

Vår 2023

# Eksempelsett

REA3039 Fysikk 2



Se eksamenstips på baksiden!

# EKSEMPELOPPGAVER I FYSIKK 2 ETTER LK20

Våren 2023 skal elever gjennomføre eksamen i fysikk 2 etter ny læreplan.

## Hva er nytt for eksamen i fysikk 2?

Det er ny læreplan i fysikk 2 og det fører til endringer også i eksamen. De nye læreplanene bruker et utvidet kompetansebegrep, som også får betydning for hvordan kompetanse blir vurdert til eksamen i fysikk 2.

Det vil ikke lenger bli gitt oppgaver der det forventes at elevene:

- kan teorien om elastiske fjærer og endring i potensiell energi for en fjær som strekkes.
- kan gjøre beregninger med bevaring av bevegelsesmengde for sentrale elastiske og uelastiske støt.
- kan beskrive fenomenene pardanning og annihilering.
- skal vurdere reaksjonslikninger med bevaring av baryontall og leptontall.
- kan gjøre rede for kraftformidlingspartiklene.
- kan beskrive fenomenet sammenfiltrede fotoner og gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av det.
- beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser som røntgen, ultralydabbildning og magnetisk resonansabbildning.
- gjøre rede for sampling og digital behandling av lyd.
- gjøre rede for energibevaring i elektriske sentralfelt.

Det vil bli gitt oppgaver der det forventes at elevene:

- kan løse oppgaver innenfor relativitetsteori og kvantefysikk både kvalitativt og kvantitativt.
- kan bruke programmering til å løse deler av et problem eller et helt problem, inkludert beregninger der akselerasjonen ikke er lineær.
- kan regne ut akselerasjon og krefter på objekter som beveger seg i en vertikal sirkelbane, ikke bare begrenset til i øvre og nedre punkt, men for alle punkter i sirkelbanen.
- kan regne med kast i elektrisk felt.

Det presiseres at elevene må:

- kunne gjøre beregninger med vinkelhastighet.
- kunne bruke bevegelsesmengde i forbindelse med kvantefysikken, men ikke i klassisk fysikk.
- forvente å få oppgaver knyttet til fotoelektrisk effekt, Heisenbergs uskarphetsrelasjoner, de Broglie-bølgelengde, comptoneffekt og bølgefunksjonen.

## Hvilke kompetansemål fra den nye læreplanen LK20 blir ikke testet på skriftlig eksamen?

- presentere sentrale elementer i ny viten i fysikk som er et resultat av internasjonalt forskningssamarbeid, og vurdere hvordan slikt samarbeid bidrar i kunnskapsutviklingen
- utforske og analysere en selvvalgt teoretisk eller praktisk problemstilling i fysikk, og presentere viktige prinsipper, sammenhenger og konsekvenser

Kommentar: Det kan komme oppgaver med problemstillinger knyttet til ny eller gammel viten i fysikk som det ikke forventes at kandidaten har forkunnskaper om.

## Hva blir som før for eksamen i fysikk 2?

Strukturen i den nye eksamen følger den gamle. De nasjonale føringene for bruk av nettbaserte hjelpemidler gjelder fortsatt, både for eksamen i grunnskolen og i videregående. Under sentral gitt eksamen i fysikk 2 vil ingen hjelpemidler være tillatt på del 1, med unntak av skrivesaker og linjal. På del 1 er det heller ikke tillatt å bruke datamaskin. På del 2 vil fremdeles alle hjelpemidler være tillatt, bortsett fra verktøy som kan brukes til kommunikasjon. Samskriving, nettpat og andre måter å utveksle informasjon med andre er ikke tillatt. Det er ikke tillatt med åpent internett til eksamen i fysikk 2. Elevene skal være etterrettelige i bruken av kilder.

Eksamensoppgavene blir utformet slik at de prøver den samlede kompetansen. Det er den samlede kompetansen til kandidaten som skal vurderes og som kommer til uttrykk i karakteren.

## Hva inneholder dette oppgavesettet?

Dette oppgavesettet inneholder del 1 som består av oppgave 1 og 2, og del 2 som består av oppgave 3–6.

