



Norsk Fysikklærerforening
I samarbeid med Skolelaboratoriet,
Fysisk institutt, UiO

FYSIKK-OLYMPIADEN 2022 - 2023

Andre runde: Tirsdag 31. januar - 2023

Varighet: 3 klokketimer

Hjelpemidler: Vedlagt formelark, lommeregner

Oppgavesettet består av 2 sider og det er 7 oppgaver.

Fysikk-OL-komiteen ønsker å legge ut på våre nettsider

(<https://www.mn.uio.no/fysikk/forskning/grupper/skolelab/fysikk-ol/>) navnene på elever som får 50 % eller mer av full poengsum på OL-runde 2. Hvis det viser deg at du er blant disse som får ≥ 50 % - er det greit at navnet og resultatet ditt står på nettsiden?

Skriv øverst på arket: Navn, fødselsdato, e-postadresse, skolens navn, og JA eller NEI til navn og resultat på nettside.

Lykke til!

Oppgave 1 (4 poeng)

En bil kjører i en rundkjøring. En kule er hengt opp i taket på bilen med en lett snor, og kula henger med en vinkel på 30° ut fra vertikalretningen. Bilen har en konstant fart på 72 km/h.

Bestem diameteren til rundkjøringen, altså diameteren til den sirkelen bilen følger.

Oppgave 2 (4 poeng)

En kule støter uelastisk mot en plan vegg. Rett før støtet har kula farten u som danner en vinkel på 30° med normalen til vegg. Rett etter støtet er farten v og den danner 45° med normalen. Bestem hvor stor andel av energien som går tapt i støtet. Vi antar at det ikke er friksjon mellom kule og vegg.

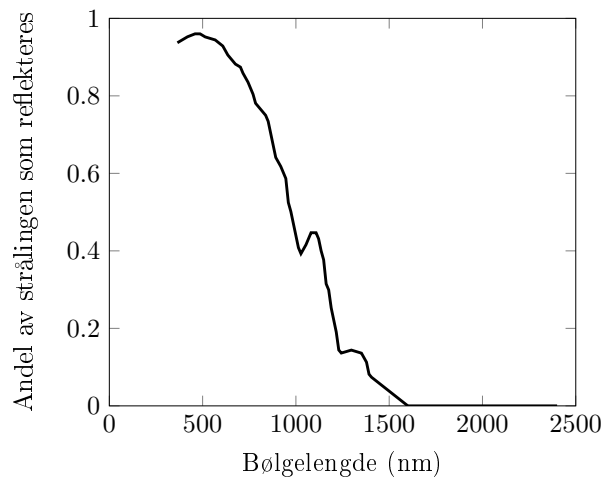
Oppgave 3 (4 poeng)

En gitt bil bruker 0,53 liter bensin per mil når den kjører i 100 km/h. Anta at bensin har en brennverdi på 33 MJ per liter og at 23% av denne energien blir overført til kjølevæsken. Finn volumstrømmen kjølevæsken må ha for at temperaturøkningen i kjølevæsken holder seg til maksimum 50°C .

Anta kjølevæskens spesifikke varmekapasitet $c = 3560 \text{ J/kgK}$ og tetthet $\rho = 1,01 \text{ kg pr liter}$.

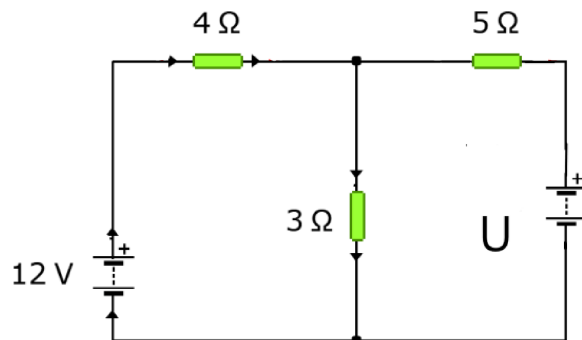
Oppgave 4 (4 poeng)

På våren når snøen smelter vil du ofte se at det blir groper i snøen og helt bart i en ring inne ved en stein. Forklar hvorfor det skjer. Grafen på neste side viser andelen av stråling som blir reflektert fra snøen ved forskjellige bølgelengder. Forklar hvorfor denne grafen er relevant for det som observeres.



