



**Fysikkolympiaden**  
**1. runde**  
**28. oktober – 8. november 2013**

*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)**

En gass blir tilført 10 J varmeenergi ved konstant trykk.

Da vil den indre energien

- A. øke med 10 J
- B. øke med mindre enn 10 J
- C. øke med mer enn 10 J
- D. forbli uforandret

**Oppgave 2 (2 poeng)**

Den internasjonale romstasjonen ISS blir truffet av romavfall i en front-mot-frontkollisjon. Massen til ISS er mye større enn massen til romavfallet. Etter kollisjonen blir romavfallet hengende fast i ISS.

Hvilken av ISS og romavfallet er det som opplever den største endringen i bevegelsesmengde?

- A. ISS
- B. Romavfallet
- C. ISS og romavfallet opplever like stor endring i bevegelsesmengde
- D. Vi kan ikke avgjøre hvem som får størst endring i bevegelsesmengde uten først å vite farten før og etter sammenstøtet

### Oppgave 3 (2 poeng)

Figuren viser to like bølgekilder P og Q som svinger i fase på en vannoverflate. Vi ser vannoverflaten ovenfra. Avstanden mellom P og Q er 10 cm. Vannbølgene har farten 0,40 m/s.

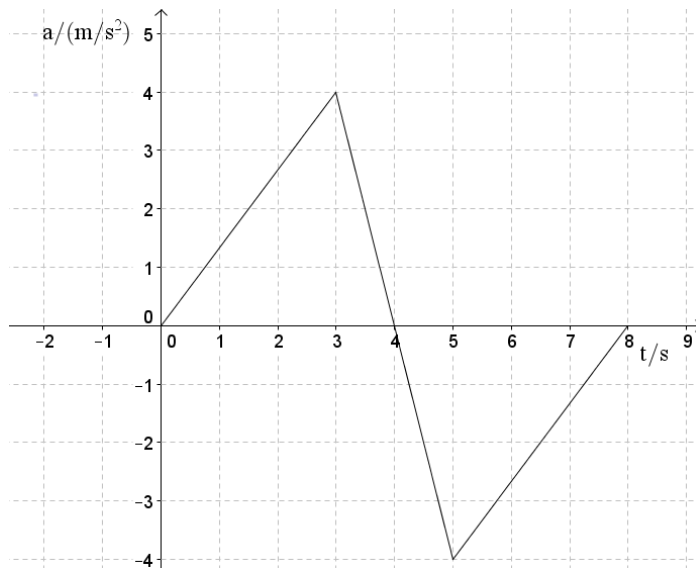


Hva er den minste frekvensen bølgekildene kan svinge med for at korken ved R skal bli liggende i ro?

- A. 0,50 Hz
- B. 1,0 Hz
- C. 1,5 Hz
- D. 2,0 Hz

### Oppgave 4 (2 poeng)

Grafen viser akselerasjonen ved rettlinjet bevegelse. Gjenstanden er i ro ved  $t = 0$ . Ved hvilke( $t$ ) tidspunkt eller tidsintervall har gjenstanden størst fart?



- A. Ved  $t = 3$  s
- B. Ved  $t = 4$  s
- C. Ved  $t = 5$  s
- D. Ved både  $t = 3$  s og  $t = 5$  s
- E. Mellom  $t = 4$  s og  $t = 5$  s

### Oppgave 5 (2 poeng)

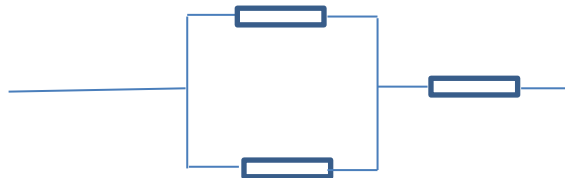
Henrik sitter på en huske som har en egenfrekvens på 0,5 Hz. Han synes det svinger for lite og roper på Mariann for å bli dyttet. Mariann står på en side og dytter.

Hvor ofte bør Mariann dytte Henrik for å få resonans?

- A. En gang hvert annet sekund.
- B. En gang i sekundet.
- C. To ganger i sekundet.
- D. Fire ganger i sekundet.
- E. Det er umulig å få resonans.



### Oppgave 6 (3 poeng)



Figuren viser en krets med tre like motstander. Hver motstand kan gi en maksimal effekt på  $P$  uten at den blir overopphetet.

Hva blir maksimal effekt for hele kretsen?