- Oppgave 1 består av 20 flervalgsoppgaver. Flervalgsoppgavene er lukkede oppgaver med gitte svaralternativer der bare ett svar er riktig.
- Oppgave 2–6 er åpne oppgaver der elevene konstruerer svaret selv. Flere av oppgavene er sammensatte oppgaver. I disse oppgavene er presentasjonen av løsninger og resonnementer med bruk av fagterminologi, figurer, symboler, algoritmer og vitenskapelig notasjon sentralt. I oppgave 2 er det også teorioppgaver.
- Vedlegg 1 Faktavedlegg
- Vedlegg 2 Formelvedlegg
- Vedlegg 3 Programmeringsvedlegg
- Vedlegg 4 Eget svarark for oppgave 1

| Eksamensinformasjon                     |  |
|---|--|
| <b>Eksamenstid</b>                      | <p>5 timer</p> <p>Del 1 skal leveres inn etter 2 timer.</p> <p>Del 2 skal leveres inn senest etter 5 timer.</p> <p>Du kan begynne å løse oppgavene i del 2 når som helst, men du kan ikke bruke hjelpemidler før etter 2 timer – etter at du har levert svarene for del 1.</p>   |
| <b>Hjelpemidler</b>                     | <p>Del 1: Skrivesaker, passer, linjal og vinkelmåler</p> <p>Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra åpent internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon.</p> <p>Ved bruk av nettbaserte hjelpemidler under eksamen har du ikke lov til å kommunisere med andre.</p>  |
| <b>Bruk av kilder</b>                   | Dersom du bruker kilder i svaret ditt, skal du alltid føre dem opp på en slik måte at leseren kan finne fram til dem.  |
| <b>Vedlegg</b>                          | <p>1 Faktavedlegg</p> <p>2 Formelvedlegg</p> <p>3 Programmeringsvedlegg</p> <p>4 Eget svarark for oppgave 1. Dette vedlegget skal leveres inn.</p>   |
| <b>Oppgavene</b>                        | <p>Oppgave 1 har 20 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Blankt svar blir regnet som feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med ett svaralternativ: A, B, C eller D. Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarark i vedlegg 4, som ligger helt til sist i oppgavesettet. Svararket skal du rive løs fra oppgavesettet og levere inn.</p> <p>Del 1 har 2 oppgaver. Del 2 har 4 oppgaver.</p>   |
| <b>Vurdering og vektning</b>            | <p>Karakteren blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av besvarelsen.</p> <p>De to delene av svaret, del 1 og del 2, blir vurdert under ett.</p> <p>Oppgave 1 og 2 på del 1 vektes omtrent likt.</p> <p>Del 2 vektes omtrent i forholdet 3:5 av hele settet.</p>  |
| <b>Annen informasjon om vurderingen</b> | <p>Vurderingskriteriene i eksamensveiledningen beskriver kvaliteten på kandidatenes kompetanse på tvers av læreplanens kompetansemål og sett i lys av tekstene <i>om faget</i>. Det betyr at sensor vurderer i hvilken grad du :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-viser fysikkfaglig forståelse</li> <li>-løser problemer i kjente og ukjente situasjoner</li> <li>-kan løse problemer ved regning, modellering og bruk av hensiktsmessige hjelpemidler</li> <li>-bearbeider eksperimentelle data</li> <li>-forklarer fremgangsmåter og begrunner svar i et faglig språk med riktige benevnninger</li> <li>-vurderer om svarene er rimelige</li> </ul> <p>Se eksamensveiledningen for mer informasjon om vurderingen.</p> |
| <b>Kilder</b>                           | <p>Se kildeliste, side 25.</p> <p>Andre grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet</p>  |

