



**Fysikkolympiaden**  
**1. runde**  
**27. oktober – 7. november 2014**

*Hjelpemidler: Tabell og formelsamlinger i fysikk og matematikk*

*Lommeregner*

*Tid: 90 minutter*

*Prøven består både av flervalgsoppgaver og oppgaver der du skal vise hvordan du har kommet fram til svaret. På flervalgsoppgavene er det oppgitt fire eller fem mulige svar angitt med en bokstav. Sett en ring rundt bokstaven ved det svaret du mener er riktig.*

*Maks poeng er angitt for hver oppgave.*

*Oppgavesettet har 4 sider, og det er 9 oppgaver.*

**Lykke til!**

**Oppgave 1 (2 poeng)**

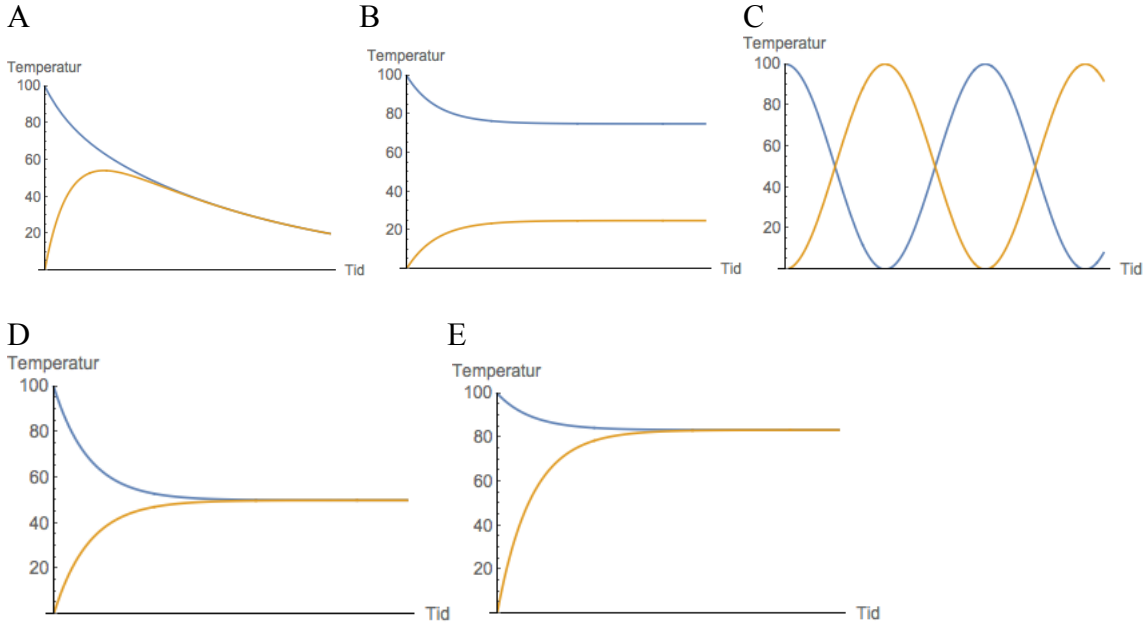
Tre motstander med resistansene  $1 \Omega$ ,  $2 \Omega$  og  $3 \Omega$  er koplet i parallell. Den samlede resistansen er  $R_p$ . Hva blir den samlede resistansen hvis de tre motstandene koples i serie?

