$ sier at kraft og akselerasjon alltid peker i samme retning. Derfor er A umulig. Alle de andre er mulige.
- b) Dopplereffekten oppstår når en bevegelig kilde sender ut bølger og/eller en bevegelig mottaker tar imot bølger. For en bevegelig kilde, for eksempel en politibil med sirene, blir utsendt bølgelengde kortere i fartsretningen og lengre i bakover-retningen, fordi bilen beveger seg et stykke mellom hver utsendte bølgetopp. Sammenhengen er

$$\lambda' = \lambda \left(1 \pm \frac{v_E}{v} \right),$$

der v er bølgefarten, og v_E er farten til senderen.

Vi kan bruke dette til å bestemme farten til en stjerne hvis vi finner en linje i spekteret som er Doppler-førskjøvet. Hvis den er forskjøvet til en lengre bølgelengde (rødforskyvning) beveger stjernen seg fra oss, og hvis den er forskjøvet til en kortere bølgelengde (blåforskyvning) beveger den seg mot oss.

- c) Tidskonstanten for kretsen er $\tau = RC = 6$ s. Det vil med andre ord ta ca et halvt minutt å lade ut kretsen.



d) En avbøyning på 19 mm på en skjerm i en avstand på 3 m tilsvarer en vinkel θ , der

$$\tan \theta = \frac{19 \cdot 10^{-3}}{3} \Rightarrow \theta = 0,363^\circ.$$

Betingelsen for konstruktiv interferens er at forskjellen i veilengde skal være akkurat et helt antall bølgelengder,

$$\Delta x = d \sin \theta = n\lambda.$$

For første ordens maksimum finner vi

$$d = \frac{\lambda}{\sin \theta} = \frac{632,8 \cdot 10^{-9}}{\sin 0,363^\circ} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m.}$$

e) Etter $t = 690$ dager er den gjenværende mengden

$$N(t) = 0,1 \text{ g} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{690}{138}} = 0,0031 \text{ g.}$$

Når kun 1 % av den opprinnelige mengden gjenstår, har vi

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}} = 0,01.$$

Dette medfører

$$\frac{t}{T_{1/2}} \ln 1/2 = \ln 0,01$$

siden

$$\ln a^n = n \ln a.$$

Vi finner til slutt

$$t = T_{1/2} \frac{\ln 0,01}{\ln 1/2} = 917 \text{ dager.}$$

Oppgave 2

a) Grafen har et maksimum, som forteller oss ved hvilken bølgelengde den utstrålte intensiteten er størst. Da kan vi finne temperaturen fra Wiens forskyvningslov

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T},$$

der $b = 2,8978 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$. Hvis vi anslår at $\lambda_{max} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, finner vi

$$T = \frac{b}{\lambda_{max}} = 5796 \text{ K.}$$

- b) Fra Stefan-Boltzmann-loven finner vi utstrålt intensitet for et sort legeme ved en gitt temperatur:

$$I = \sigma T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 5778^4 = 63,20 \cdot 10^6 \text{ W/m}^2.$$

Videre vet vi at total effekt, P_s , er gitt av

$$P_s = I \cdot 4\pi r^2,$$

som gir oss

$$r = \sqrt{\frac{P_s}{4\pi I}} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$$

- c) Intensiteten I_j i avstanden $d = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$ fra Solen er

$$I_j = \frac{P_s}{4\pi d^2} = \frac{3,846 \cdot 10^{26}}{4\pi(1,496 \cdot 10^{11})^2} = 1367 \text{ W/m}^2$$

- d) Anta nå at all denne energien kommer fra reaksjonen



Energien kommer fra masse som blir omdannet til energi, så vi må finne Δm :

$$\Delta m = 2 \cdot 2,01355 - 4,00260 = 0,0245 \text{ u.}$$

Dette tilsvarer

$$\Delta m = 0,0245 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,067 \cdot 10^{-29} \text{ kg.}$$

Den frigjorte energien blir da

$$E = mc^2 = 4,067 \cdot 10^{-29} \cdot (2,998 \cdot 10^8)^2 = 3,65 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