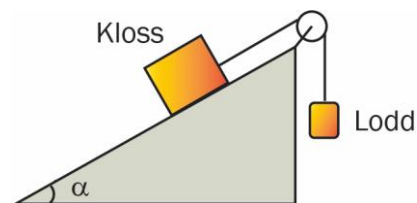
## Del 1

### Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

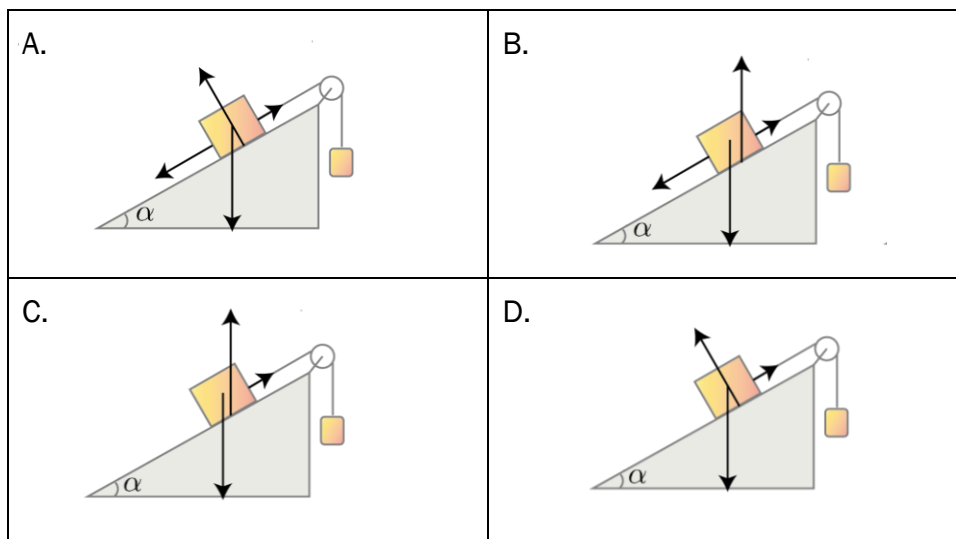
Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarark i vedlegg 4.

(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

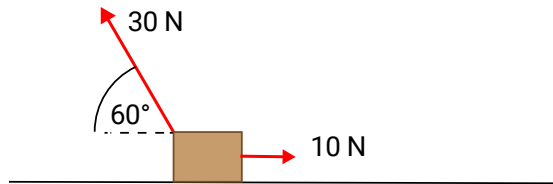
- a) En kloss er festet til et lodd ved hjelp av en snor. Snora mellom klossen og loddet er hele tiden stram og klossen har en akselerasjon nedover skråplanet. Se bort fra all friksjon og luftmotstand.



Hvilken figur viser best kreftene på klossen?



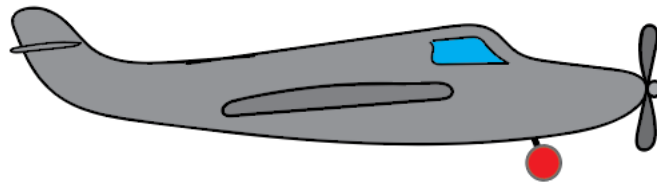
- b) En kloss beveger seg uten friksjon på et horisontalt underlag. I tillegg til normalkraften og tyngdekraften virker det to krefter på klossen som vist på figuren. Massen til klossen er 10 kg.



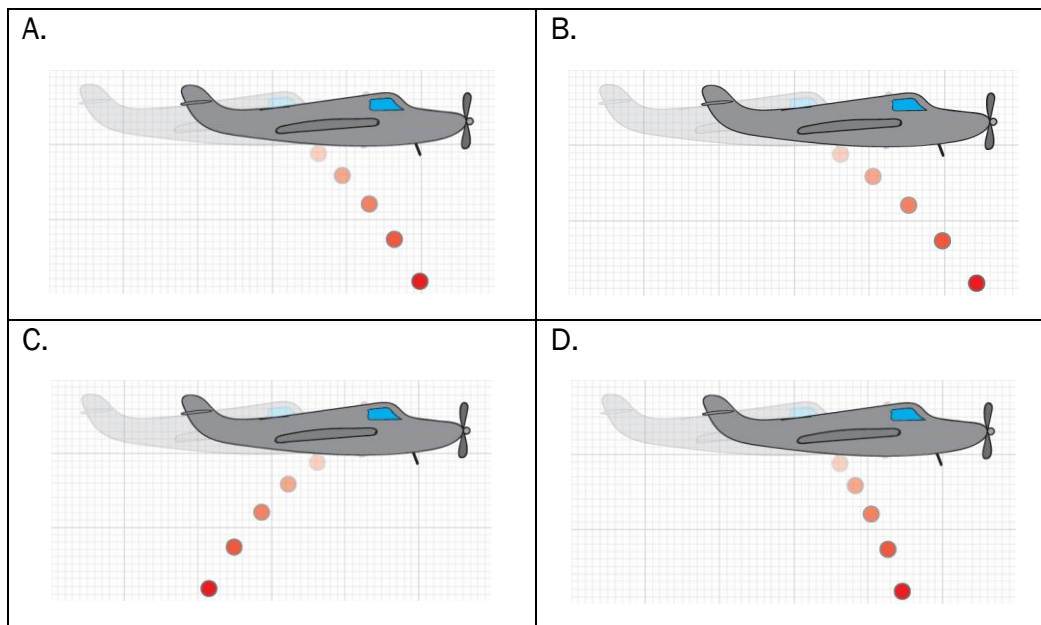
Hvor stor er akselerasjonen til klossen?

