FYSIKK-OLYMPIADEN 2009 – 2010

Andre runde: 4/2 – 2010

Skriv øverst:
<u>Navn, fødselsdato, e-postadresse og skolens navn</u>

Varighet*:3 klokketimer*
Hjelpemidler:*Tabell med formelsamling, lommeregner*

Prøven består av 3 sider og det er 6 oppgaver*.*
Lykke til!

Oppgave 1 *(2 poeng)*

En ballsjonglør kan håndtere to baller per sekund. Det tar minst 0,5 s å ta imot ballen med én hånd og så kaste den opp med den andre hånden. Hvis han nå skal sjonglere med fem baller, hva bli den minste høyden han må kaste ballene?

Oppgave 2 *(2 poeng)*

En T-banevogn kjører med farten *v* oppover mot en bakketopp. Like før den når toppen mister den strømmen, men den triller videre. Bakken betrakter vi som en del av en vertikal sirkel med konstant radius. Vi ser bort fra friksjon.
Skisser en graf som viser farten som funksjon av tiden når

a) vognen stopper før toppen og triller tilbake
b) vognen triller over bakketoppen og ned på den andre siden

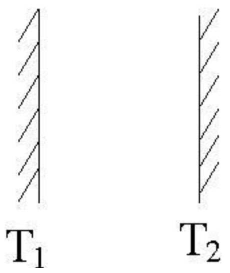
Oppgave 3 *(4 poeng)*

Selv om det ikke stemmer helt, skal vi i denne oppgaven anta at jorda er homogen med perfekt kuleform og med radien 6371 km.

På nordpolen står en mann på en badevekt som har skala i newton. Badevekta viser 1000 N. Tyngdeakselerasjonen på nordpolen er $g_{pol} = 9{,}832$ m/s^2.
Hva viser badevekta dersom mannen veier seg
a) ved ekvator?
b) i Oslo som ligger på 60° nordlig bredde?

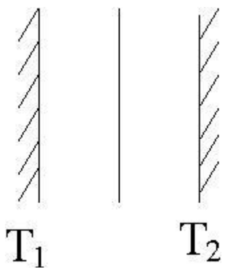
Oppgave 4 *(4 poeng)*

Vi vil studere en enkel modell for et isolasjonsmateriale. To vegger har areal A og temperaturene T_1 og T_2 med $T_1 > T_2$. Mellom veggene er det vakuum og vi antar at veggene er sorte legemer.



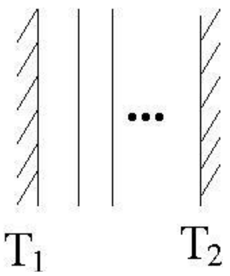
a) Hvor stor er den utstrålte effekten (varmestrømmen) fra den varme til den kalde veggen?

b) Vi setter nå inn en tynn sort plate mellom de to veggene:



Anta at plata er fullstendig isolert fra resten av verden og i termisk likevekt med strålingen fra de to veggene. Finn temperaturen til plata i dette tilfellet.

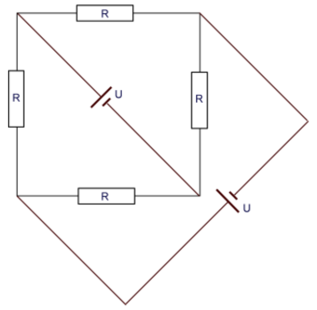
c) Vi setter inn *n* plater mellom veggene, hva blir nå varmestrømmen?



Oppgave 5 *(4 poeng)*

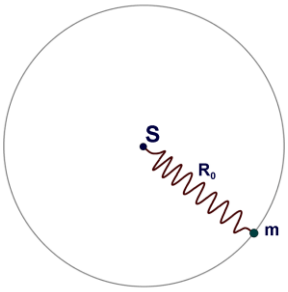
To spenningskilder hver med spenning $U = 10$ V og fire motstander, hver med resistansen $R = 1{,}0\ \Omega$, er koplet slik som på figuren.

Finn strømstyrken gjennom spenningskildene.