Oppgave 5 (4 poeng)

Tre motstander på $3,0 \, \Omega$, $4,0 \, \Omega$ og $5,0 \, \Omega$ og to batterier, der ett har polspenningen $12 \, \text{V}$, er koblet sammen som vist i figuren under



Hva er polspenningen, U , til batteriet til høyre, når vi får oppgitt at strømmen gjennom motstanden på $3,0 \, \Omega$ er $2,0 \, \text{A}$ og strømmen gjennom motstanden på $4,0 \, \Omega$ er mot høyre?

Oppgave 6 (4 poeng)

Du har to like kuler. Den ene er festet i en tynn tråd og holdes i utgangspunktet med tråden horisontalt. Når den slippes svinger den som en pendel i tråden. Den andre kula slippes rett ned fra samme høyde. Hvis vi tar hensyn til luftmotstanden, hvilken kule har størst fart idet de er i den høyden som svarer til del laveste punktet i pendelbanen? Svaret må begrunnes med et fornuftig fysisk resonnement.

Oppgave 7 (4 poeng)

En motorsyklist kjører på bakhjulet på en islagt innsjø. Farten er under hele turen konstant $70 \, \text{km/h}$ relativt til isen. Til sammen utgjør luft- og rullemotstand $400 \, \text{N}$ og kan sees på som konstant under hele turen. Massen til motorsykkelen og motorsyklisten til sammen er $140,0 \, \text{kg}$.

På isen er det plassert en $10,0 \, \text{kg}$ metallplate som er $3,0 \, \text{m}$ lang i fartsretningen. Motorsyklisten kjører over denne. Oversiden av metallplaten har så høy friksjon at motorsykkelen ikke spinner. Friksjonskoeffisienten mellom isen og metallplaten er $0,18$.

Hvor langt vil metallplaten flytte seg bakover etter at motorsykkelen har passert og metallplaten igjen ligger i ro?

FYSIKK-OLYMPIADEN 2022 - 2023

Løsningsforslag til 2. runde

Oppgave 1

Snorstramningen i vertikalretning (y-retning) er lik tyngden av kula, altså

$$S_y = mg.$$

Snorstramningen i x-retningen blir

$$S_x = \frac{S_y}{\tan 60^\circ} = \frac{mg}{\tan 60^\circ}.$$

Summen av kreftene er S_x , altså blir

$$\frac{mg}{\tan 60^\circ} = ma = m \frac{v^2}{r}$$

og

$$r = \frac{v^2 \tan 60^\circ}{g}.$$

Diameteren blir da $D = 2r = 1,4 \cdot 10^2$ m.

Oppgave 2

Fordi det ikke er friksjon er fartskomponenten parallelt med veggen konstant. Da blir

$$u \sin 30^\circ = v \sin 45^\circ$$

som betyr at

$$v = u \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \alpha u.$$

Energibevaring gir

$$\frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}mv^2 + E,$$

der E er tapt energi. Videre blir

$$E = \frac{1}{2}mu^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mu^2(1 - \alpha^2).$$

Andelen som går tapt blir da

$$\frac{E}{\frac{1}{2}mu^2} = (1 - \alpha^2) = 0,50.$$

Oppgave 3

Bilens effekt er

$$P = 10 \frac{\text{mil}}{3600 \text{ s}} \cdot 0,53 \frac{\text{liter}}{\text{mil}} \cdot 33 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{liter}} = 48,6 \text{ kW}.$$

Hvis andelen energi som går til kjølevæsken er $\eta = 0,23$, massestrømmen (kg/s) er m og temperaturendringa i kjølevæsken er ΔT har vi

$$\eta P = mc\Delta T.$$

Volumstrømmen $Q = m/\rho$, og dermed får vi at

$$Q = \frac{\eta P}{\rho c \Delta T} = 0,062 \text{ l/s} = 224 \text{ l/h}.$$

Oppgave 4

Sola skinner både på snøen og på steinen. Men snøen er hvit og reflekterer det meste av sollyset. Derfor varmes den ikke så mye opp. Steinen er mørk, og absorberer sollyset godt. Den får høyere temperatur, og sender dermed ut varmestråling. Denne har mye lengre bølgelengde enn det synlige lyset fra sola. Vi ser av grafen at andelen stråling som reflekteres fra snøen synker, og blir tilnærmet null over 1500 nm. Det betyr at snøen absorberer varmestrålinga fra steinen godt, og dermed varmes den opp mer nær steinen enn langt unna. Derfor smelter snøen forttere nær steinen.

