

# Eksamen

17.11.2015

REA3005 Fysikk 2  
Del 1 og del 2

## Del 1

### Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarskjema i vedlegg 3.  
(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

a) Hvilken av de sammensatte enhetene under er den samme som enheten tesla?

A.  $\frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$

B.  $\frac{\text{Wb}}{\text{m}}$

C.  $\text{Wb} \cdot \text{m}$

D.  $\text{Wb} \cdot \text{m}^2$

b) En satellitt med masse  $m$  går i sirkelbane med radius  $r$  rundt jorda. Jorda har masse  $M$ . Hvilke størrelser er rundetiden avhengig av?

A. Bare  $m$ .

B. Både  $r$  og  $m$ .

C. Både  $r$  og  $M$ .

D. Både  $r$ ,  $m$  og  $M$ .

c) Et legeme har tyngden 500 N på jordas overflate. På overflaten av en annen planet er tyngden av det samme legemet 100 N. Hva er omtrentlig tyngdeakselerasjon på overflaten av planeten?

A.  $1,0\text{m/s}^2$

B.  $2,0\text{m/s}^2$

C.  $4,0\text{m/s}^2$

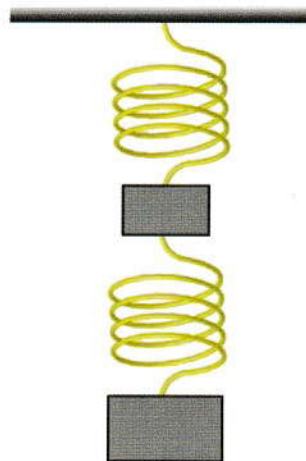
D.  $5,0\text{m/s}^2$

- d) Planeten X har massen  $m$  og radius  $r$ . Gravitasjonsfeltstyrken på overflaten er  $g$ . Planeten Y har massen  $2m$ . Gravitasjonsfeltstyrken på overflaten av Y er  $2g$ . Hvor stor er radien til planeten Y?

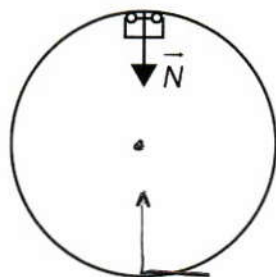
- A.  $\frac{1}{2}r$
- B.  $\frac{1}{\sqrt{2}}r$
- C.  $r$
- D.  $2r$

- e) To klosser henger i ro i to like masseløse fjærer som vist på figuren. Den øverste klossen har massen  $m$ , og den nederste klossen har massen  $2m$ . Forlengelsen av den øverste fjæra er  $x_1$  og forlengelsen av den nederste er  $x_2$ . Hva er  $\frac{x_1}{x_2}$ ?

- A.  $\frac{2}{3}$
- B.  $\sqrt{\frac{2}{3}}$
- C.  $\sqrt{\frac{3}{2}}$
- D.  $\frac{3}{2}$

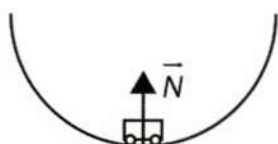


- f) En lekebil beveger seg gjennom en vertikal loop uten friksjon eller luftmotstand. Figuren viser normalkraften som virker på bilen i toppen av banen.



Hvilken figur viser **best** normalkraften i bunnen av banen?

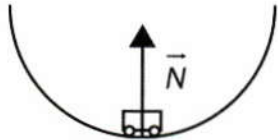
A.



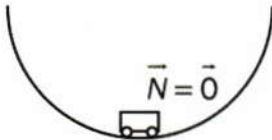
B.



C.