Oppgave 6 *(4 poeng)*

En liten kule med massen m er festet i den ene enden av en masseløs fjær med fjærstivheten k og ubelastet lengde R_0. Den andre enden av fjæra er festet i et punkt S på et horisontalt glatt underlag slik at fjæra og kula kan rotere fritt i horisontalplanet.
Fjæra med kula settes i rotasjon om S med f omdreininger per sekund.
Finn kulas baneradius R uttrykt ved k, m, R_0 og f.



FYSIKK-OLYMPIADEN 2009 – 2010
Andre runde: 4/2 – 2010
Løsningsforslag

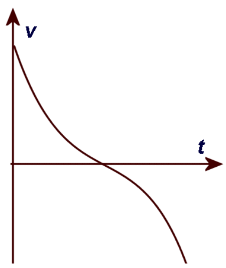
Oppgave 1

Til fem baller trenger sjongløren 2,5 s. Han trenger 0,5 s til å ta i mot og kaste på nytt. Da blir det 2 s en ball må være i lufta, - 1 s på vei opp og 1 s på vei ned.

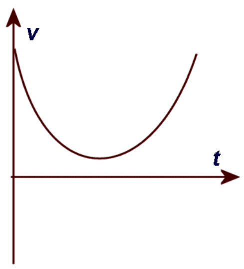
Altså blir minste høyde $s = \frac{1}{2}gt^2 \approx 5\,\mathrm{m}$

Oppgave 2

a) Vogna stopper og triller tilbake



b) Vogna triller over bakketoppen og ned på den andre siden



Oppgave 3

a) Mannen er påvirket av to krefter, gravitasjonskraften G og kraften fra badevekten K. På nordpolen er disse kreftene like store.

Massen til mannen er $m = \dfrac{G}{g} = 101,7\ \text{kg}$

Sentripetalakselerasjonen ved ekvator er $a_e = \dfrac{4\pi^2 r_j}{T^2} = 0,034\ \text{m/s}^2$

Vi bruker Newtons 2. lov:

$$G - K_{ekvator} = m \cdot \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$K_{ekvator} = G - m \cdot a_s = 1000\ N - 101,7\ kg \cdot 0,034\ m/s^2 = 996,5\,N$$

Ved ekvator vil badevekten vise 996,5 N.

b) På 60° nordlig bredde er sentripetalakselerasjonen $a_e = \dfrac{4\pi^2 \frac{r_j}{2}}{T^2} = 0{,}017\ \text{m/s}^2$.

Vektorsummen ΣF av gravitasjonskraften G og kraften K fra badevekten er

$\Sigma F = m \cdot a = 1{,}73$ N med retning vinkeltrett på jordaksen.

Vi bruker cosinussetningen og får

$K^2 = G^2 + \ \Sigma F^{\ 2} - 2 \cdot G \cdot \Sigma F \cdot \cos 60^\circ$

$K = 999{,}1$ N

I Oslo ville badevekten vise 999,1 N

Oppgave 4

a) Varmestrømmen er $P_0 = \sigma A(T_1^4 - T_2^4)$

b) Vi kaller temperaturen til plata T_a. Da har vi at varmestrømmen er

$$P_1 = \sigma A(T_1^4 - T_a^4) = \sigma A(T_a^4 - T_2^4)$$

og dette gir at temperaturen må være $T_a^4 = \frac{1}{2}(T_1^4 + T_2^4)$.

c) Med *n* plater må likningen over gjelde for hver plate. Plata lengst til venstre får temperaturen

$T_\alpha^4 = \frac{n}{n+1}T_1^4 + \frac{1}{n+1}T_2^4$ og varmestrømmen blir

$P_1 = \sigma A(T_1^4 - T_a^4) = \frac{1}{n+1}\sigma A(T_1^4 - T_2^4) = \frac{1}{n+1}P_0.$

Oppgave 5

Av symmetrigrunner må de to hjørnene til venstre som er koplet til samme pol på spenningskildene ha samme potensial. Av samme grunn må de to hjørnene til høyre også ha samme potensial. All strøm går følgelig gjennom de to motstandene øverst og nederst på figuren. Vi får da:

$20\ \text{V} = 2{,}0\ \Omega \cdot I$

$I = 10$ A

Oppgave 6

Sentripetalkraften settes lik fjærkraften, og vi får:

$$\frac{mv^2}{R} = k(R - R_0) \quad \text{og} \quad v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R f$$

som gir

$$R = \frac{kR_0}{k - 4\pi^2 m f^2}$$