- A.  $0,50 \text{ m/s}^2$
- B.  $1,6 \text{ m/s}^2$
- C.  $2,0 \text{ m/s}^2$
- D.  $2,5 \text{ m/s}^2$

- c) Et fly beveg seg med konstant og horisontal fart mot høyre. Hjulet foran på flyet faller av. Det er vindstille i forhold til bakken, men vi kan ikke se bort fra luftmotstanden.



Hvilken figur viser best bevegelsen til hjulet i forhold til bakken?



- d) En ball sparkes på skrått opp fra et horisontalt underlag. Under vises et program som regner ut hvor lenge ballen er i lufta.



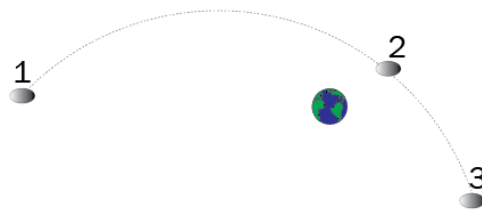
```
1  from pylab import *
2
3  vx = 8
4  vy = 10
5  t = 0
6  y = 0
7  m = 0.45
8  k = 0.00653
9  dt = 0.00001
10
11 while y >= 0:
12     v = sqrt(vx**2 + vy**2)
13     ax = - k*v*vx/m
14     ay =
15     vx = vx + ax*dt
16     vy = vy + ay*dt
17     y = y + vy*dt
18     t = t + dt
19
20 print(t)
```

Hva er riktig kode for linje 14?

- A.  $ay = 9.81 + k*v*vy/m$
- B.  $ay = 9.81 - k*v*vy/m$
- C.  $ay = -9.81 + k*v*vy/m$
- D.  $ay = -9.81 - k*v*vy/m$



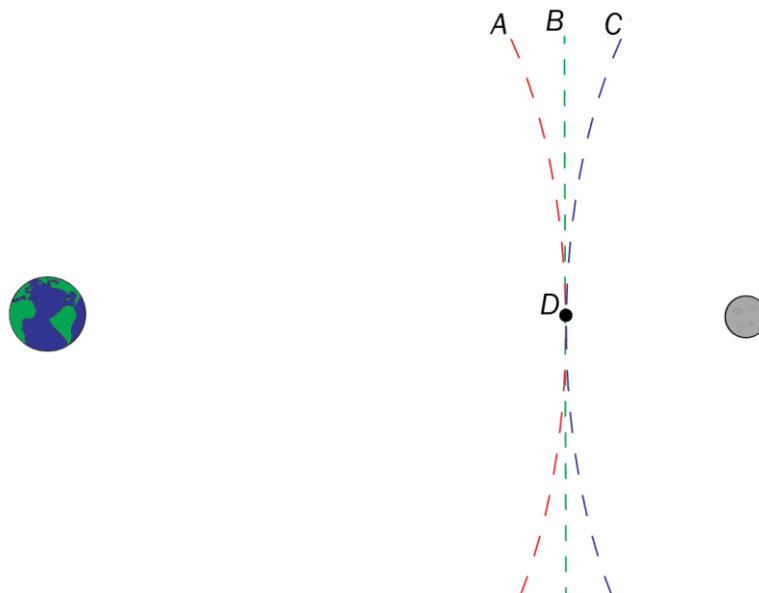
- e) Figuren viser litt av banen til en asteroide når den passerer jorda. Asteroiden er vist i tre ulike posisjoner: 1, 2 og 3.



I hvilken posisjon er farten til asteroiden minst og i hvilken posisjon er farten størst?

|    | Minst fart | Størst fart |
|----|------------|-------------|
| A. | 1          | 2           |
| B. | 1          | 3           |
| C. | 2          | 1           |
| D. | 2          | 3           |

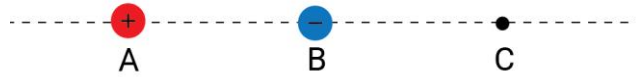
- f) Figuren viser et øyeblikksbilde av jorda og månen. Hvor er gravitasjonsfeltstyrken null?