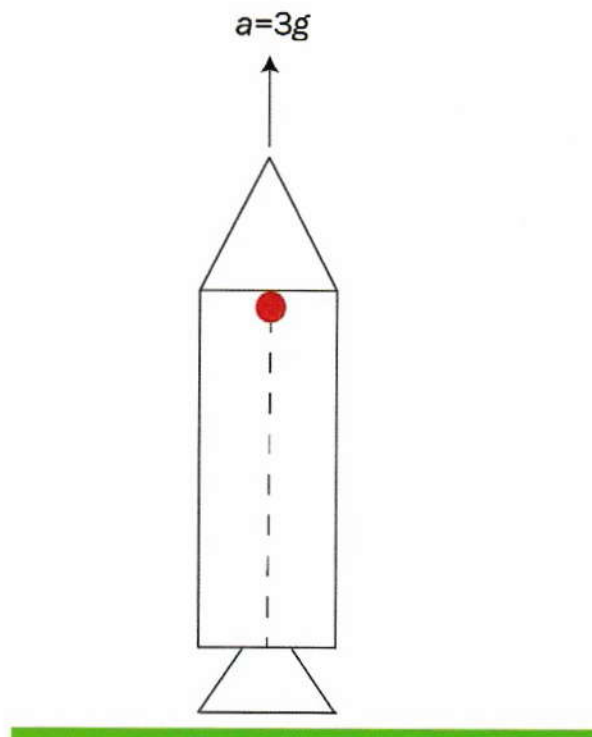


D.



- g) En rakett står i ro på bakken. I taket på raketten henger ei kule. Kula slippes og bruker tiden  $t$  på å nå gulvet. Kula henges opp igjen, og raketten akselererer oppover med  $a = 3g$ , der  $g$  er gravitasjonsfeltstyrken på stedet. Kula slippes. Da treffer kula gulvet etter tiden

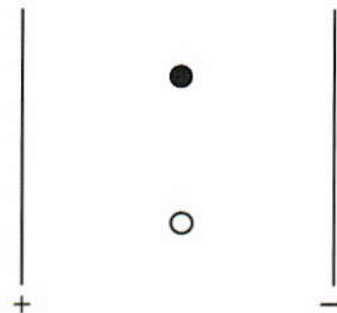
- A.  $\frac{1}{4}t$   
 B.  $\frac{1}{3}t$   
 C.  $\frac{1}{2}t$   
 D.  $\frac{1}{\sqrt{3}}t$



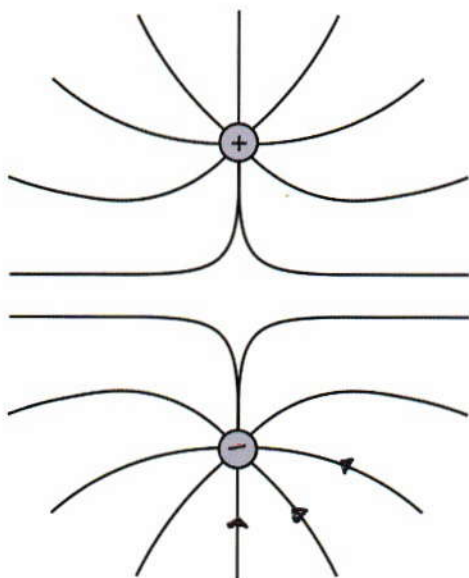
- h) To ladde partikler er i ro midt mellom to parallelle plater. Vi setter på en spenning mellom platene, slik at partiklene begynner å bevege seg. De når fram til den positive platen samtidig.

Da må partiklene

- A. kun ha lik ladning
- B. kun ha forskjellig masse
- C. både ha samme ladning og samme masse
- D. ha samme forhold mellom masse og ladning



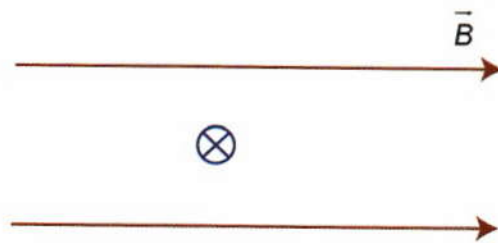
- i) Figuren viser elektriske feltlinjer rundt to punktladninger. Den øverste partikkelen er positivt ladd.



Hvilken påstand om den nederste partikkelen er riktig?

- A. Den er positivt ladd, og feltet er rettet ut fra den.
- B. Den er negativt ladd, og feltet er rettet ut fra den.
- C. Den er positivt ladd, og feltet er rettet inn mot den.
- D. Den er negativt ladd, og feltet er rettet inn mot den.

- j) En rett leder står vinkelrett på et homogent magnetfelt. Magnetfeltet har retning mot høyre. Strømmen i lederen går inn i papiplanet.