Oppgave 5

Vi kaller strømmen gjennom motstanden på $R_1 = 4,0 \Omega$ for I_1 , strømmen gjennom motstanden på $R_2 = 5,0 \Omega$ for I_2 og strømmen gjennom motstanden på $R_3 = 3,0 \Omega$ for $I_3 = 2,0 \text{ A}$. Vi antar at I_2 går mot høyre (om vi antar det motsatte (som er feil) vil vi fremdeles

få riktig svar til slutt, men får mer regning med fortegn.) Fra Kirchoffs 1. lov har vi da at $I_2 = I_1 - I_3$. Videre bruker vi Kirchoffs 2. lov på hver av de to delkretsene. For den venstre (positiv retning med klokka) har vi at

$$12 \text{ V} = R_1 I_1 + R_3 I_3$$

som gir at $I_1 = 1,5 \text{ A}$. I den høyre kretsen (positiv retning mot klokka) er

$$U = -R_2 I_2 + R_3 I_3 = -R_2 (I_1 - I_3) + R_3 I_3 = 8,5 \text{ V}.$$

Polspenningen må altså være 8,5 V.

Oppgave 6

Uten luftmotstand vet vi fra energibevaring at begge kulene har samme fart i samme høyde. Når vi tar hensyn til luftmotstand må vi sammenlikne arbeidet luftmotstanden gjør langs de to banene, siden dette arbeidet svarer til den mekaniske energien som går tapt i bevegelsen. Kula der luftmotstanden gjør minst arbeid har størst fart. Strekningen krafta virker over er minst for den kula som faller rett ned, og dermed vil arbeidet være minst for den dersom luftmotstanden er den samme i samme høyde for begge kulene. Det virker dermed sannsynlig at kula som faller rett ned får størst fart. Men luftmotstanden er en funksjon av farta, og dersom farta er mindre vil krafta også være mindre. Kula i pendelsnora kan altså muligens kompensere den lengre strekningen med mindre fart, og dermed redusere luftmotstandens arbeid. Men hvis farta er lik ved en gitt høyde vil luftmotstanden være lik, og ser vi på bevegelsen til en posisjon litt lavere (så lite forskjell at vi kan regne luftmotstanden som tilnærmet konstant), vil strekningen være størst for kula i snora, og dermed arbeidet større. Dermed bremses den opp mer, og får mindre fart. Derfor er det umulig for kula i snora å holde samme fart som den som faller fritt, og den som faller fritt har størst fart i samme høyde.

Oppgave 7

Motorsykkelens fart relativt til isen er $v = 70 \text{ km/h} = 19,4 \text{ m/s}$. Luft og rullemotstand er $F_{mot} = 400 \text{ N}$. Motorsykkelens og motorsyklistens masse er $m_m = 140,0 \text{ kg}$. Metallplatens masse er $m_p = 10,0 \text{ kg}$. Total masse for motorsykkel, motorsyklist og metallplate er $M = m_m + m_p = 150 \text{ kg}$. Friksjonskoeffisient mellom metallplate og is er $\mu = 0,18$. Lengden på metallplaten er $l = 3,0 \text{ m}$.

For at motorsykkelen skal kunne holde konstant fart, må den påvirkes med kraften F_{mot} fra metallplaten. Kraften fra motorsykkelen på platen er like stor som kraften fra platen på

motorsykkelen. Friksjonskraften på platen er derfor $F_f = \mu Mg$. Fra Newtons andre lov får vi at $m_p a = F_{mot} - F_f$ der a er platens akselerasjon. Vi får da

$$a = \frac{F_{mot} - \mu Mg}{m_p} = 13,51 \text{ m/s}^2.$$

Tiden motorsykkelen bruker på å kjøre over metallplaten er t . I løpet av denne tiden beveger metallplaten seg en strekning $\frac{1}{2}at^2$ og motorsykkelen en strekning vt . Vi har da at

$$\frac{1}{2}at^2 + vt = l$$

som gir

$$t = -\frac{v}{a} \pm \sqrt{\frac{v^2}{a^2} + \frac{2l}{a}}.$$

Vi er bare interessert i den positive løsningen som er $t = 0,147$ s. I løpet av denne tiden flytter metallplaten seg $s = \frac{1}{2}at^2 = 0,146$ m. Metallplaten oppnår farten $v_p = at = 1,99$ m/s. Platen forflytter seg strekningen s_{etter} etter at motorsykkelen har passert, og vi har at

$$s_{etter} = \frac{0^2 - v_p^2}{-2\mu g} = 1,121 \text{ m}.$$

Total avstand som metallplaten har forflyttet seg blir da $s + s_{etter} = 1,27$ m.