- A. Langs en kurve omtrent slik kurve A viser.
- B. Langs en linje omtrent slik linje B viser.
- C. Langs en kurve omtrent slik kurve C viser.
- D. Bare i et punkt D på linje mellom jorda og månen.

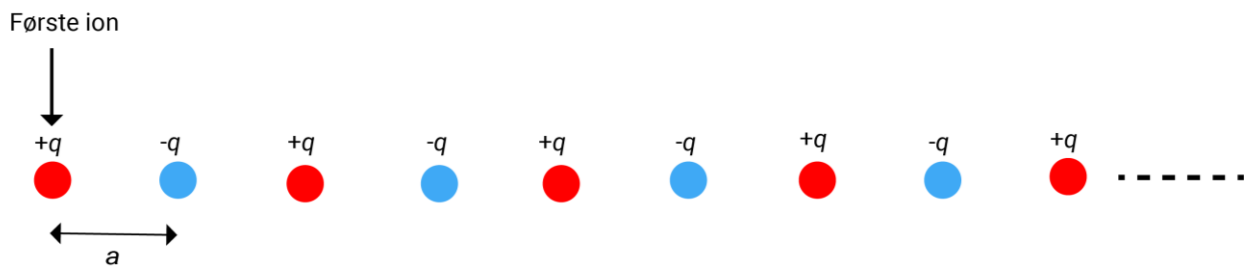
- g) En partikkel med ladning  $+e$  er plassert ved punktet A. En annen partikkel med ladning  $-e$  er plassert ved punktet B.

Retningen på den elektriske feltstyrken ved punktet C er



- A. oppover
- B. nedover
- C. mot venstre
- D. mot høyre

- h) Figuren viser et utsnitt av en lineær krystall med 199 ioner hvor annethvert ion har motsatt ladning. Avstanden mellom ionene er  $a$ . Det første ionet er plassert helt til venstre i figuren. I koden under er det gjort en beregning.

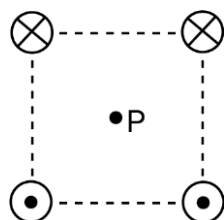


|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1                                    | <code>k = 8.99e9</code>                          |
| 2                                    | <code>a = 2e-10 # 2Å</code>                      |
| 3                                    | <code>q = 1.602e-19</code>                       |
| 4                                    |  |
| 5                                    | <code>K = 0</code>                               |
| 6                                    | <code>for i in range(1, 199):</code>             |
| 7                                    | <code>    K = K + (-1)**i*k*q**2/(a*i)**2</code> |
| 8                                    |  |
| 9                                    | <code>print(abs(K))</code>                       |
| <b>Output:</b> 4.743910890988765e-09 |  |

Hva regner koden ut?

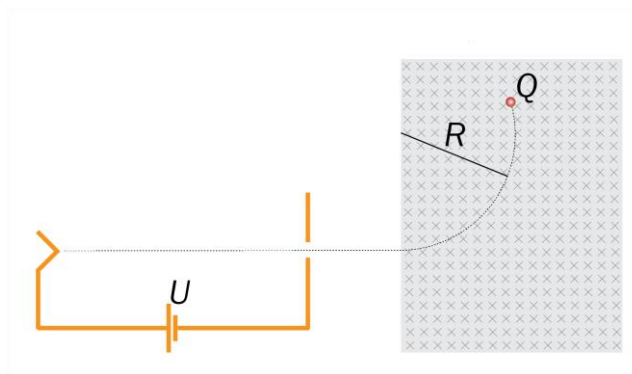
- A. Det totale elektriske feltet helt til venstre i krystallen.
- B. Det totale elektriske feltet i midten av krystallen.
- C. Summen av de elektriske kreftene på ionet helt til venstre i krystallen.
- D. Summen av de elektriske kreftene på ionet i midten av krystallen.

- i) Fire lange rette ledere står vinkelrett på papirplanet som vist i figuren. Lederne fører like store strømmer. Til sammen danner de hjørnene i et kvadrat. Retningen på strømmen i de to øverste lederne er inn i papirplanet, og retningen på strømmen i de to nederste lederne er ut av papirplanet. Punktet P er midt i kvadratet.



