Norsk Fysikklærerforening
I samarbeid med Skolelaboratoriet, Fysisk institutt, UiO

FYSIKK-OLYMPIADEN 2021 - 2022

Andre runde: 1. februar - 2022

Varighet: 3 klokketimer
Hjelpemidler: Vedlagt formelark, lommeregner
Oppgavesettet består av 3 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!

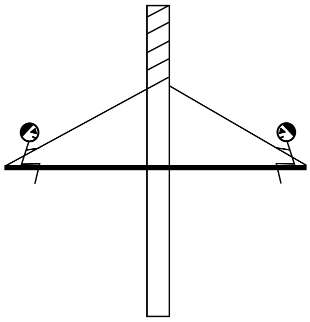
Oppgave 1 (4 poeng)

I 2017 ble et objekt som har fått navnet Oumuamua, observert i solsystemet. Det hadde en fart på 87,7 km/s da det var nærmest sola, og da var avstanden til sola $38{,}1 \cdot 10^6$ km. Astronomer har slått fast at dette objektet ikke kan høre til vårt solsystem. Begrunn denne konklusjonen med dine egne beregninger. Massen til sola er $M = 2{,}0 \cdot 10^{30}$ kg.

Oppgave 2 (4 poeng)

Du har fem kuler som skal slippes samtidig fra forskjellige høyder. Hvis den nederste av kulene slippes fra en høyde på 1 meter, fra hvilke høyder må de andre kulene slippes for at kulene skal lande i en jevn rytme? Anta at tida fra kulene slippes til den første treffer bakken er den samme som tida mellom kulene.

Oppgave 3 (4 poeng)



En karusell består av en vertikal stolpe og en horisontal roterende skive som man kan sitte på. Skiva er festet til toppen av stolpen med tau slik at den når nesten ned til bakken. Skiva dreies så rundt slik at tauet tvinnes om stolpen, og skiva løftes. Når den er passe høyt, slippes skiva slik at den roterer fritt. Hva vil gi størst fart til skiva når den er på det laveste punktet, en tynn eller en tykk stolpe. Diskuter spørsmålet både om vi tar hensyn til luftmotstand eller ser bort fra den.

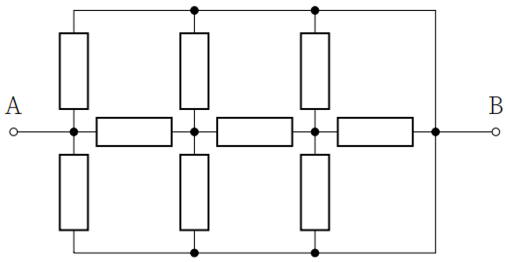
Oppgave 4 (4 poeng)

En planet har radien R og massen M. En astronaut på denne planeten har en tyngde ved ekvator som er $9/10$ av tyngden ved nordpolen.

Finn et uttrykk for omløpstiden til planeten.

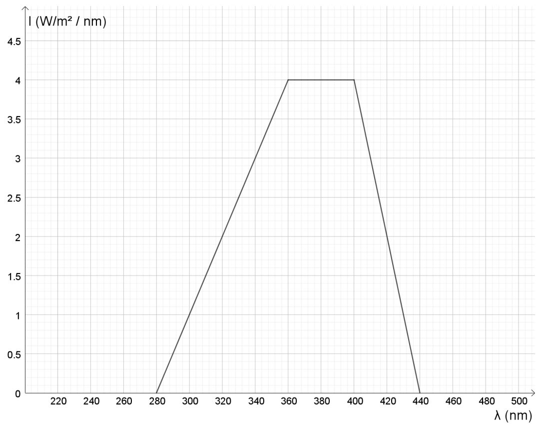
Oppgave 5 (4 poeng)

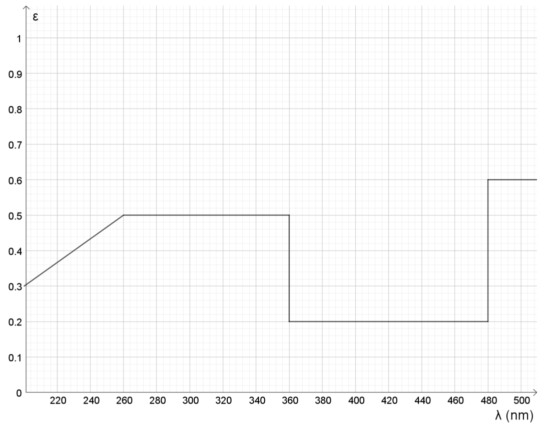
Ni motstander med resistans R er koblet som kretsdiagrammet nedenfor viser. Finn resultantresistansen mellom punktene A og B.



