

# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS1001 — Innføring i fysikk

Eksamensdag: Hjemmeeksamen 26.05 - 03.06.2020 kl. 09.00

Oppgavesettet er på 6 sider.

Vedlegg: Ingen

Tillatte hjelpemidler: Du kan finne konstanter du trenger på internett eller i bøker. Skriv i besvarelsen hvor du fant tallet du bruker. Formler kan du finne i pensumlitteraturen.

Alle delspørsmål teller likt. Du må begrunne svarene.

### Oppgave 1

I denne oppgaven ser vi bort fra luftmotstanden.

- a) En stein med masse  $m = 1,0$  kg faller fra høyden  $h = 5,0$  m. Hvor lang tid tar det før steinen når bakken?
- b) Hva er hastigheten idet steinen treffer bakken?
- c) Hvor stor er tyngdekraften som virker på steinen? Hva er motkraften til denne tyngdekraften (størrelse og retning), og hvilket legeme virker den på?
- d) Så langt har vi antatt at jorda står i ro, dvs. at den ikke påvirkes av steinen. Men strengt tatt er det ikke bare steinen som akselererer mot jorda; jorda akselererer også mot steinen. Hvor stor er denne akselerasjonen? Uttrykk svaret ved massen  $m$  til steinen, massen  $M$  til jorda og tyngdeakselerasjonen  $g$ . Vis at den kinetiske energien til jorda likevel er mye mindre enn den kinetiske energien til steinen, rett før steinen treffer jorda.

### Oppgave 2

- a) Du har en sprøyte som vist på bildet, som er fylt med 10 ml vann. Den indre diameteren i hoveddelen av sprøyten er 15,9 mm, og den indre diameteren på utløpet er 1,2 mm. Med hvor stor kraft må du trykke på stempelet for at du skal klare å tømme sprøyten for vann i løpet av 10 sekunder? Du kan se bort fra friksjonen til stempelet og vannets viskositet.



b) Nå setter du en kanyle på sprøyten, med lengde 25 mm og indre diameter 0,210 mm. Hvis du trykker på stempelet med kraften 0,10 N, hvor lang tid vil det ta å tømme sprøyten? Nå kan du ikke lenger se bort fra viskositeten til vannet, som er  $\eta = 0,0010$  Pas.

### Oppgave 3

Hydrogen i naturen har tre isotoper, hvorav den tyngste,  $^3\text{H}$  (tritium), er radioaktiv med halveringstid  $t_{1/2} = 12,3$  år.  $^3\text{H}$  dannes kontinuerlig i atmosfæren slik at det finnes omtrent en kjerne av  $^3\text{H}$  for hver  $10^{17}$  kjerne av  $^1\text{H}$  ("normalt hydrogen") i alt vann som er i kontakt med atmosfæren. Vi gjør en forenkling her ved å si at vi kan regne atomvekten av alle isotopene av hydrogen lik 1 og oksygen lik 16.

a) Hvis du har vann i en fullstendig lukket beholder (uten kontakt med atmosfæren), hvor lang tid tar det fra du lukker beholderen til bare 1 % av tritiumet er igjen i beholderen?

b) Aktiviteten  $A$  til et antall  $N$  kjerner av et radioaktivt stoff er gitt ved

$$A = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} N.$$

Hva er tritiumaktiviteten pr. liter vann?

### Oppgave 4

Forskere har utviklet en type paneler som kan generere elektrisitet fra regn, ved at en del av bevegelsesenergien i regndråpene som treffer panelet blir omdannet til elektrisk energi.

a) I testene har forskerne sluppet en enkelt dråpe på 100 mikroliter fra en høyde på 15 cm over panelet, og målt at den kan generere en elektrisk energi på  $3,24 \mu\text{J}$ . Hvor stor andel av bevegelsesenergien til dråpen blir omdannet til elektrisk energi? Se bort fra luftmotstanden.