- A.  $3 R_p$
- B.  $6 R_p$
- C.  $11 R_p$
- D.  $15 R_p$

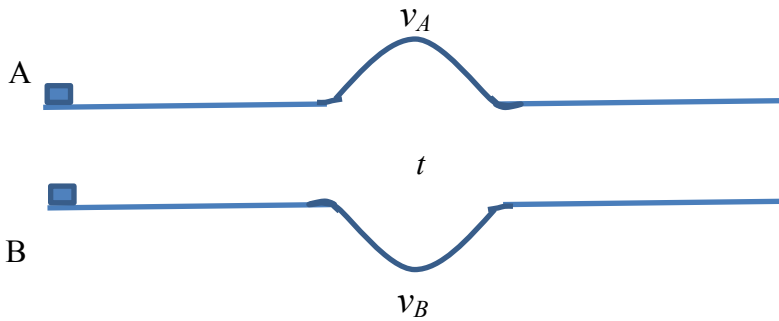
**Oppgave 2 (2 poeng)**

To identiske jernblokker befinner seg i et termisk isolert kammer, og er ikke i kontakt med hverandre. En blokk holder  $0^\circ\text{C}$ , og den andre holder  $100^\circ\text{C}$ . Blokkene flyttes deretter sammen, slik at varme ledes mellom dem. Hvilken av grafene under viser best hvordan temperaturene i blokkene utvikler seg over tid?

(Vi kan se bort fra varmestråling.)



**Oppgave 3 (2 poeng)**



Figuren viser to baner med to like «dumper», den ene opp og den andre ned. To like gjenstander starter i henholdsvis A og B, begge med farten 2 m/s, og de beveger seg mot høyre. Gjenstanden i bane B har farten  $v_B = 3$  m/s når den er i bunnen av dumpen.

Hva blir farten til gjenstanden i bane A på toppen av dumpen? Se bort fra friksjon.

- A. Den når ikke opp til toppen
- B. 2 m/s
- C. 1 m/s
- D. 0,5 m/s

#### Oppgave 4 (3 poeng)

En fotball med massen  $m_f$  og en bordtennisball med massen  $m_b$  beveger seg slik at de har samme bevegelsesmengde. Hva er forholdet mellom den kinetiske energien til bortennisballen og den kinetiske energien til fotballen? Forholdet mellom massene er  $m_b/m_f = 0,01$ .

- A. 0,0001
- B. 0,01
- C. 1
- D. 100
- E. 10000

#### Oppgave 5 (3 poeng)

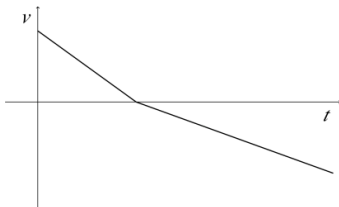
En boks der en av sideflatene består av en svart metallplate som absorberer all stråling fungerer som en enkel solfanger. De andre sidene er fullstendig varmeisoleret. Boksen plasseres i sola slik at solstrålene treffer vinkelrett på den absorberende metallflata med en intensitet på  $600 \text{ W/m}^2$ . Vi ser her bort fra varmeledning til eller fra lufta utenfor boksen. Temperaturen inne i boksen ved termisk likevekt er da omtrent:

- A. 300 K
- B. 320 K
- C. 340 K
- D. 640 K

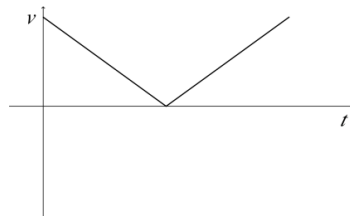
#### Oppgave 6 (3 poeng)

En vogn er gitt et dytt og beveger seg oppover et skråplan. På vogna er det montert et seil. Hvilken av fartsgrafene under beskriver best den videre bevegelsen? Se bort fra friksjonen mellom vogna og skråplanet, men altså ikke luftmotstanden.

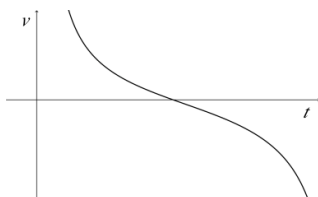
A



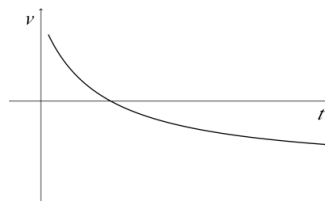
B



C



D



### Oppgave 7 (3 poeng)

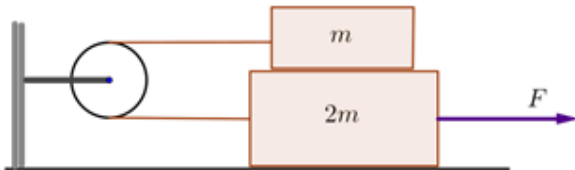
Når en atomkjerne spontant spaltes til to mindre atomkjerne kalles det Cluster Decay.

