NTNU
Institutt for Fysikk

Løsningsforslag til eksamen
FY0001 Brukerkurs i fysikk
Torsdag 3. juni 2010

Oppgave 1

a) Hvis vi velger nullnivå for potensiell energi ved bunnen av skråningen, har du i utgangspunktet en potensiell energi på

$$U = mgh,$$

og ingen kinetisk energi. Når du når bunnen av skråningen har du null potensiell energi, og en kinetisk energi gitt ved

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = mgh.$$

Dette medfører

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 15} = 17,2 \text{ m/s}.$$

b) Den totale motstanden i kretsen er

$$R_{tot} = 1\ \Omega + \left(\frac{1}{1\ \Omega} + \frac{1}{1\ \Omega}\right)^{-1} = 1,5\ \Omega.$$

Den totale strømmen i kretsen blir da

$$I = \frac{V_0}{R_{tot}} = 3 \text{ A}.$$

Strømmen gjennom motstand 1 må være lik den totale strømmen i kretsen, altså 3 A, mens strømmen gjennom hver av motstand 2 og 3 må være halvparten av dette, altså 1,5 A.

c) Energiforskjellen er 10,2 eV, som er det samme som $1,63 \cdot 10^{-18}$ J. Vi finner frekvensen til fotonet ved

$$f = \frac{E}{h},$$

og bølgelengden er da

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{ch}{E} = 122 \cdot 10^{-9} \text{ m}.$$

Dette er i den ultrafiolette delen av spekteret.

d) Masseforskjellen er

$$\Delta m = 238,0508 \text{ u} - 234,0436 \text{ u} - 4,0026 \text{ u} = 0,0046 \text{ u} = 7,64 \cdot 10^{-30} \text{ kg}.$$

Energien som blir frigjort blir da

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 6,87 \cdot 10^{-13} \text{ J}.$$

Oppgave 2

a) Vi betrakter først Tim som en bevegelig sender, og veggen som en stasjonær mottager. Frekvensen som treffer veggen er gitt ved

$$f' = f\left(\frac{1}{1 - \frac{v_E}{v}}\right).$$

Den samme frekvensen blir reflektert fra veggen, tilbake mot Tim. Vi betrakter nå veggen som en stasjonær sender, og Tim som en bevegelig mottager. Frekvensen Tim hører er gitt ved

$$f'' = f'\left(1 + \frac{v_R}{v}\right) = f\left(\frac{1}{1 - \frac{v_E}{v}}\right)\left(1 + \frac{v_R}{v}\right).$$

Vi setter inn at $v_E = v_R = 9$ m/s, og vi finner

$$f'' = 440 \text{ s}^{-1}\left(\frac{1 + \frac{9}{340}}{1 - \frac{9}{340}}\right) = 463.9 \text{ s}^{-1}$$

b) Vi betrakter igjen Tim som en bevegelig sender, og glasset som en stasjonær mottager. Tim må øke frekvensen på lyden, og han må derfor sykle mot glasset. Frekvensen som treffer glasset er da gitt ved

$$f' = f\left(\frac{1}{1 - \frac{v_E}{v}}\right).$$

Dette medfører

$$v_E = v\left(1 - \frac{f}{f'}\right) = 340 \text{ m/s}\left(1 - \frac{960}{980}\right) = 6,94 \text{ m/s}.$$

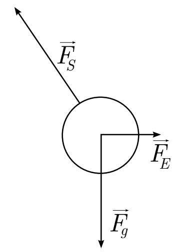
c) Vi bruker uttrykket vi fant i første deloppgave,

$$f'' = f\left(\frac{1+\frac{v_R}{v}}{1-\frac{v_E}{v}}\right),$$

bare at denne gangen kjenner vi frekvensen, men ikke farten. v_E og v_R er fortsatt farten Tim sykler med, så disse to er like, og vi kan kalle dem v_T. Vi omformer uttrykket litt, og finner

$$v_T = v\left(\frac{1-\frac{f}{f''}}{1+\frac{f}{f''}}\right) = 11,2 \text{ m/s}.$$

Oppgave 3



a)

b) Vi har at

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 A}.$$

Vi vet videre at to parallelle plater utgjør en parallellplatekondensator, og da har vi følgende sammenheng mellom ladning og kapasitans:

$$Q = C\Delta V.$$

Og til slutt har vi uttrykket for kapasitansen til en parallellplatekondensator:

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}.$$

Når vi setter sammen disse uttrykkene får vi

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 A} = \frac{C\Delta V}{\epsilon_0 A} = \frac{\Delta V}{d}$$

c) Vi vet at tyngdekraften som virker på kulen er

$$F_g = -mg,$$

og at denne virker rett nedover. Siden kulen henger i ro må summen av kreftene være null. Dermed må y-komponenten av snorkraften være like stor, men motsatt rettet, som tyngekraften og vi finner

$$F_S = \frac{F_{Sy}}{\cos\theta} = \frac{mg}{\cos\theta}.$$

Videre har vi at den elektriske kraften må være like stor, og motsatt rettet av x-komponenten til snorkraften, så vi har at

$$F_E = F_{Sx} = mg\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = mg\tan\theta.$$

Feltet mellom platene er gitt ved

$$E = \frac{\Delta V}{d}.$$

Den elektriske kraften på kulen er da gitt ved

$$F_E = qE = q\frac{\Delta V}{d}.$$

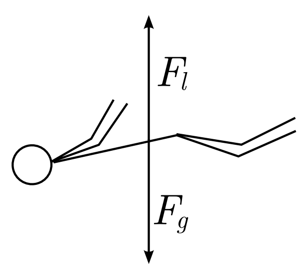
Vi kombinerer det vi har funnet så langt, og får

$$q\frac{\Delta V}{d} = mg\tan\theta.$$

Dette medfører

$$q = \frac{dmg\tan\theta}{\Delta V} = \frac{0,1\text{ m}\cdot 0,01\text{ kg}\cdot 9,81\text{m/s}^2\tan 20^\circ}{2000\text{ V}} = 1,8\cdot 10^{-6}\text{ C}.$$

Oppgave 4



a)

b) Når han faller med konstant hastighet må vi ha at summen av kreftene er null, altså

$$mg = Kv_{max}^2.$$

Dette medfører

$$K = \frac{mg}{v_{max}^2} = \frac{85\text{ kg}\cdot 9,81\text{ m/s}^2}{(65\text{ m/s})^2} = 0,197\text{ Ns}^2/\text{m}^2.$$

c) Igjen, når fallskjermhopperen faller med konstant fart har vi

$$mg = Kv^2,$$

som medfører

$$v = \sqrt{\frac{mg}{K}} = \sqrt{\frac{85\ \mathrm{kg} \cdot 9,81\ \mathrm{m/s^2}}{23\ \mathrm{Ns^2/m^2}}} = 6,0\ \mathrm{m/s}.$$

Oppgave 5

a) Tiden golfballen tilbringer i luften finner vi ved å sette opp uttrykket for $y(t)$, og sette at dette skal være lik null. Vi får

$$y(t) = v_0 \sin\theta t - \frac{1}{2}gt^2 = 0,$$

som medfører

$$t = 0 \ \text{ eller } \ t = \frac{2v_0 \sin\theta}{g}.$$

$t = 0$ tilsvarer det tidspunktet der golfballen skytes ut, så det er det andre tidspunktet vi er ute etter. For at golfballen skal bevege seg en avstand L i løpet av denne tiden må den ha en fart i x-retning på

$$v_{0x} = v_0 \cos\theta = \frac{L}{\frac{2v_0 \sin\theta}{g}}$$

og vi finner

$$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{2\sin\theta\cos\theta}} = \sqrt{\frac{g(h^2+L^2)}{2h}}.$$

b) Tiden golfballen bruker på å bevege seg en avstand L i x-retning er

$$t = \frac{L}{v_0\cos\theta}.$$

Høyden til golfballen på dette tidspunktet finner vi fra uttrykket for $y(t)$:

$$y = v_0 \sin\theta \frac{L}{v_0\cos\theta} - \frac{1}{2}g\left(\frac{L}{v_0\cos\theta}\right)^2 = L\tan\theta - \frac{gL^2}{2v_0^2\cos^2\theta}.$$

Vi setter inn for $\tan\theta$ og $\cos\theta$, og finner

$$y = h - \frac{g(h^2+L^2)}{2v_0^2}.$$

c) Det enkleste er å ta utgangspunkt i hvor lang tid golfballen bruker på distansen L, og så vise at eplet vil være i samme høyde som golfballen på dette tidspunktet. Tiden det tar har vi allerede funnet, den er

$$t = \frac{L}{v_0 \cos\theta}.$$

På dette tidspunktet er høyden til eplet

$$y = h - \frac{1}{2}gt^2 = h - \frac{1}{2}g\left(\frac{L}{v_0 \cos\theta}\right)^2 = h - \frac{g(h^2 + L^2)}{2v_0^2}.$$

Dette er samme høyden som golfballen, altså vil golfballen treffe eplet.