**Norsk Fysikklærerforening**
**I samarbeid med Skolelaboratoriet,**
**Fysisk institutt, UiO**

# FYSIKK-OLYMPIADEN 2021 - 2022

## Første runde: 25. oktober -5. november 2021

**Varighet:** 90 minutter
**Hjelpemidler:** Lommeregner og utdelt formelark
**Oppgavesettet består av 4 sider og det er 10 oppgaver.**
Oppgavesettet består både av flervalgsoppgaver og oppgaver der du skal vise hvordan du har kommet fram til svaret. På flervalgsoppgavene er det oppgitt flere 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.
**Lykke til!**

### Oppgave 1 (4 poeng)

Et 9 V batteri kan gi 550 mAh og koster 30 kroner.

Hvis vi antar at prisen per kWh fra nettet er 1,20 kroner, hvor mye dyrere er energien fra batteriet enn fra nettet?

A. 25 ganger så dyr

B. 100 ganger så dyr

C. 500 ganger så dyr

D. 5000 ganger så dyr

### Oppgave 2 (4 poeng)

Du blander sammen 1 liter vann med temperaturen 10°C og 3 liter vann med temperaturen 70°C. Hva blir temperaturen til blandingen?

A. 25°C

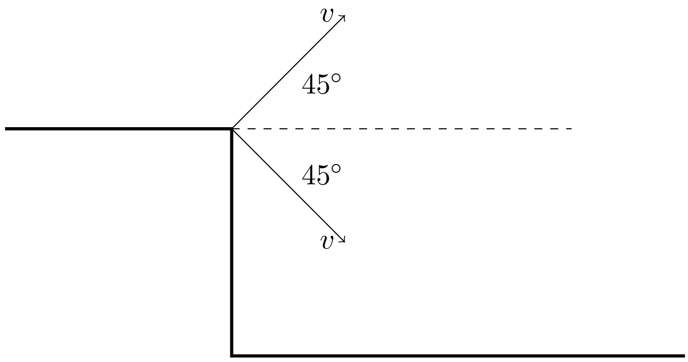
B. 35°C

C. 45°C

D. 55°C

## Oppgave 3 (4 poeng)

Vi kaster to baller utfor en kant fra samme utgangspunkt, og vi ser bort fra luftmotstand. Ball A kaster vi med en vinkel på 45° oppover. Den andre ballen, B, kaster vi med samme fart, men nå med en vinkel på 45° nedover.




Hvilken ball har størst fart når den treffer bakken?

A. A

B. B

C. De har samme fart

D. Det er umulig å avgjøre

## Oppgave 4 (4 poeng)

Mellom to parallelle plater, hver med areal $A$ og innbyrdes avstand $d$, er det en viskøs væske (en væske som motsetter seg deformasjon). Den ene plata trekkes med konstant fart $v$ av en kraft $F$ parallell med platene. $F$ er da proporsjonal med $A$ og med farten $v$, og omvendt proporsjonal med avstanden $d$. Proporsjonalitetskonstanten $\mu$ kalles væskens viskositet. Hva er enheten til $\mu$?

A. $\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}^2}$

B. $\frac{\mathrm{kg\ s}}{\mathrm{m}}$

C. $\frac{\mathrm{Nm}^3}{\mathrm{s}}$

D. $\frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}^3}$

## Oppgave 5 (4 poeng)

I et kraftig regnvær kommer det 6,0 mm nedbør per time. Vi antar at regndråpene har en gjennomsnittlig diameter på 1,8 mm. Da har de en fallhastighet på 5,8 m/s. Omtrent hvor mye vann er det per m$^3$ luft i et slikt regnvær?