Hvilken retning har den magnetiske kraften på lederen?



- k) Tre parallelle rette ledere  $L_1$ ,  $L_2$  og  $L_3$  står vinkelrett på papiplanet. Lederne fører samme strøm. Strømretningen til lederne  $L_1$  og  $L_2$  er ut av papiplanet, mens den går inn i papiplanet i  $L_3$ .

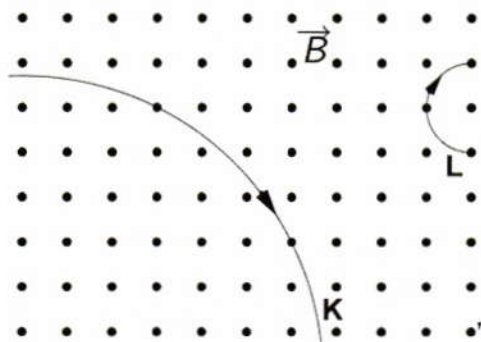


Hva blir retningen til den magnetiske kraften som virker på  $L_2$ ?





- l) Figuren under viser banene til to ladde partikler K og L, som beveger seg i et homogent magnetfelt  $B$ .  $B$  har retning ut av papiplanet. Fartsretningen til partiklene er gitt i figuren. Massen til L er større enn massen til K.



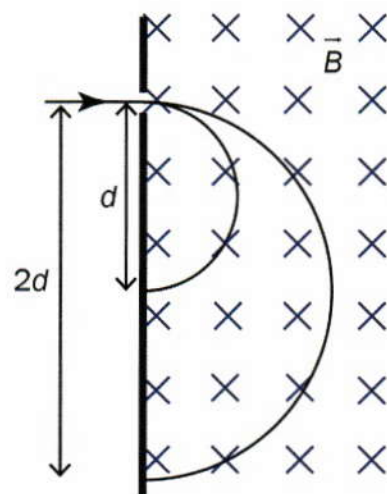
Hvilken av påstandene om de to partiklene er helt sikkert feil?

- A. Farten til K er større enn farten til L.
- B. Ladningene til K og L har motsatt fortegn.
- C. Ladningen til K er større enn ladningen til L.
- D. Ladningen til K er mindre enn ladningen til L.

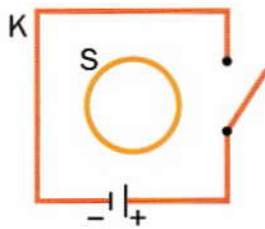
- m) To ioner med identisk ladning kommer med lik kinetisk energi inn i et homogent magnetfelt. Magnetfeltet står vinkelrett på papiplanet. Ionet med massen  $m$  følger banen med diameter  $d$ . Ionet med massen  $M$  følger banen med diameter  $2d$ .

Hva er forholdet  $\frac{M}{m}$  ?

- A. 1
- B.  $\sqrt{2}$
- C. 2
- D. 4

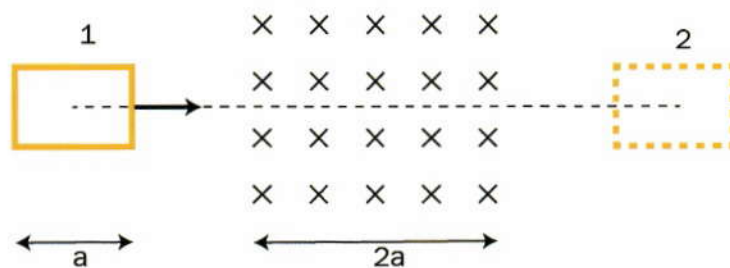


- n) En leder S er omsluttet av en strømkrets K. Vi lukker bryteren, slik at det går en strøm i kretsen. Akkurat når bryteren lukkes, vil det bli indusert en strøm i S.