- A.  $P$
- B.  $\frac{3P}{2}$
- C.  $2P$
- D.  $3P$

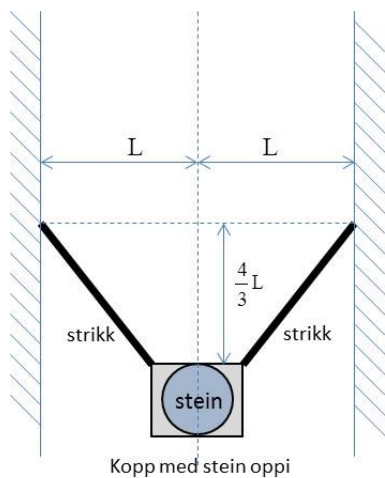
### Oppgave 7 (3 poeng)

To like baller blir kastet rett oppover med samme utgangshastighet. Den ene kastes i luft, den andre i vakuum. Hvilken ball bruker lengst tid for å nå toppen av banen sin?

- A. Ballen i vakuum
- B. Ballen i luft
- C. De bruker like lang tid
- D. Det kommer an på utgangsfarten

### Oppgave 8 (5 poeng)

En loddrett sprettert består av to identiske og elastiske strikker og en kopp.



Figuren viser ikke riktig størrelsesforhold. Vi kan se bort fra koppens diameter og høyde da de er små i forhold til  $L$ . Vi kan også se bort fra all friksjon og luftmotstand, samt massene til strikkene og koppen.

Lengden på strikkene når de ikke er strekt er  $L$ . Da er de i vannrett stilling.

Vi legger en stein oppi koppen og trekker koppen loddrett nedover. Vi slipper koppen når

den befinner seg  $\frac{4}{3}L$  under vannrett stilling. Akselerasjonen til steinen (og koppen) like

etter at vi slipper koppen er  $5g$  hvor  $g$  er tyngdeakselerasjonen.

Hvor høyt kommer steinen målt fra der vi slipper koppen?

### Oppgave 9 (5 poeng)

Hvor mye varmer fullmånen?

Bruk data fra fysikktabellene og finn innstrålingstettheten til jorda fra fullmånen.

Oppgi hvilke antakelser du gjør for å forenkle beregningene.

**Fysikkolympiaden**  
**1. runde**  
**28. oktober – 8. november 2013**  
**Løsning med poeng**

**Oppgave 1 B** (2 poeng)

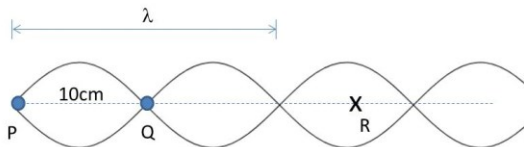
Når gassen blir tilført varmeenergi under konstant trykk, må gassen utvide seg og dermed gjøre arbeid på omgivelsene. Den indre energien vil derfor øke med mindre enn 10 J

**Oppgave 2 C** (2 poeng)

Loven om bevaring av bevegelsesmengde gir at endringen i bevegelsesmengde må være like stor for begge to. Det vil si at endringen i bevegelsesmengde må bli null for hele systemet. Da må endringen i bevegelsesmengde være like stor for ISS som for romavfallet og i motsatt retning.

**Oppgave 3 D** (2 poeng)

For at korken ved R skal bli liggende i ro må vi ha fullstendig destruktiv interferens, og for å få fullstendig destruktiv interferens må det være en halv bølgelengdeforskjell mellom P og Q.



$$\frac{\lambda}{2} = 10 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 0,20 \text{ m}$$

$$\text{Da blir } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{0,40 \text{ m/s}}{0,20 \text{ m}} = 2,0 \text{ Hz}$$

Vi vil også få destruktiv interferens hvis  $\frac{3}{2}\lambda = 10 \text{ cm}$ ,  $\frac{5}{2}\lambda = 10 \text{ cm}$ , osv., men  $\frac{\lambda}{2} = 10 \text{ cm}$  gir den minste frekvensen.

**Oppgave 4 B** (2 poeng)

Så lenge gjenstanden har positiv akselerasjon vil farten øke. Når akselerasjonen går fra å være positiv til negativ ved tiden  $t = 4$  s er farten størst.  
( $v$  er størst når  $a = v'(t) = 0$ )

**Oppgave 5 A** (2 poeng)

Vi får resonans når vi påfører husken en kraft med frekvens lik huskens egenfrekvens. Egenfrekvensen til husken er 0,5 svingninger per sekund. Mariann bør derfor dytte 0,5 ganger per sekund, dvs en gang hvert annet sekund.

**Oppgave 6 B** (3 poeng)

Vi har at  $I^2 = \frac{P}{R}$

og at halve strømmen går gjennom hver av motstandene i parallellkoplingen:

$$P_{maks} = \left(\frac{I}{2}\right)^2 \cdot R + \left(\frac{I}{2}\right)^2 \cdot R + I^2 \cdot R$$

$$P_{maks} = \frac{P}{4} + \frac{P}{4} + P = \frac{3P}{2}$$

**Oppgave 7 A** (3 poeng)

I luft vil kraften som bremser være tyngdekraften + luftmotstanden, og den vil derfor gi større akselerasjon. Derfor blir farten tidligere 0, og ballen i vakuum bruker lengst tid.