A. 0,1 g

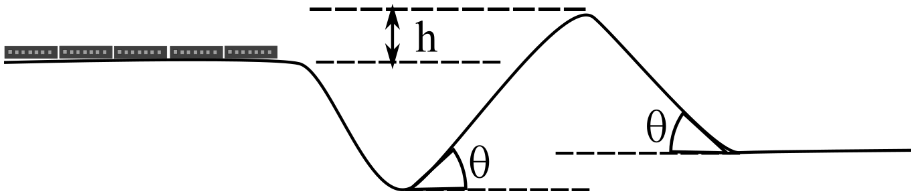
B. 0,3 g

C. 2 g

D. 4 g

## Oppgave 6 (4 poeng)

Et tog med lengden $L$ står i ro på en horisontal flate. Så gir vi det bitte litt fart, så det akkurat begynner å trille utfor en bakke. Etter en stund kommer toget til et fjell det må trille over. Fjellet har en helning $\theta$ med horisontalen på begge sider. Hvor høyt over startpunktet kan toppen av fjellet maksimalt være, for at toget akkurat skal komme over? Toget har ingen motor, og du skal se bort fra all friksjon og luftmotstand.




A. $h = 0$

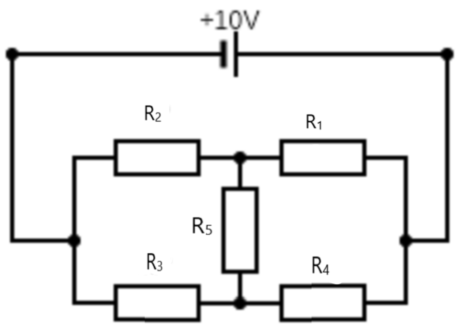
B. $\frac{1}{4} L \sin\theta$

C. $\frac{L}{4\tan\theta}$

D. $\frac{L}{4\cos\theta}$

## Oppgave 7 (4 poeng)

Vi har følgende krets:




$R_1 = 2\ \Omega$, $R_2 = 8\ \Omega$, $R_3 = 5\ \Omega$, $R_4 = 5\ \Omega$, $R_5 = 3000\ \Omega$. Spenningskilden er på 10 V og har positiv pol til høyre i figuren over. Omtrent hvor stor blir strømmen gjennom motstanden $R_5$?

A. 3 mA oppover på figuren

B. 3 mA nedover på figuren

C. 1 mA oppover på figuren

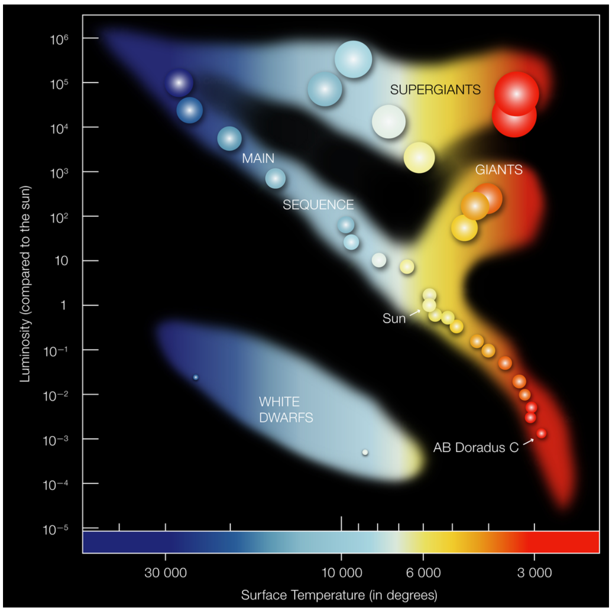
D. 1 mA nedover på figuren

E. 10 mA oppover på figuren

F. 10 mA nedover på figuren

## Oppgave 8 (4 poeng)

Figuren under viser et HR-diagram (hentet fra European Southern Observatory):




Stjernene A og B befinner seg i HR-digrammet, men disse er ikke tegnet inn. Vi får oppgitt at stjerne A har luminositet 0,01 (sammenliknet med sola) og temperatur 10 000 K, mens stjerne B har luminositet 0,01 og temperatur 3300 K. Hva kan vi da vite om massene til stjerne A og B?