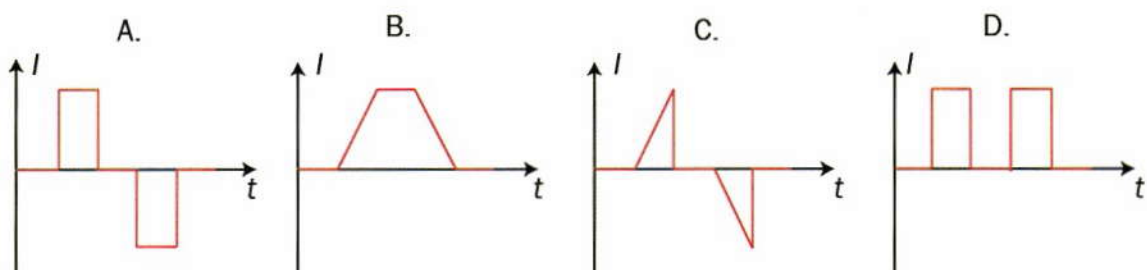


Hvilken påstand om den induserte strømmen er riktig?

- A. Strømretningen er mot urviseren, og strømmen fortsetter så lenge det går strøm i K.
  - B. Strømretningen er med urviseren, og strømmen fortsetter så lenge det går strøm i K.
  - C. Strømretningen er mot urviseren, men strømmen blir raskt borte.
  - D. Strømretningen er med urviseren, men strømmen blir raskt borte.
- o) En rektangulær, lukket ledersløyfe med sidelengde  $a$  trekkes fra posisjon 1 til posisjon 2 slik figuren nedenfor viser. Ledersløyfa trekkes med konstant fart gjennom et område hvor det er et homogent magnetfelt. Aktuelle mål er gitt i figuren.



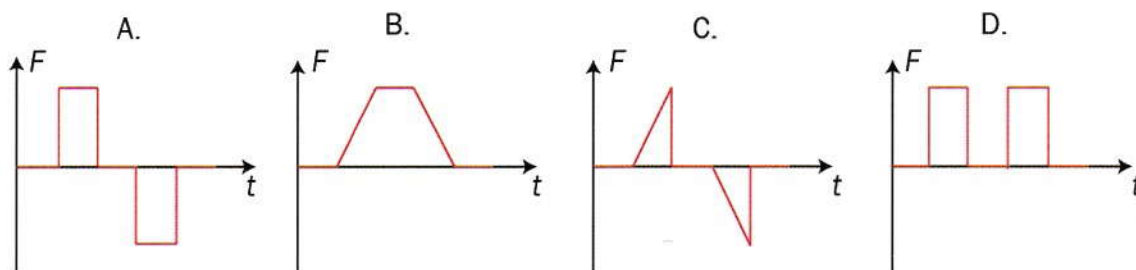
Hvilken av grafene under viser strømmen  $I$  i ledersløyfa som funksjon av tiden  $t$ ?





p) Situasjonen er den samme som i oppgave o).

Hvilken graf viser summen av de magnetiske kreftene  $F$  på ledersløyfa som funksjon av tiden  $t$ ?



q) En kloss glir med konstant fart ned et skråplan. Friksjonstallet mellom klossen og skråplanet er  $\mu$ . Skråplanvinkelen er  $\theta$ . Tyngdeakselerasjonen er  $g$ .

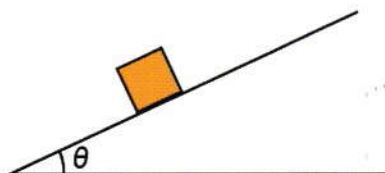
Hvilket av uttrykkene nedenfor er riktig?

A.  $\sin \theta = \frac{\mu}{g}$

B.  $\cos \theta = \frac{\mu}{g}$

C.  $\tan \theta = \mu$

D.  $\cos \theta = \mu$



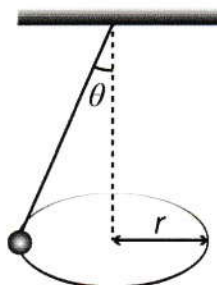
r) Kula i en kjeglependel følger en sirkelbane med radius  $r$ . Vinkelen mellom snora og loddlinja er  $\theta$ . Kula bruker tiden  $T$  på en runde. Radien  $r$  i sirkelen er

A.  $r = \frac{4\pi^2 g \sin \theta}{T^2}$

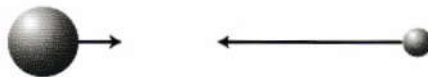
B.  $r = \frac{4\pi^2 g \tan \theta}{T^2}$