- e) Hvert sekund sender solen ut $3,846 \cdot 10^{26} \text{ J}$. Det tilsvarer energien fra

$$\frac{3,846 \cdot 10^{26}}{3,65 \cdot 10^{-12}} = 1,054 \cdot 10^{38}$$

deuterium-deuterium fusjoner. Hver slik reaksjon bruker to deuterium-atomer, så det går med $2,108 \cdot 10^{38}$ atomer i sekundet. Det tilsvarer

$$\frac{2,108 \cdot 10^{38}}{6,02 \cdot 10^{23}} 2,01355 = 7,05 \cdot 10^{14} \text{ g}$$

eller $7,05 \cdot 10^{11} \text{ kg}$.

Oppgave 3

- a) Banefarten er lengden på banen delt på tiden det tar å gå en runde. Vi finner

$$\frac{2\pi \cdot 3,831 \cdot 10^8 \text{ m}}{2360580 \text{ s}} = 1019,7 \text{ m/s}.$$

- b) Kraften som skal til for å holde månen i bane er gitt fra sentripetalakselerasjonen, ved

$$F_g = m \cdot \frac{v^2}{r},$$

der m er Månens masse, v er banefarten og r er baneradien. Siden det er bare gravitasjon som virker på Månen setter vi inn Jordens masse, $M_\oplus$, i gravitasjonsloven, og finner

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = G \frac{mM_\oplus}{r^2} \Rightarrow M_\oplus = \frac{v^2 r}{G} = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}.$$

Oppgave 4

- a) Siden vi ser bort fra friksjon er farten til pendelen i et punkt kun avhengig av høydeforskjellen fra utgangspunktet. Dette følger fra at den totale mekaniske energien i utgangspunktet, E_0 må være den samme som den totale mekaniske energien på et senere tidspunkt, E . I utgangspunktet er farten $v_0 = 0$, så vi finner

$$E_0 = E \Rightarrow mgy_0 = \frac{1}{2}mv^2 + mgy.$$

Siden $y_0 = h$, og $y = h - r \cos \theta$ finner vi

$$v = \sqrt{2g(y_0 - y)} = \sqrt{2gr \cos 20^\circ}.$$

Videre har vi

$$v_x = v \cos 20^\circ = 3,13 \text{ m/s}$$

og

$$v_y = v \sin 20^\circ = 1,14 \text{ m/s}.$$

- b) I det snoren kuttes, er kula i en høyde $y = h - r \cos \theta$ over bakken. y -koordinaten som funksjon av tiden t etter at snoren kuttes er

$$y(t) = h - r \cos \theta + v_y t - \frac{1}{2}gt^2.$$

Vi ønsker å finne hvilken verdi av t som gir $y = 0$, så vi må løse en andregradsligning.

$$\frac{1}{2}gt^2 - t \sin \theta \sqrt{2gr \cos \theta} - (h - r \cos \theta) = 0.$$

Her er det helt greit å sette inn tall og regne ut svaret med en gang, men vi kan også gå et par skritt videre først, og vi finner

$$t = \frac{\sin \theta \sqrt{2gr \cos \theta} \pm \sqrt{2gr \cos \theta \sin^2 \theta + 2g(h - r \cos \theta)}}{g}.$$

Det er bare den løsningen med + foran rottegnet som er interessant for oss, og etter litt triksing og miksing finner vi

$$t = \sqrt{\frac{2r}{g}} \left(\sqrt{\frac{h}{r} - \cos^3 \theta} + \sin \theta \sqrt{\cos \theta} \right).$$

Når vi setter inn tall finner vi

$$t = 0,568 \text{ s}$$

- c) Her må vi huske på at kulens posisjon i det snoren kuttet har x -koordinat $x_0 = r \sin \theta$, og at farten i x -retning er konstant etter at snoren kuttet. Posisjonen i x -retning som funksjon av tiden blir dermed

$$x(t) = r \sin \theta + v_x t.$$

Her kan vi sette inn tall direkte, eller vi kan skrive om litt til, og vi finner

$$x(t) = r \sin \theta + t \cos \theta \sqrt{2gr \cos \theta}.$$

Svaret blir

$$x(t) = 1,98 \text{ m.}$$