Hva er retningen på det magnetiske feltet i punktet P?

- A. oppover
  - B. nedover
  - C. mot venstre
  - D. mot høyre
- j) Et ion med ladning  $Q$  akselereres fra ro av en spenning  $U$  og beveger seg deretter inn i et magnetfelt som står vinkelrett på farten  $v$ . Ionet følger en sirkelbane med radius  $R$ .

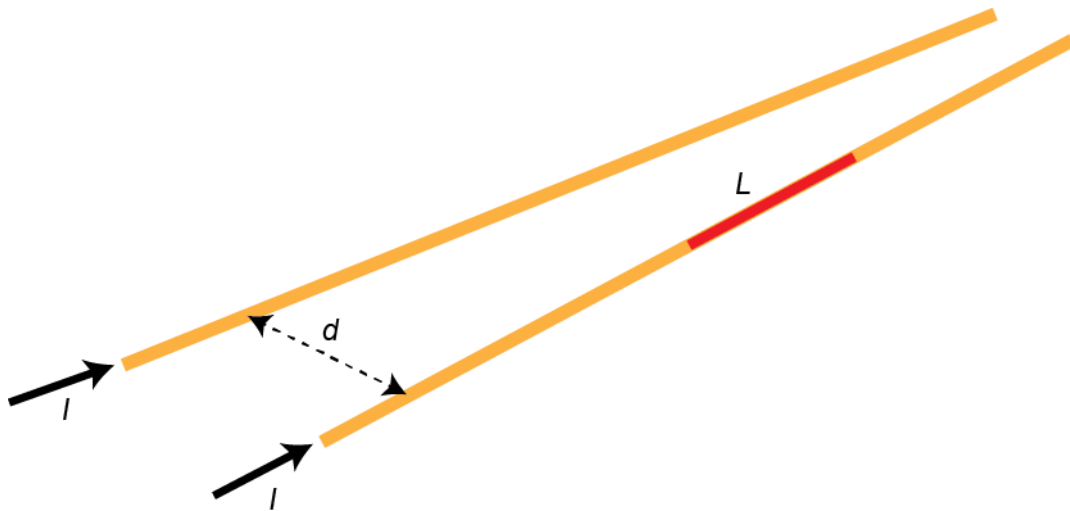


Et annet ion med ladning  $2Q$  og like stor masse som det første ionet akselereres av den samme spenningen.

Hva blir radien i sirkelbanen til dette ionet?

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

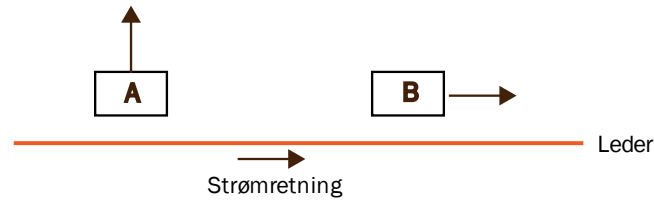
k) To lange, parallelle, rette ledere med avstanden  $d$  fører den samme strømmen  $I$ .



Hvor stor er kraften  $F$  på en lengde  $L$  av lederne.

- A.  $F = \frac{kl^2L}{d}$
- B.  $F = \frac{kIL}{d}$
- C.  $F = \frac{2kIL}{d}$
- D.  $F = \frac{2kl^2L}{d}$

- l) En lang rett leder fører en konstant strøm mot høyre. To ledende rektangler A og B beveger seg i nærheten av lederen. A beveger seg bort fra lederen, mens B beveger seg parallelt med lederen.



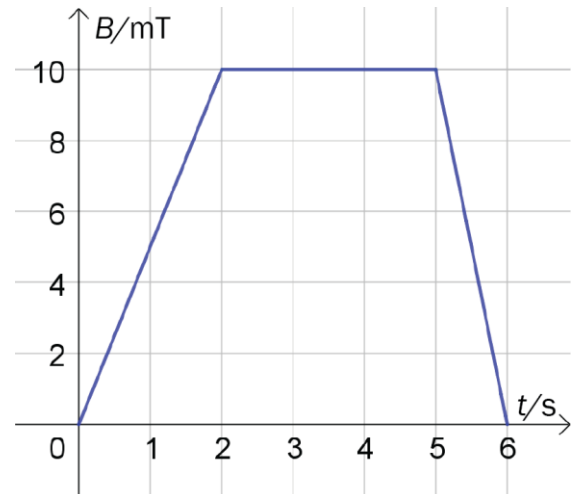
Hva er riktig om strømretningene i rektangel A og rektangel B?