$^{114}_{56}\text{Ba}$  er ustabil og har en viss sjanse til å spaltes til  $^{102}_{50}\text{Sn}$  og  $^{12}_6\text{C}$ .

Dersom denne spaltingen skjer, hva vil sammenhengen være mellom fartene de to kjernene får etter spaltingen?

- A.  $v_{C12} \approx 3 v_{Sn102}$
- B.  $v_{C12} \approx \frac{25}{3} v_{Sn102}$
- C.  $v_{C12} \approx \frac{17}{2} v_{Sn102}$
- D.  $v_{C12} \approx 10 v_{Sn102}$

### Oppgave 8 (4 poeng)



To klosser, med masser  $m$  og  $2m$ , er forbundet med en snor over en trinse slik figuren viser. Det er ingen friksjon i trinsa. Friksjonstallet mellom klossene og mellom underlaget og klossene er  $\mu$ . Den nederste klossen trekkes med konstant fart mot høyre av en kraft  $F$ . Tyngdens akselerasjon er  $g$ .

Finn  $F$ .

### Oppgave 9 (5 poeng)

Du befinner deg ved Djupvasshytta. Det er 16 km og en høydeforskjell på 1030 meter ned til Geiranger. Elbilen din har et nesten tomt batteri. Undersøk hvor mange haikere du må ta med deg på turen ned til Geiranger, for å kunne komme opp igjen til Djupvasshytta.

Elbilen med sjåfør har massen 1500 kg og et energiforbruk på 0,15 kWh/km ved blandet kjøring på flat vei. I oppoverbakke vil merforbruket være proporsjonalt med antall høydemeter. I nedoverbakke vil elmotoren virke som en generator og produsere strøm til å lade opp batteriet. Anta en virkningsgrad på 85 % både ved forbruk og lading.

Gjør også greie for hvilke antakelser (eller forenklinger) du gjør for å kunne beregne antall haikere.

## Løsning med poeng

### Oppgave 1 C (2 poeng)

Parallellkopling:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{3\Omega} = \frac{11}{6}\Omega^{-1}$$

$$R_p = \frac{6}{11}\Omega$$

I serie:

$$R_s = (1 + 2 + 3)\Omega = 6\Omega$$

$$\text{Da blir } R_s = 11 \cdot R_p$$

### Oppgave 2 D (2 poeng)

To eksponentialfunksjoner. Den ene synkende fra 100 °C til 50 °C, den andre stigende fra 0 °C til 50 °C.

### Oppgave 3 A (2 poeng)

Gjenstanden i bane B har økt sin kinetiske energi i bunnen av dumpen:

$$\Delta E_{kB} = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v^2) = \frac{1}{2}m(3^2 - 2^2)\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \frac{5}{2}m\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Gjenstand A må da miste tilsvarende kinetisk energi opp mot toppen.

$$\Delta E_{kA} = \frac{1}{2}m(2^2 - (\frac{5}{2})^2)\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} < 0$$

Altså når den ikke opp til toppen!

### Oppgave 4 D (3 poeng)

Den kinetiske energien er

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{(mv)^2}{2m}$$

Hvis bevegelsesmengden ( $mv$ ) er den samme for begge ballene er

$$\frac{E_{k,b}}{E_{k,f}} = \frac{m_f}{m_b} = 100$$

**Oppgave 5 B (3 poeng)**

Temperaturen inne i boksen vil nærme seg temperaturen på metallplata. Mottatt energi er da lik avgitt strålingsenergi fra metallplata. Stefan-Boltzmanns strålingslov gir da:

$$MA = A\sigma T^4$$

Der  $M$  er  $600 \text{ W/m}^2$ ,  $A$  er metallplatas areal,

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

og  $T$  er temperaturen.