C.  $r = \frac{gT^2 \sin \theta}{4\pi^2}$

D.  $r = \frac{gT^2 \tan \theta}{4\pi^2}$



- s) To gjenstander støter sammen i et elastisk støt. Hvilken påstand er alltid riktig?
- A. Gjenstandene henger sammen etter støtet.
  - B. Gjenstandene beveger seg i hver sin retning.
  - C. Den kinetiske energien er ikke bevart.
  - D. Den kinetiske energien er bevart.
- t) Ei stor kule med massen 3,0 kg beveger seg mot høyre med farten 0,50 m/s. Ei mindre kule med massen 0,25 kg beveger seg rett mot den store kula.



For at det skal være mulig at begge kulene stopper helt opp etter kollisjonen, må den minste kula ha farten

- A. 1,5 m/s
  - B. 3,0 m/s
  - C. 6,0 m/s
  - D. 12 m/s
- u) Fenomenet *klipping* oppstår når
- A. samplingsfrekvensen er for lav
  - B. bitdybden er for liten
  - C. oppløsningen for lav
  - D. det dynamiske området er for lite

v) Fotoelektrisk effekt er at

- A. elektroner frigjøres når elektromagnetisk stråling treffer et metall
- B. fotoner sendes ut når elektroner treffer et metall
- C. det dannes sammenfiltrede fotoner
- D. elektroner annihilerer

w) Et treghetssystem er et referansesystem der

- A. Newtons 3. lov ikke gjelder
- B. ingen legemer er akselererte
- C. summen av kreftene er null på et akselerert legeme
- D. Newtons første lov gjelder

x) Likningene nedenfor beskriver fire reaksjoner:

1.  $n+p \rightarrow n+p+p+\bar{p}$
2.  $n+p \rightarrow n+p+\bar{p}$
3.  $p+p \rightarrow p+p+p+\bar{p}$
4.  $n \rightarrow e^- + \bar{p} + \bar{\nu}_e$

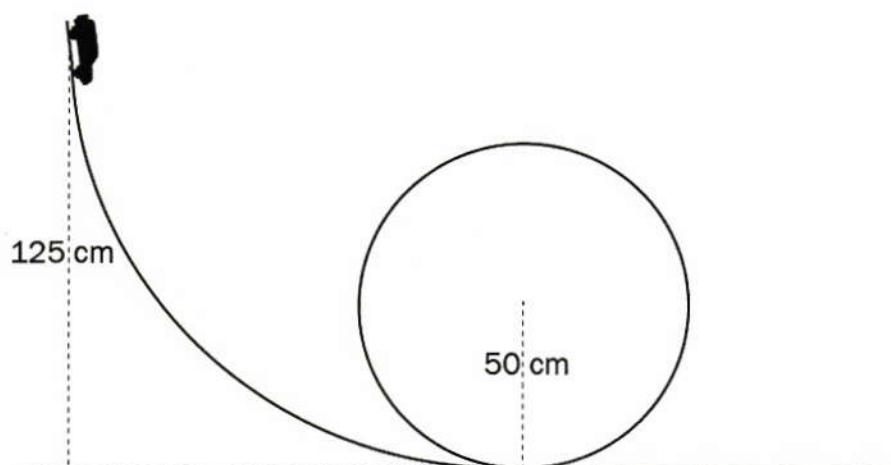
Hvilke reaksjoner er mulige?

- A. 1 og 2
- B. 1 og 3
- C. 2 og 4
- D. 3 og 4

## Oppgave 2

I oppgave 2a) og 2b) ser vi helt bort fra luftmotstand og friksjon. Bruk  $g = 10 \text{ m/s}^2$  som verdi for tyngdeakselerasjonen.

- a) Bildet under viser en bilbane med en sirkulær loop. Radien i sirkelen er  $r = 50 \text{ cm}$ . En lekebil med masse  $m = 50 \text{ g}$  slippes fra høyden  $h = 125 \text{ cm}$  over det laveste punktet i banen.