A. Stjerne A har en masse på mellom 1,4 og 8 solmasser, stjerne B har en masse mellom 0,08 og 1 solmasse.

B. Stjerne A har en masse mellom 0,08 og 1,4 solmasser, stjerne B har en masse mellom 0,08 og 1 solmasse.

C. Stjerne A har en masse på mellom 1,4 og 8 solmasser, stjerne B har en masse over 1 solmasse.

D. Stjerne A har en masse mellom 0,08 og 1,4 solmasser, stjerne B har en masse mellom 1 og 8 solmasser.

E. Stjerne A har en masse mellom 0,08 og 1 solmasser, stjerne B har en masse mellom 1,4 og 8 solmasser.

## Oppgave 9 (4 poeng)

En liten ball blir holdt i ro i vann en avstand $d$ under vannflaten. Så slipper vi ballen, den stiger til overflaten av vannet og spretter deretter en høyde $h$ over vannflaten. Ballen har massen $m$ og radien $r$. Vannet har tettheten $\rho$. Se bort fra oppdriften i luft, luftmotstand og motstanden i vannet.

Finn et uttrykk for høyden $h$. Hint: Du kan få bruk for at oppdriften kan uttrykkes som $O = \rho V g$ der $V$ er volumet til ballen.

## Oppgave 10 (4 poeng)

Vi kaster to baller rett opp i samme retning, men de kastes ikke samtidig. Ball nummer 1 kastes rett opp med utgangsfart $v$. Etter tida $t$ kastes fra samme sted ball nummer 2 rett opp med utgangsfart $2v$. Ball 2 treffer ball 1 idet denne er på sitt høyeste punkt.

Finn $t$. (Se bort fra luftmotstand og diameteren til ballene)

# FYSIKK-OLYMPIADEN 2021 - 2022

## Løsningsforslag til 1. runde

### Oppgave 1

Alternativ D

Energien i batteriet er $E = UIt = 9 \cdot 0,55$ Wh. Kostnaden blir

$$\frac{30}{5}\frac{\text{kr}}{\text{Wh}} = 6\frac{\text{kr}}{\text{Wh}} = 6000\frac{\text{kr}}{\text{kWh}}.$$

Energien fra batteriet blir da 6000/1,2 = 5000 ganger dyrere enn fra nettet.

### Oppgave 2

Alternativ D

Hvis varmekapasiteten er $C$, det kalde vannet har temperaturen $T_1 = 10°\text{C}$ og massen $m_1 = 1$ kg, det varme vannet har temperaturen $T_2 = 70°\text{C}$ og massen $m_2 = 3$ kg, og temperaturen til blandingen er $T$, er varmen som overføres fra det varme til det kalde vannet $Q = Cm_1(T - T_1) = Cm_2(T_2 - T)$ som gir

$$T = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} = 55°\text{C}.$$

### Oppgave 3

Alternativ C

Farten er den samme. Energibevaring gir at $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, altså er farten uavhengig av vinkelen.

### Oppgave 4

Alternativ A

Opplysningene i oppgaven gir at

$$F = \mu\frac{Av}{d}.$$

Vi løser for viskositeten

$$\mu = \frac{Fd}{Av}.$$

Dermed blir enheten

$$[\mu] = \frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{m}^2\ \mathrm{m/s}} = \frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{m}^2}.$$

## Oppgave 5

Alternativ B

6 mm vann på 1 $\mathrm{m}^2$ er lik 6 liter vann = 6000 $\mathrm{cm}^3$. La $V$ være vannvolumet per $\mathrm{m}^3$ luft. Hvert sekund faller det ned 5,8$V$ vann på hver $\mathrm{m}^2$. Det er 3600 sekunder i en time, og vi får

$$3600 \cdot 5,8V = 6000\ \mathrm{cm}^3.$$

Dermed er

$$V = \frac{6000\ \mathrm{cm}^3}{3600 \cdot 5,8} = 0,29\ \mathrm{cm}^3.$$

Altså omtrent 0,3 g vann.

## Oppgave 6

Alternativ B

Togets massesenter er på det høyeste idet midten av toget er akkurat på fjelltoppen. For at toget akkurat skal komme over må massesenteret da være like høyt som der toget starta. Massesenteret må ligge like høyt som massesentrene til hver halvpart av toget, og ligger følgelig i avstanden $L/4$ fra toppen, regnet langs toget. Dette svarer til høydeforskjellen $h = \frac{L}{4} \sin\theta$.