Vi får:

$$T = \sqrt[4]{\frac{M}{\sigma}} = 321 \text{ K}$$

Altså alternativ B

**Oppgave 6 D (3 poeng)**

For små hastigheter går luftmotstanden som  $L = kv$  (for større hastigheter går den som  $L = kv^2$ ). På vei oppover virker tyngdekraften og luftmotstanden i samme retning, mot bevegelsen. Dess saktere vognen beveger seg, jo mindre bidrag fra luftmotstanden. Når vognen beveger seg nedover, vil tyngden og luftmotstanden virke i hver sin retning. Til å begynne med vil luftmotstanden bidra lite. Etter hvert som farten øker vil bidraget fra luftmotstanden bli større og større, og farten vil gå asymptotisk mot en konstant

**Oppgave 7 C (3 poeng)**

Finner fram noen relevante størrelser (siste er ikke i formelsamlinga, men må antas):

$$m_{C12} = 12u$$

$$m_{Sn102} \approx 102u \text{ (egentlig } 101,93u)$$

Har at

$$p_{f\ddot{o}r} = p_{etter}$$

og ( $p_{f\ddot{o}r} = 0$ ) det vil si at:

$$m_{C12}v_{C12} = m_{Sn102}v_{Sn102}$$

$$v_{C12} = \frac{m_{Sn102}}{m_{C12}}v_{Sn102} \approx \frac{102u}{12u}v_{Sn102} = \frac{17}{2}v_{Sn102}$$

**Oppgave 8 (4 poeng)**

Det virker tre krefter mot venstre på klossen med massen  $2m$ .  $F$  er summen av disse.

Friksjon fra øverste kloss:  $\mu mg$

Snordraget	$\mu mg$
Friksjon fra underlaget	$\mu \cdot 3mg$

Dermed blir:

$$F = \mu mg + \mu mg + 3\mu mg = 5\mu mg$$

### Oppgave 9 (5 poeng)

(Denne oppgaven er vanskelig. Gi poeng for gode resonnementer selv om en ikke er kommet frem til et svar).

$M$  er den totale massen på haikere,  $h = 1030$  m og  $s = 16$  km

Energiforbruk per m:

$$S = 0,15 \text{ kWh/km} = 540 \text{ J/m}$$

Vi antar at denne energien går til å overvinne luftmotstand og annen friksjon, og at vi ser bort fra strømforbruk til servostyring, lys, klimaanlegg osv.

Bevegelsesmotstand (friksjon) blir da:

$$F = \eta S = 0,85 \cdot 0,15 \text{ kWh/km} = 459 \text{ J/m}$$

(Trekke lite hvis noen bruker  $S = 0,15$  kWh/km som bevegelsesmotstand i den videre regningen. Det er også en ganske god tilnærming).

Forbruk oppover:

$$\eta W_{opp} = \Delta E_{po} + Fs$$

$$W_{opp} = \frac{\Delta E_{po}}{\eta} + \frac{Fs}{\eta} = \frac{mgh}{\eta} + \frac{Fs}{\eta}$$

Lading av batteri nedover:

$$E_{ned} = \eta(\Delta E_{pn} - Fs) = \eta((m + M)gh - Fs)$$

Lading lik forbruk

$$W_{opp} = E_{ned} \quad \text{som gir:}$$

$$M = \left(\frac{1}{\eta^2} + 1\right) \frac{Fs}{gh} + \left(\frac{1}{\eta^2} - 1\right) m$$

$$M = 2309 \text{ kg}$$

Antar vi at gjennomsnittsvekten til passasjerene er 75kg, gir dette 31 passasjerer. Det blir litt trangt!