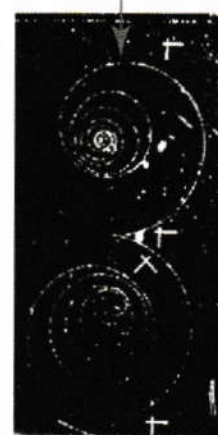
1. Hva blir farten til bilen i bunnen av banen?
  2. Hva er normalkraften på bilen i bunnen av banen?
  3. Finn ut om bilen har kontakt med underlaget øverst i loopen.
- b) En luftgeværkule med masse  $1,0 \text{ g}$  skytes inn i en kloss med masse  $199 \text{ g}$ . Klossen og kulas fellesfart like etter støtet er  $1,0 \text{ m/s}$ .

Finn farten til kula like før støtet.

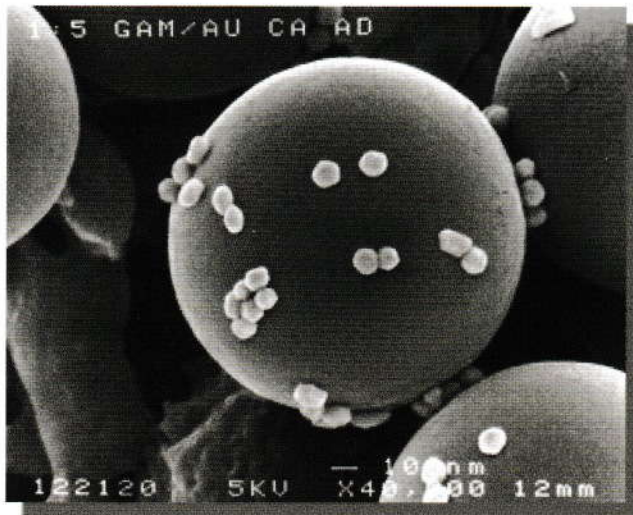
- c) Et boblekammer blir brukt til å oppdage partikler som ferdes gjennom det. Figuren til høyre viser sporene fra de to partiklene som har oppstått fra et foton i et boblekammer. Det er et homogent magnetfelt vinkelrett på boblekammeret. Det øverste sporet er fra et elektron.

1. Hvilken retning har magnetfeltet?
2. Hva slags partikkel laget det nederste sporet?

Elektronspor



- d) I et elektronmikroskop benytter man seg av bølgeegenskapene til elektronet for å studere detaljer på nanonivå ( $10^{-9}\text{ m}$ ). Elektronenes bølgelengde må være av samme størrelsesorden som det man skal studere. Bildet nedenfor viser små gullkorn (hvite) med diameter på 100 nm.



Kilde: <http://www.bioassayworks.com/faq.html>

Elektronene blir akselerert av spenningen  $U$  i mikroskopet.

1. Vis at elektronenes bevegelsesmengde er gitt ved  $p = \sqrt{2m_e eU}$ , der  $m_e$  er elektronmassen. Regn klassisk.
2. Forklar at bølgelengden til elektronene er gitt ved  $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e eU}}$
3. Gjør overslag og avgjør om en spenning på 5 kV er tilstrekkelig for å kunne observere detaljer som har utstrekning mindre enn 100 nm.



## Del 2

### Oppgave 3

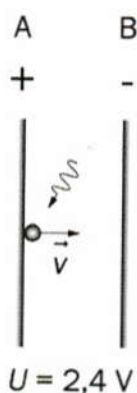
Oppgaven handler om eksperimentelt arbeid, elektriske felt og fotonets partikkelegenskaper.

Figuren viser to parallelle ladde plater. Spenningen mellom platene er 2,4 V. Avstanden mellom platene er 1,0 cm.



- a) Tegn det elektriske feltet mellom platene, og regn ut den elektriske feltstyrken mellom platene.

Et foton river løs et elektron fra plate A. Elektronet får fart rett mot plate B.



- b) Finn den største farten elektronet kan ha ved plate A uten å treffe plate B.



I et forsøk sender vi lys med en bestemt frekvens mot plate A slik at det blir revet løs elektroner.

Tabellen under viser resultatet av fem forsøk på å finne den minste spenningen som skal til for å stoppe disse elektronene før de når plate B.

Spenning (V)	0,85	0,92	0,81	0,87	0,91
--------------	------	------	------	------	------

- c) Regn ut gjennomsnittet og usikkerheten til den kinetiske energien til et elektron når det forlater plate A i dette forsøket.

