# FYSIKK-OLYMPIADEN 2019 - 2020

## Løsningsforslag til 1. runde

### Oppgave 1

Bevegelseslikningen $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ gir med $v_0 = 0$ og $s = h_0$ at $t = \sqrt{\frac{2h_0}{a}}$. Da blir gjennomsnittsfarten for fallet $\bar{v} = \frac{h_0}{t} = \sqrt{\frac{h_0 a}{2}}$. Tilbakelagt strekning $s$ når vi har fått denne farten finner vi fra $2as = v^2 - v_0^2$:

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{\frac{h_0 a}{2}}{2a} = \frac{h_0}{4}$$

Høyden vi har når dette skjer er da

$$h = h_0 - s = \frac{3}{4}h_0.$$

### Oppgave 2

Vi finner først akselerasjonen til hele systemet.

$$F - (m + M)g = (m + M)a$$

som gir

$$a = \frac{F}{m + M} - g$$

Massen av snora fra toppen til avstanden $x$ er

$$m_x = \frac{x}{l}m$$

Vi bruker Newtons 2. lov på lengden $x$ av snora. Det gir:

$$F - S - m_x g = m_x a.$$

Altså

$$F - S - \frac{x}{l}mg = \frac{x}{l}ma = \frac{x}{l}m\left(\frac{F}{m + M} - g\right),$$

som gir

$$S = F\left(1 - \frac{xm}{l(m+M)}\right).$$

## Oppgave 3

Både jenta og kjelken akselererer. Vi kaller avstanden jenta beveger seg for $x$, og da beveger kjelken seg avstanden $l - x$ på samme tid. Akselerasjonene blir for jenta:

$$a_j = \frac{F}{M}$$

Og for kjelken, i motsatt retning:

$$a_k = \frac{F}{m}$$

Da får vi at $x = \frac{1}{2}a_j t^2$ og $l - x = \frac{1}{2}a_k t^2$, som gir

$$\frac{x}{l-x} = \frac{m}{M}.$$

Altså

$$x = \frac{ml}{m+M}$$

Det er selvsagt enklere å løse oppgaven ved å bruke at massesenteret ikke flytter seg (men det er ikke pensum):

$$Mgx = mg(l-x)$$

som gir

$$x = \frac{ml}{m+M}.$$

## Oppgave 4

Farta er konstant. Da er det totale arbeidet på systemet lik 0, og arbeidet fra gravitasjonen (som er lik $mgh$) er like stort som summen av arbeidene fra bremsekrafta, $F$, og de andre motstandskreftene, $R$:

$$W_F + W_R = mgh$$

$$W_F = mgh - W_R = mgh - Rs = 100\ \text{kg} \cdot 9,81\ \text{m/s}^2 \cdot 5,0\ \text{m} - 40N \cdot 70\ \text{m} = 2105\ \text{J}$$

Med to gjeldende siffer kan batteriene maksimalt motta 2,1 kJ fra bremsene ned denne bakken. Tiden dette tar blir 10 s siden bakken er 70 m med fart 7,0 m/s. Da blir den maksimale effekten 210 W eller 0,21 kW (altså løsning B).

## Oppgave 5

$$\Delta U = Q + W$$
$$W = \Delta U - Q = 9,0 \text{ kJ} - 12,1 \text{ kJ} = -3,1 \text{ kJ}$$

Siden arbeidet på sylinderen er negativt må sylinderen gjøre et arbeid på omgivelsene, og måten det kan gjøre det på er å trykke stempelet oppover. Arbeidet som utføres er $W = Fs$

$$s = \frac{W}{F} = \frac{W}{pA} = \frac{W}{p\pi r^2} = \frac{3100 \text{ J}}{100 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot \pi \cdot 1,0 \text{ m}^2} = 0,00987 \text{ m}.$$

Stempelet flyttes altså ca. 1 cm oppover. (Altså løsning D)

## Oppgave 6

Når vi står ved høyttaleren er avstanden til veggen og tilbake 5,5 m, som er 5,5 bølgelengder, slik at vi får destruktiv interferens som oppgitt. Hvis vi har gått avstanden $l$ fra høyttaleren er det to lydbølger som treffer oss, en direkte som har gått avstanden $l$ og en reflektert som har gått avstanden $2\sqrt{d^2 + (l/2)^2}$. Ved første minimum må veiforskjellen mellom disse være $A = n + \frac{1}{2}$ bølgelengder, og $n$ må være enten 4 eller 6. Vi må derfor løse likningen

$$2\sqrt{d^2 + (l/2)^2} - l = A\lambda$$

Det gir

$$l = \frac{4d^2 - A^2}{2A}$$

For at $l$ skal bli positiv må $n = 4$, og vi finner $l = 1,1$ m.

## Oppgave 7

Oppvarmet areal er $A$ mens speil-arealet er $n$ ganger oppvarmet areal, dvs. $nA$. Temperaturen er $T = 1000$ °C $= 1273$ K. Vi bruker solarkonstanten og Stefan-Boltzmann-konstanten fra tabellen og får:

Effekt inn = Effekt tatt ut via saltsmelten + strålingstap

$$nA \cdot 1,37 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2 \cdot 0,70 = A \cdot 200 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2 + A \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot T^4$$
$$\frac{nA}{A} = \frac{200 \cdot 10^3 + 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1273^4}{1,37 \cdot 10^3 \cdot 0,700}$$

Dermed blir $n = 364$.

## Oppgave 8

Med ytre resistans R får vi:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{2R}$$

Effekten blir:

$$P_1 = RI_1^2 = \frac{\mathcal{E}^2}{4R}$$

Med ytre resistans 2R får vi:

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{3R}$$

$$P_2 = 2RI_2^2 = \frac{2\mathcal{E}^2}{9R}$$

Forholdet mellom effektene blir da

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{\mathcal{E}^2}{4R}}{\frac{2\mathcal{E}^2}{9R}} = \frac{9}{8}.$$

Eller vi kan skrive

$$P_2 = \frac{8}{9}P_1$$

## Oppgave 9

Lastebilens akselerasjon er $a_l = \frac{v-v_0}{t} = \frac{36}{5{,}0 \cdot 3{,}6}$ m/s$^2$ $= 2,0$ m/s. Friksjonskraften mellom kassen og lastebilplanet er $R = \mu N = \mu G = 0,18mg = 1,766m$ m/s$^2$ hvor $m$ er massen til kassen. Kassen kommer til å akselerere i samme retning som lastebilen, men med akselerasjonen $a_k = \frac{R}{m} = 1,766$ m/s$^2$. Sett fra lastebilplanet, vil kassen akselerere med $a = a_l - a_k = 0,234$ m/s$^2$. Mens lastebilen akselererer vil kassen bevege seg strekningen $s = \frac{at^2}{2} = 2,925$ m langs lasteplanet. Kassen har nå en relativ bevegelse bakover i forhold til lastebilplanet med farta $v = at = 1,17$ m/s . I det lastebilen har kommet opp i fart vil kassen fortsette å akselerere med $a = 1,766$ m/s$^2$ relativt til lastebilen.

Tiden det tar før kassen stopper blir $t = \frac{v}{a} = \frac{1{,}17}{1{,}766}$ s $= 0,663$ s. Da har kassen beveget seg strekningen $s = \frac{vt}{2} = 0.388$ m. Kassen har da til sammen beveget seg $2,925$ m$+0,388$ m $=$ $3,31$ m $> 3,0$ m . Altså, kassen faller av lasteplanet.