Løsningsforslag til Eksamen
FY0001 Brukerkurs i fysikk
Onsdag 2. Desember 2009

Oppgave 1

a) Fra Newtons andre lov,

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}, \tag{1}$$

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 bremset 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

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

og den totale strømmen er

$$I_{tot} = \frac{\Delta V}{R_{tot}} = 2\ \text{A}. \tag{3}$$

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

$$R_{tot} = R + R = 30\ \Omega, \tag{4}$$

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

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

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

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

Fra dette kan vi sette opp ligningen

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

og vi finner

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

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

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

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

$$a = \frac{v^2}{r}, \tag{10}$$

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

$$m\frac{v^2}{r} = G\frac{Mm}{r^2}, \tag{11}$$

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

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

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

$$T = \frac{b}{\lambda_{max}} = 5800 \text{ K} \tag{13}$$

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

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

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

$$W_{strikk} = -W_g = -mgh = -22000 \text{ J} \tag{15}$$

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

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

som gir oss

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

Oppgave 4

a) Den største akselerasjonen bilen kan få fra friksjonskraften er

$$a = -\frac{F_{Rmax}}{m} = -\mu g. \tag{18}$$

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:

$$t = -\frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g}. \tag{19}$$

Tilbakelagt distanse når vi har jevn akselerasjon er

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

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

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

Vi setter inn svaret vi fant for t, og finner

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

b) Sentripetalakselerasjonen er

$$a = \frac{v^2}{r}, \tag{23}$$

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

$$F_R = m\frac{v^2}{r}. \tag{24}$$

Den største friksjonskraften vi kan ha er

$$F_{Rmax} = \mu mg. \tag{25}$$

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

$$v_{max} = \sqrt{\mu r g} = 32 \text{ m/s}. \tag{26}$$

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

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

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

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

og vi finner

$$\theta = 10^\circ. \tag{29}$$