Prosedyren gjentas med fire andre frekvenser. Resultatene fra disse forsøkene er:

Frekvens ( $10^{14}$ Hz)	6,1	7,2	8,5	9,8
Kinetisk energi ( $10^{-20}$ J)	$3 \pm 2$	$13 \pm 4$	$17 \pm 6$	$29 \pm 6$

- d) Bruk verdiene fra disse fire målingene til å angi en verdi for Plancks konstant med usikkerhet.

Et foton med frekvens  $f_0 = 6,3 \cdot 10^{18}$  Hz beveger seg mot høyre. Det støter sentralt og elastisk mot et elektron som er i ro. Etter støtet får elektronet farten  $2,92 \cdot 10^7$  m/s mot høyre, og vi får et foton som beveger seg mot venstre med frekvensen  $f_1$ . All bevegelse foregår langs en rett linje.

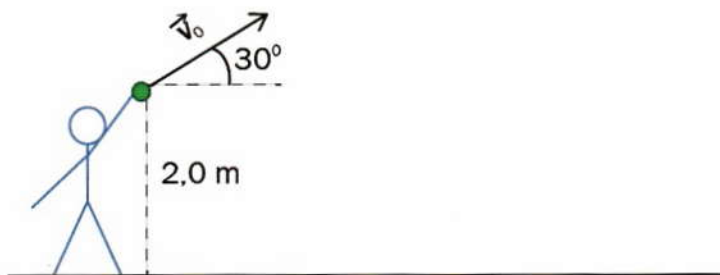
- e) Bestem  $f_1$ .

## Oppgave 4

Oppgaven dreier seg om bevegelse i gravitasjonsfelt.

Per står på et horisontalt underlag og kaster en ball. Ballen forlater hånden 2,0 m over underlaget. Utgangsfarten til ballen er 20 m/s, og vinkelen med horisontalplanet er 30 grader. Se figur.

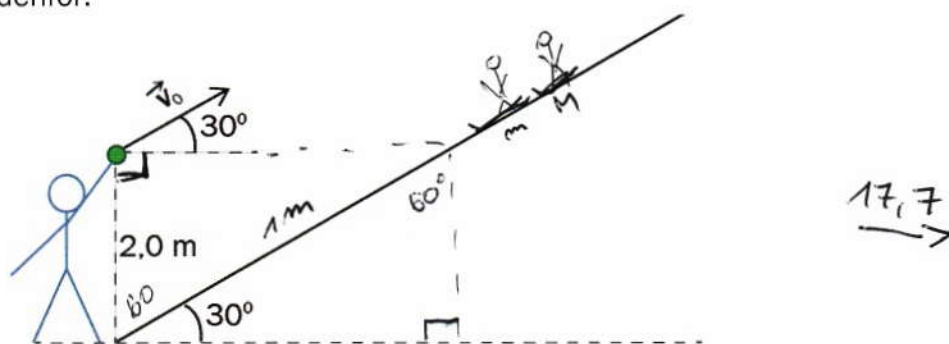
- a) Hvor høyt over underlaget kommer ballen, og hvor langt blir kastet i horisontal retning?



Vi utfører nøyaktig samme forsøk på månen.

- b) Hvor høyt og langt kommer ballen nå?

Tilbake på jorda går Per bort til bunnen av en bratt bakke. Bakken danner 30 grader med horisontalplanet. Per kaster en gang til, på akkurat samme måte som før. Se figuren nedenfor.



- c) Hvor treffer ballen bakken?

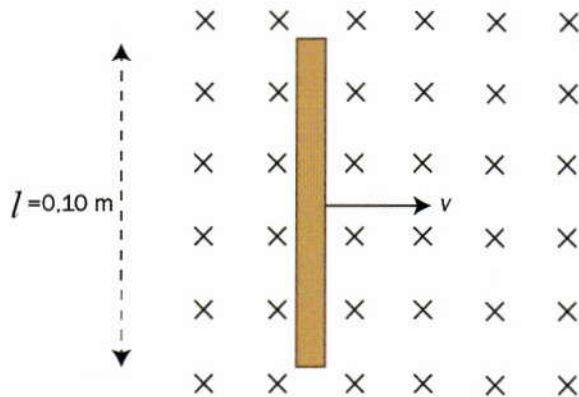
To skiløpere glir rett ned bakken i 4c). Skiløperne har like gode ski (samme friksjonstall). Den ene personen har større masse enn den andre. På et tidspunkt har de lik luftmotstand.