JAWBREAKER

## SCIENTISTS INVENT DEVICE TO GENERATE ELECTRICITY FROM RAIN



FELIX MITTERMEIER VIA PIXABAY/TAG HARTMAN-SIMKINS

Figure 1: Februar 2020: Nyhet fra <https://futurism.com/the-byte/generate-electricity-rain>

b) Anta at en typisk regnskur består av tilnærmet kuleformede regndråper med radius 1,7 mm. (Disse har mindre volum enn de i forrige delspørsmål.) For dråper som faller fra stor høyde kan vi ikke lengre se bort fra luftmotstanden. Den er gitt av formelen

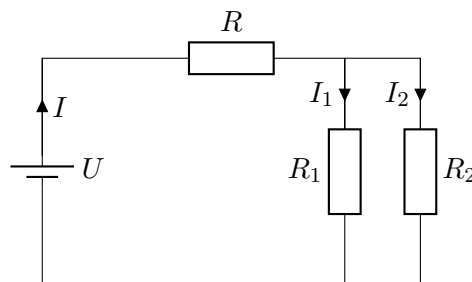
$$\frac{1}{2}\rho_1 v^2 C_D \pi r^2$$

der  $\rho_1 = 1,23 \text{ kg/m}^3$  er tettheten til lufta,  $v$  er farten til dråpen,  $r$  er radius til dråpen og  $C_D = 0,7$  er en konstant. Hva er den største farten en dråpe vil få, terminalfarten, når den faller gjennom lufta? Hvor stor kinetisk energi har hver dråpe?

c) I en kraftig regnskur faller 10 mm regn på en time. Dette tilsvarer 135 regndråper per kvadratmeter per sekund. Hvilken effekt vil man få fra disse panelene i en kraftig regnskur? Sammenlign svaret ditt med den typiske effekten fra et solcellepanel, som er på rundt  $150\text{-}200 \text{ W/m}^2$ .

### Oppgave 5

a) Vi skal nå se på kretsen i figuren, der et batteri med spenning  $U$  er koblet sammen med tre motstander.

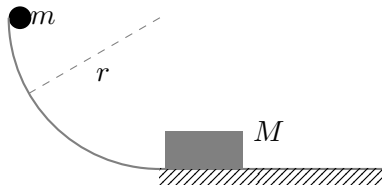


Anta at  $U = 10 \text{ V}$ ,  $R = 20 \Omega$ ,  $R_1 = 30 \Omega$  og  $R_2 = 60 \Omega$ . Finn de tre strømmene  $I$ ,  $I_1$  og  $I_2$ .

b) Vi lar nå  $R_2$  variere, mens  $U$ ,  $R$  og  $R_1$  er som før. Finn  $I$ ,  $I_1$  og  $I_2$  i de tre tilfellene at  $R_2 = \infty$ ,  $R_2 = 0$ , og  $R_2 = 30 \Omega$ .

## Oppgave 6

a) En kule med masse  $m = 0,10$  kg sendes ned i en kulebane. Kulebanen består av en kvart sirkel med radius  $r = 2,0$  m. Vi ser bort fra friksjon og luftmotstand. Når kula er på sitt laveste punkt, treffer den en boks med masse  $M$ .



Vis at hastigheten til kula idet den er på sitt laveste punkt (rett før den treffer boksen), er  $v_0 \approx 6,3$  m/s. Finn også normalkraften på kula rett før den forlater den sirkulære kulebanen.

b) Når kula forlater den sirkulære kulebanen, treffer den en boks med masse  $M = 1,0$  kg. Boksen er klissete på venstre side, så kula blir sittende fast til boksen. Boksen ligger på et bord. Friksjonstallet mot underlaget for det sammensatte legemet (boks+kule) er  $\mu = 0,3$ . Hva blir hastigheten til det sammensatte legemet rett etter sammenstøtet? Hvor langt flytter legemet på seg etter dette støtet? Se bort fra luftmotstand.

## Oppgave 7

a) Se på bildeserien som viser et eksperiment. Bildene er i kronologisk rekkefølge. Tegn skisser og gi en forklaring.



1. Metallfolien henger fritt.

2. Ballongen har blitt gnidd mot en ullgenser. Metallfolien tiltrekkes av ballongen.

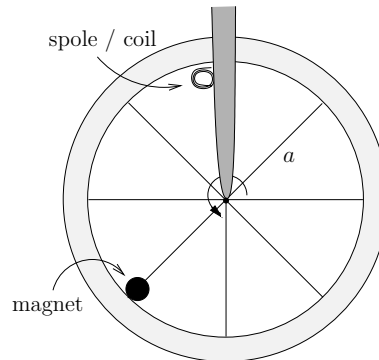
3. Folien og ballongen er i kontakt et lite øyeblikk.