Oppgave 6 (4 poeng)

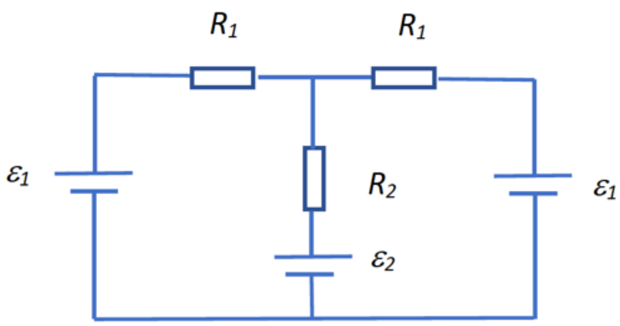
En blå smurf tilbringer 10 minutter i solarium. Innstrålingstettheten til solariumslyset som funksjon av bølgelengde, I (med enhet W/nm m^2), følger den venstre grafen nedenfor. Absorpstansen til smurfen, ϵ, det vil si forholdet mellom absorbert og innstrålt effekt, følger den høyre grafen nedenfor. Smurfens overflateareal er 0,10 m^2. Hvor mye varme mottar smurfen fra strålingen i løpet av solariumsbesøket?





Oppgave 7 (4 poeng)

Figuren viser en krets med tre batterier og tre motstander. $\epsilon_1 = 6$ V, $R_1 = 2\ \Omega$, $\epsilon_2 = 4$ V og $R_2 = 4\ \Omega$. Finn strømmen gjennom R_2.



FYSIKK-OLYMPIADEN 2021 - 2022

Løsningsforslag til 2. runde

Oppgave 1

Hvis Oumuamua ikke skal høre til vårt solsystem, må det ha større fart enn unnslipningsfarten fra sola, som vi finner fra

$$\frac{1}{2}mv^2 = \gamma\frac{mM}{r}$$

som gir

$$v = \sqrt{\frac{2\gamma M}{r}} = 83,7 \text{ km/s}.$$

Dette er altså mindre enn den farten objektet hadde nærmest sola (87,7 km/s).

Alternativt kan en vise at totalenergien til objektet er positiv.

Oppgave 2

Vi vet at tilbakelagt strekning (når vi starter fra ro) er

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

og dermed er tida

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}}.$$

Hvis vi slipper første kula i høyden s_1 når den bakken ved tida $t_1 = \sqrt{\frac{2s_1}{g}}$. Hvis kule nummer n skal treffe bakken i tida $t_n = nt_1$ må den slippes fra høyden

$$s_n = \frac{1}{2}gt_n^2 = n^2 s_1.$$

Med $s_1 = 1$ m blir $s_2 = 4$ m, $s_3 = 9$ m, $s_4 = 16$ m og $s_5 = 25$ m.

Oppgave 3

Hvis det ikke er luftmotstand eller friksjon er energien bevart, og den potensielle energien som skiva har i starten blir i helhet omgjort til kinetsik energi når den er på det laveste punktet. Dette er uavhengig av tykkelsen på stolpen, farten blir den samme i begge tilfeller. Med luftmotstand må skiva dreies mange flere ganger rundt en tynn stolpe for å komme til samme høyden. Det betyr at den beveger seg en mye lengre strekning på vei ned, og luftmotstanden gjør dermed et større arbeid. Farta blir dermed mindre med en tynn stolpe enn med en tykk.