- d) Tegn kreftene som virker på skiløperne, og avgjør hvilken av dem som har størst akselerasjon på dette tidspunktet.

## Oppgave 5

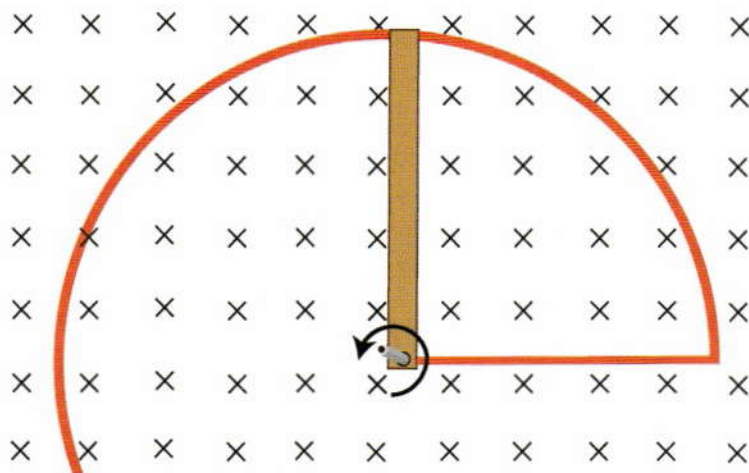
Denne oppgaven dreier seg om bevegelse til ledere i magnetfelt og induksjon.

Figuren nedenfor viser en stavformet leder med lengde  $l = 0,10$  m som beveger seg med konstant, rettlinjert fart  $v = 2,0$  m/s i et homogent magnetfelt med  $B = 0,35$  T. Magnetfeltet står vinkelrett på lederen.



- Finn størrelse og retning til den magnetiske kraften som virker på et elektron i staven.
- Forklar hvorfor det blir et konstant elektrisk felt i lederen, og bestem retningen til dette feltet.
- Vis at den elektriske feltstyrken er  $E = vB$ .

Staven settes oppå en sirkelformet leder med radius 0,10 m. Den ene enden av staven er koblet til en akse i sentrum av den sirkelformede lederen, mens den andre glir oppå lederen, slik at vi har en lukket strømkrets. Se figuren nedenfor.

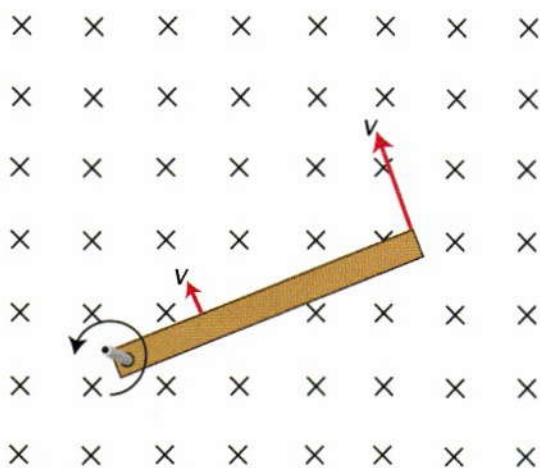


Staven dreier 90 grader mot klokka på 0,020 s. Resistansen i kretsen er konstant lik  $1,25 \Omega$  og  $B = 0,35 \text{ T}$ .

- d) 1. Finn retningen på induksjonsstrømmen i kretsen.  
2. Finn den gjennomsnittlige induserte strømmen i kretsen.

Den sirkelformede lederen fjernes, og staven settes i konstant rotasjon med periode  $T$  om en vertikal akse. Den elektromotoriske spenningen over staven er gitt ved

$$\varepsilon = \int_0^l E dr, \text{ der } E = vB \text{ og } v = v(r)$$



e) Vis at  $\varepsilon = \frac{\pi l^2 B}{T}$ .