## Oppgave 7

Alternativ D

$R_5$ er mye større enn de andre motstandene, så en veldig liten del av strømmen vil gå gjennom denne. Vi får derfor en god tilnærming om vi ser bort fra strømmen gjennom den for å finne spenningen over $R_5$. Da blir strømmen i øvre grein (gjennom $R_1$ og $R_2$) like stor som strømmen i nedre grein ($R_3$ og $R_4$). Begge greinene har en resistanse på 10

$\Omega$, så potensialet har falt til 8 V rett over $R_5$ og 5 V rett under $R_5$. (Om du ikke har lært om potensiale kan du finne ut dette ved å se at strømmen er 1 A i hver grein, slik at spenningen over $R_1$, ofte kalt "spenningsfall", blir 2 V etc.) Spenningen vil altså bli $U_5 = 3$ V over $R_5$. Ohms lov gir $I_5 = U_5/R_5$=3 V/3000 $\Omega$=1 mA. Strømretningen vil være nedover på figuren. Riktig svar blir altså D.

## Oppgave 8

Alternativ B

Fra opplysningene om stjernene ser vi at A er en hvit dverg, og B er en hovedseriestjerne nede til høyre for sola. Stjernene må ha en masse over 0,08 solmasser for å starte fusjon. Hvite dverger kan ikke ha masse over 1,4 solmasser (da vil de bli nøytronstjerner i stedet), så A er mellom 0,08 og 1,4 solmasser. Siden B er en hovedseriestjerne med lavere temperatur og luminositet enn sola er massen lavere enn solas. Det er derfor B som er riktig alternativ.

## Oppgave 9

Dersom vi kan finne farten til ballen ved vannoverflaten, så kan vi finne den maksimale høyden $h$ til ballen ved: $v^2 = 2gh$. Farten ved vannoverflaten kan vi finne dersom vi kjenner ballens akselerasjon under vann.

Kreftene på ballen under vann er oppdrift og tyngden, altså er gir Newtons andre lov: $O - mg = ma$ Da blir akselerasjonen

$$a = \frac{O - mg}{m} = \frac{\rho V g - mg}{m}.$$

Ved vannflaten er farten gitt av

$$v^2 = 2ad = 2\frac{\rho V g - mg}{m}d.$$

Ved høyden $h$ over vannflaten er farten null, og da blir

$$v^2 = 2gh.$$

Altså er

$$2gh = 2\frac{\rho V g - mg}{m}d,$$

og høyden blir da

$$h = \left(\frac{4\pi r^3 \rho}{3m} - 1\right) \cdot d.$$

## Oppgave 10

Vi lar tiden $t_1$ være tiden det tar for ball 1 å sitt høyste punkt fra det tidspunktet den kastes. Ved $t_1$ er farten til ball 1 lik null, som betyr at $0 = v - gt_1$. Da bruker ball 1 tida $\frac{v}{g} = t_1$. Høyden til ball 1 ved $t_1$ er da gitt av $v^2 = 2gh$, slik at høyden til ball 1 ved sitt høyeste punkt er $h = \frac{v^2}{2g}$ over startpunktet.

Vi definerer $t_2$ som tiden ball 2 bruker til høyden $h$ fra den kastes. Siden ballene er ved $h$ samtidig, har vi at $t_2 + t = t_1$. Siden utgangsfarten til ball 2 er $2v$ finner vi ved veiloven at

$$h = 2vt_2 - \frac{1}{2}gt_2^2,$$

og siden ballene er ved samme høyde $h$ får vi at

$$\frac{v^2}{2g} = 2vt_2 - \frac{1}{2}gt_2^2,$$

denne likningen løser vi for $t_2$ og finner

$$t_2 = \frac{v}{g}(2 - \sqrt{3}).$$

Den søkte tida $t$ er lik differensen $t_1 - t_2$, det vil si

$$t = \frac{v}{g} - \frac{v}{g}(2 - \sqrt{3}) = \frac{v}{g}(\sqrt{3} - 1).$$