### Oppgave 8

(5 poeng)

Energibevaring gir

$$mgh = 2 \cdot \frac{1}{2} kx^2 \quad (\text{I})$$

Der  $x$  er fjærforlengelsen (se figur) og  $k$  er fjærkonstanten for hver av fjærene

Finner  $x$  og  $k$ :

$$(L+x)^2 = L^2 + \left(\frac{4}{3}L\right)^2$$

Som gir

$$x = \frac{2}{3}L \quad (\text{II})$$

Dessuten er

$\Sigma F = ma$  som gir

$$2F \cos \alpha - G = m \cdot 5g$$

$$2kx \left( \frac{4L}{3(L+x)} \right) - mg = 5mg$$

$$2k \left( \frac{2}{3}L \right) \left( \frac{4L}{3 \left( L + \left( \frac{2}{3}L \right) \right)} \right) = 6mg$$

$$k = \frac{45mg}{8L} \quad (\text{III})$$

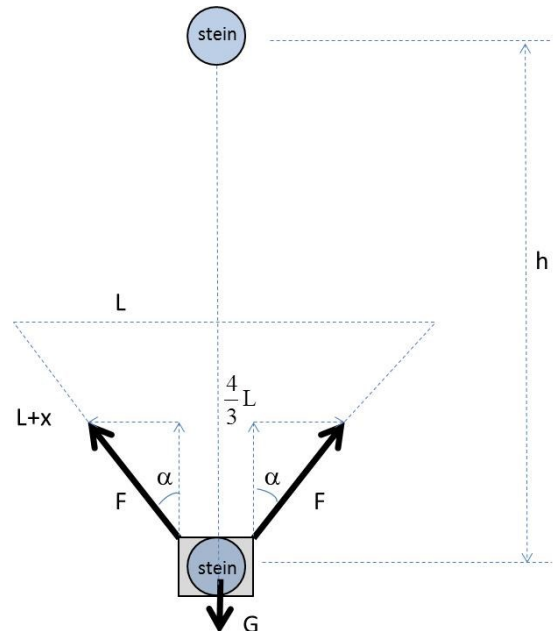
Setter (II) og (III) inn i (I):

$$mgh = 2 \cdot \frac{1}{2} kx^2$$

$$mgh = \left( \frac{45mg}{8L} \right) \left( \frac{2}{3}L \right)^2$$

Og dermed

$$h = \frac{5}{2}L$$



### Oppgave 9 (5 poeng)

Vi antar at all stråling fra sola som treffer månen straks stråles ut igjen som diffus refleksjon og temperaturstråling. Vi ser altså bort fra energi som lagres i månematerialet og stråles ut seinere på skyggesiden.

Videre antar vi at utstrålingen fra månens solside er like stor i alle retninger som peker vinkelrett opp fra månens solbelyste overflate, og null i alle andre retninger. Den siste antakelsen er nok den største feilkilden fordi sentralområdene i fullmånen er varmest og stråler i størst grad i vår retning. Svaret vi finner er derfor med stor sannsynlighet for lavt.

$$L = 3,8 \cdot 10^{26} \text{ W} \quad \text{utstrålt effekt fra sola}$$

Den kan vi finne ved:

$$L = UA = \sigma T^4 4\pi R^2 = 3,8 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

Der  $T = 5780 \text{ K}$  og  $R = 6,95 \cdot 10^8 \text{ m}$  som er henholdsvis solas temperatur og radius, og

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

$$D = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m} \quad \text{avstanden fra sola til fullmånen}$$

$$E_m \quad \text{innstrålingstettheten fra sola til månen (W/m}^2\text{)}$$

$$R_m = 1,7 \cdot 10^6 \text{ m} \quad \text{månens radius}$$

$$L_m \quad \text{månens utstrålte effekt (W)}$$

$$d = 3,84 \cdot 10^8 \text{ m} \quad \text{avstanden fra månen til jorda}$$

Vi har:

$$E_m = \frac{L}{4\pi D^2}$$

$$L_m = E_m \cdot \pi R_m^2$$

$$E_J = \frac{L_m}{2\pi d^2} \quad (\text{utstrålt energi fra månen fordelt over en halv kuleflate})$$

Vi setter inn de to første uttrykkene og får

$$E_J = \frac{E_m \cdot \pi R_m^2}{2\pi d^2} = \frac{L \cdot \pi R_m^2}{4\pi D^2 2\pi d^2} = \frac{L R_m^2}{8\pi D^2 d^2}$$

Vi setter inn tallene og får

$$E_J = 0,013 \text{ W/m}^2 \quad \text{til jorda (utenfor atmosfæren) fra fullmånen}$$

Det vil si at lyset fra fullmånen er en viktigere trivselsfaktor enn varmestrålingen.