4. Folien svever over ballongen.

b) Du går på ski en fin og varm vårdag med blå himmel. Midt på dagen er snøen bløt overalt på grunn av den høye temperaturen. Ut på ettermiddagen legger du merke til at der det er åpent terreng blir snøen isete og hard selv om det fortsatt er varmegrader. I skogen, derimot, er snøen fortsatt like bløt og myk. Hvordan kan dette skje? Anta at lufttemperaturen er lik overalt.

c) Hvor mye energi (målt i kWt) trengs for å tørke klær som inneholder 10 liter vann? Anta at klærne henges opp i et rom med elektrisk oppvarming med termostat. Energien kommer fra et vannkraftverk med 100 meter fall fra dammen til turbinen. Hvor mye vann må kjøres gjennom vannkraftverket for å generere nok elektrisk energi?

d) Den ivrige syklisten P. Dahl har montert en permanentmagnet fast på sykkelhjulet og en spole (strømsløyfe med mange viklinger) på den faste gaffelen, se figur. Dette utstyret skal brukes til å gi strøm til lys. Forklar Dahl hva som skjer fysisk og hvilken sentral fysisk lov som er involvert.

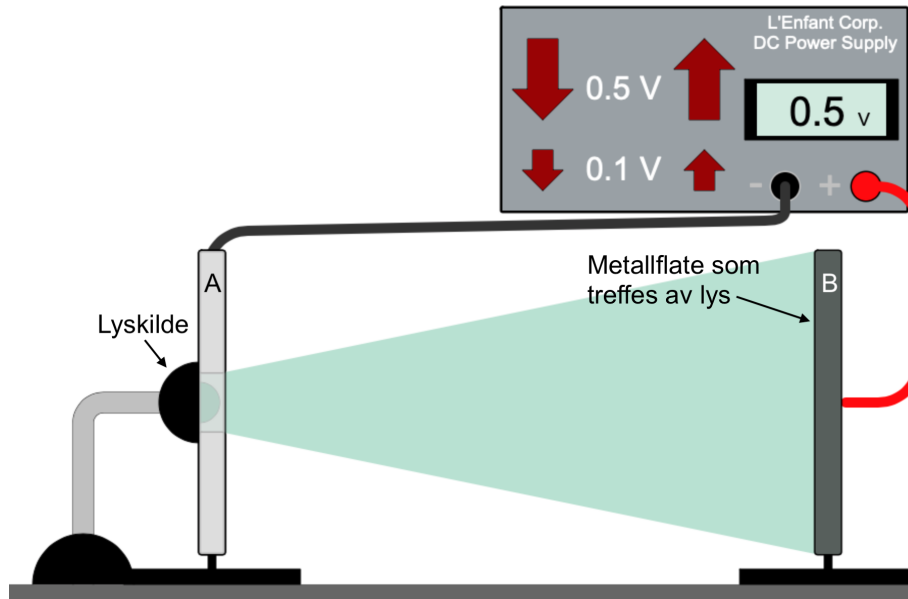


e) Du hører på musikk fra en enkelt høyttaler. Forklar hvorfor lydintensiteten (målt i  $W/m^2$ ) blir 4 ganger sterkere hvis du halverer avstanden din til høyttaleren. Hva skjer med lydintensitetsnivået (målt i dB) hvis du halverer avstanden din?

f) Langt til fjells finner du litt myrvann. Det ser ut som en oljefilm på vannet, med flotte farger. Hva kommer disse fargene av? Tegn og forklar kort.



g) Du gjør et eksperiment der du skinner lys ved ulike bølgelengder på en metalloverflate (B). Metallet befinner seg i et vakuumkanne, og et stykke fra metalloverflaten er det festet en annen metallflate (A). De to metallplatene er koblet sammen i en elektrisk krets der du kan bestemme spenningen mellom dem, og måle om det går noen strøm mellom dem.



Når du skinner lys med bølgelengden 370 nm på metallet, går det en strøm i kretsen så lenge spenningen er mindre enn 1,3 V. Bruk denne observasjonen til å anslå løsrivningsarbeidet for metallet.