

Løsningsforslag til Eksamen

FY0001 Brukerkurs i fysikk

Onsdag 2. Desember 2009

Oppgave 1

- a) Fra Newtons andre lov,

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}, \quad (1)$$

vet vi at kraft og aksellerasjon alltid peker i samme retning. A er derfor umulig. Alle andre er mulige situasjoner.

- b) Et röntgenrør fungerer ved at elektroner akselereres fra en negativt ladet glødetråd til en positivt ladet metallplate. Röntgenstrålingen oppstår når elektronene blir bremsset opp i metallet, og gir fra seg sin kinetiske energi som stråling. Den høyeste energien et foton produsert i denne prosessen kan få, er hvis et elektron avgir hele sin kinetiske energi som ett foton. Elektronenergien er bestemt av spenningen i røret, og dermed er cut-off-bølgelengden også bestemt av spenningen i røret.

- c) I utgangspunktet er den totale motstanden i kretsen

$$R_{tot} = R + \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right)^{-1} = 22.5 \, \Omega, \quad (2)$$

og den totale strømmen er

$$I_{tot} = \frac{\Delta V}{R_{tot}} = 2 \, \text{A}. \quad (3)$$

Strømmen gjennom pære A er dermed $I_A = I_{tot}$, og strømmen gjennom pære B er $I_B = I_{tot}/2$. Etter at vi tar ut lyspære C blir motstanden i kretsen

$$R_{tot} = R + R = 30 \, \Omega, \quad (4)$$

siden strømmen nå bare kan gå gjennom den ene "armen" av kretsen, og strømmen blir dermed

$$I_{tot} = \frac{\Delta V}{R_{tot}} = 1,5 \, \text{A}. \quad (5)$$

Strømmen gjennom pære A er fremdeles lik den totale strømmen, så strømmen gjennom A blir altså mindre, og pæren lyser svakere. Strømmen gjennom pære B er nå lik den totale strømmen, så strømmen øker, og pæren lyser sterkere.

d) Etter tiden t finner vi gjenværende andel $N(t)$ av et radioaktivt materiale som

$$N(t) = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}. \quad (6)$$

Fra dette kan vi sette opp ligningen

$$0,125 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}, \quad (7)$$

og vi finner

$$t = T_{1/2} \frac{\ln(0,125)}{\ln(1/2)} = 17190 \text{ år}. \quad (8)$$

Etter en million år er andelen gjenværende ^{14}C i en prøve omtrent $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{10^6}{5730}} \approx 4 \cdot 10^{-53}$, som er et latterlig lite tall. Det er derfor usannsynlig at det vil være et eneste gjenværende ^{14}C -atom, og det er følgelig umulig å gjøre en analyse.

e) Vi vet at jorden bruker ett år på en runde rundt solen. Banefarten er dermed

$$v = \frac{2\pi \cdot 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}}{60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365} = 29800 \text{ m/s}. \quad (9)$$

Siden jorden går i sirkelbane med jevn fart vet vi at akselerasjonen er

$$a = \frac{v^2}{r}, \quad (10)$$

og at kraften som holder Jorden i bane er $F = ma$, der m er Jordens masse. Denne kraften er gravitasjonskraften, og vi finner ligningen

$$m \frac{v^2}{r} = G \frac{Mm}{r^2}, \quad (11)$$

der M er Solens masse. Vi flytter litt rundt, og finner

$$M = \frac{rv^2}{G} = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}. \quad (12)$$

Oppgave 2

- a) Vi antar at stjernen oppfører seg som et sort legeme. Basert på øyemål ser det ut til å være en god tilnærming. Bølgelengden med høyest intensitet ser ut til å være ved rundt 500 nm, som gir oss

$$T = \frac{b}{\lambda_{max}} = 5800 \text{ K} \quad (13)$$

- b) Lys med fotonenergier som passer med elektronoverganger i gasser i atmosfæren blir sterkt absorbert, lys med fotonenergier som ikke passer blir knapt absorbert.

Oppgave 3

- a) Fra energibevaring finner vi

$$v = \sqrt{2gh} = 17 \text{ m/s}. \quad (14)$$

- b) Akkurat i det personen snur er farten null. Det betyr at arbeidet strikken har gjort er like stort som arbeidet gjort av gravitasjonskraften, men med motsatt fortegn. Vi finner

$$W_{strikk} = -W_g = -mgh = -22000 \text{ J} \quad (15)$$

- c) Arbeidet strikken har gjort er lik endringen i strikkens potensielle energi, men med motsatt fortegn. Vi finner dermed

$$\frac{1}{2}k(\Delta x)^2 = -W_{strikk}, \quad (16)$$

som gir oss

$$k = \frac{-2W_{strikk}}{(\Delta x)^2} = 196 \text{ (N/m)}. \quad (17)$$

Oppgave 4

- a) Den største akselerasjonen bilen kan få fra friksjonskraften er

$$a = -\frac{F_{Rmax}}{m} = -\mu g. \quad (18)$$

Fart som funksjon av tid når vi har jevn akselerasjon er $v(t) = v_0 + at$. Vi ønsker å finne tiden når farten er null:

$$t = -\frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g}. \quad (19)$$

Tilbakelagt distanse når vi har jevn akselerasjon er

$$x(t) = \frac{v_0 + v(t)}{2}t, \quad (20)$$

og siden vi ønsker å finne tilbakelagt distanse når $v(t) = 0$ får vi

$$x(t) = \frac{v_0}{2}t. \quad (21)$$

Vi setter inn svaret vi fant for t , og finner

$$x(t) = \frac{v_0^2}{2\mu g} = 22 \text{ m}. \quad (22)$$

b) Sentripetalakselerasjonen er

$$a = \frac{v^2}{r}, \quad (23)$$

så friksjonskraften som må til for å holde bilen på veien er

$$F_R = m \frac{v^2}{r}. \quad (24)$$

Den største friksjonskraften vi kan ha er

$$F_{Rmax} = \mu mg. \quad (25)$$

Fra dette kan vi sette opp en ligning for den største farten bilen kan ha, og vi finner

$$v_{max} = \sqrt{\mu rg} = 32 \text{ m/s}. \quad (26)$$

c) For å løse denne oppgaven er det hensiktsmessig å plassere bilen i et koordinatsystem med x -aksen parallell med horisontalen. Når veien er dossert må vi huske at normalkraften ikke lenger er $N = mg$. Vi vet at bilen ikke har akselerasjon i y -retningen, og at hvis veien er optimalt dossert vil vi ha $F_R = 0$, fordi y -komponenten til normalkraften vil være tilstrekkelig til å holde bilen på veien. Fra det finner vi

$$\begin{aligned} N_y - mg &= 0 \\ N &= \frac{mg}{\cos \theta}. \end{aligned} \quad (27)$$

Uten friksjon er det bare x -komponenten til normalkraften som kan gi opphav til sentripetalakselerasjonen. Det gir oss følgende ligning:

$$\begin{aligned} m \frac{v^2}{r} &= N \sin \theta = mg \tan \theta \\ \Rightarrow \tan \theta &= \frac{v^2}{rg} \end{aligned} \quad (28)$$

og vi finner

$$\theta = 10^\circ. \quad (29)$$