Oppgave 4

Vi kaller tyngdeakselerasjonen på planeten for g_x. Ved nordpolen blir da

$$mg_x = \gamma \frac{mM}{R^2}$$

der m er astronautens masse. Ved ekvator får vi

$$mg_x - N = ma$$

der N er kraften fra underlaget på astronauten. Da blir

$$mg_x - \frac{9}{10} mg_x = \frac{1}{10} mg_x = ma = m\frac{v^2}{R} = m\frac{4\pi^2 R}{T^2}.$$

Da har vi

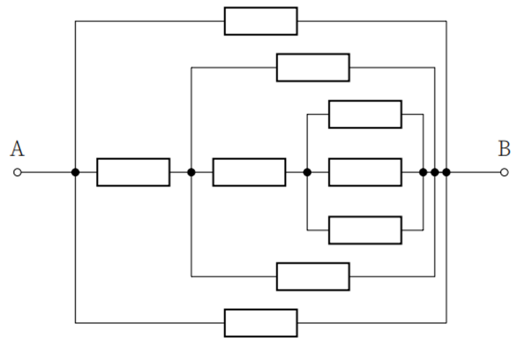
$$\gamma \frac{M}{10R^2} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

som gir

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{10R^3}{\gamma M}}.$$

Oppgave 5

Vi tegner kretsen mer oversiktlig og ser hvordan den er en kombinasjon av serie og parallellkoblinger.



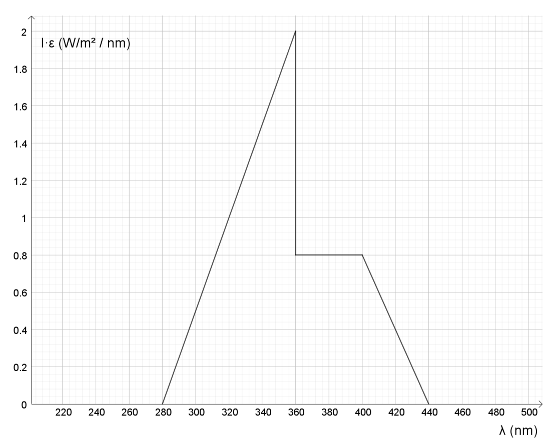
Da finner vi at

$$R_{AB} = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R + \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R + \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right)^{-1}} + \frac{1}{R} \right)^{-1}} + \frac{1}{R} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R + \left(\frac{1}{R} + \frac{3}{4R} + \frac{1}{R} \right)^{-1}} + \frac{1}{R} \right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{1}{R} + \frac{11}{15R} + \frac{1}{R} \right)^{-1} = \frac{15}{41} R$$

Oppgave 6

Smurfen absorberer en effekt $I\epsilon$. Totalt absorbert stråling vil følge denne grafen.



For å finne total absorbert effekt per areal ($\mathrm{W/m^2}$) for smurfen regner vi ut arealet under grafen.

$I_{abs} = \frac{1}{2}(360-280)\cdot 2,0\ \text{W/m}^2 + (400-360)\cdot 0,8\ \text{W/m}^2 + \frac{1}{2}(440-400)\cdot 0,8\ \text{W/m}^2 = 128\ \text{W/m}^2.$

Det vil si at smurfen totalt mottar en varme

$$Q = I_{abs}At = 128\ \text{W/m}^2 \cdot 0,10\ \text{mm} \cdot 60\ \text{s} = 7,7\ \text{kJ}.$$

Oppgave 7

På grunn av symmetrien ser vi at strømmen, I, gjennom de to motstandene R_1 må være like, og strømmen gjennom R_2 må være $2I$.

(Eller se på den store (ytre) sløyfen og anta at strømmen går mot høyre i den venstre motstanden og mot venstre i den høyre:

$$\epsilon_1 - R_1I_1 + R_1I_2 - \epsilon_1 = 0$$

som gir $I_1 = I_2$).

Ser vi på den venstre sløyfen blir

$$\epsilon_1 - R_1I - R_2 \cdot 2I - \epsilon_2 = 0$$

og dermed

$$I = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{R_1 + 2R_2}.$$

Da blir $I = 0{,}2$ A og strømmen gjennom R_2 blir $2I = 0{,}4$ A.