|    | Rektangel A             | Rektangel B             |
|----|-------------------------|-------------------------|
| A. | Strømretning med klokka | Strømretning med klokka |
| B. | Ingen strøm             | Strømretning mot klokka |
| C. | Strømretning mot klokka | Ingen strøm             |
| D. | Ingen strøm             | Ingen strøm             |

- m) En kvadratisk ledersløyfe med sider 10 cm er plassert i et magnetfelt. Magnetfeltet er vinkelrett på sløyfeplanet, og den magnetiske flukstettheten  $B$  varierer slik figuren viser.

Hvor stor er absoluttverdien til den induserte spenningen ved tiden  $t = 3,0$  s?

- A. 0
- B.  $45 \mu\text{V}$
- C.  $50 \mu\text{V}$
- D.  $75 \mu\text{V}$

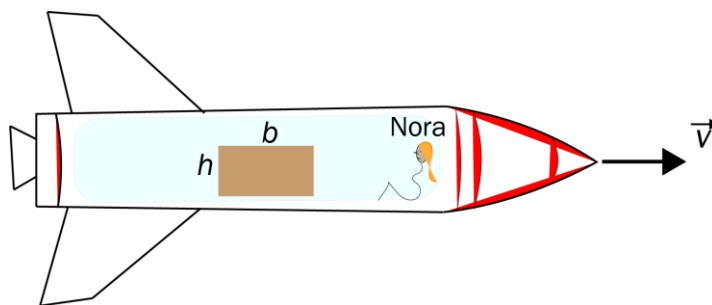


- n) En ledersløyfe roterer i et homogent magnetfelt. Vekselspanningen i ledersløyfen er gitt ved  $\varepsilon(t) = 130 \sin(100t)$  der  $t$  er i sekunder og  $\varepsilon$  i volt.

Hvor stor er vinkelfarten?

- A.  $20 \text{ s}^{-1}$
- B.  $260 \text{ s}^{-1}$
- C.  $100 \text{ s}^{-1}$
- D.  $50 \text{ s}^{-1}$

- o) Nora sitter i et romskip som beveger seg med konstant, rettlinjet fart langt borte fra jorda og andre himmellegemer. Romskipet har farten  $0,98c$  i forhold til jorda. I romskipet er det ei kasse. Nora måler bredden  $b = 2,0 \text{ m}$  og høyden  $h = 1,0 \text{ m}$  på kassa. En fart på  $0,98c$  gir en lorentzfaktor  $\gamma = 5,0$ .



Hva er riktig bredde og høyde på kassa sett fra jorda?

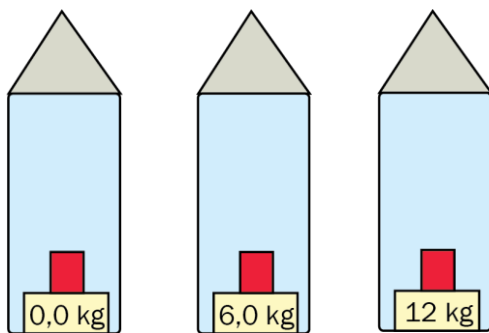
|    | Bredde | Høyde |
|----|--------|-------|
| A. | 2,0    | 0,20  |
| B. | 0,40   | 1,0   |
| C. | 2,0    | 5,0   |
| D. | 10     | 1,0   |

p) Vi fortsetter med situasjonen i forrige oppgave. Nora bruker 1,0 min på å gre håret.

Hvor lang tid bruker Nora på å gre håret sett fra jorda?

- A. 0,20 min
- B. 0,80 min
- C. 1,2 min
- D. 5,0 min

q) En eske er plassert på en badevekt i et romskip. Romskipet står først i ro på jordas overflate, deretter akselererer det med konstant akselerasjon rett ut fra jordas overflate, og til slutt beveger det seg med konstant fart langt borte fra jorda og andre himmellegemer. Bildene viser verdien på badevekten i disse ulike tilfellene.



Figur 1

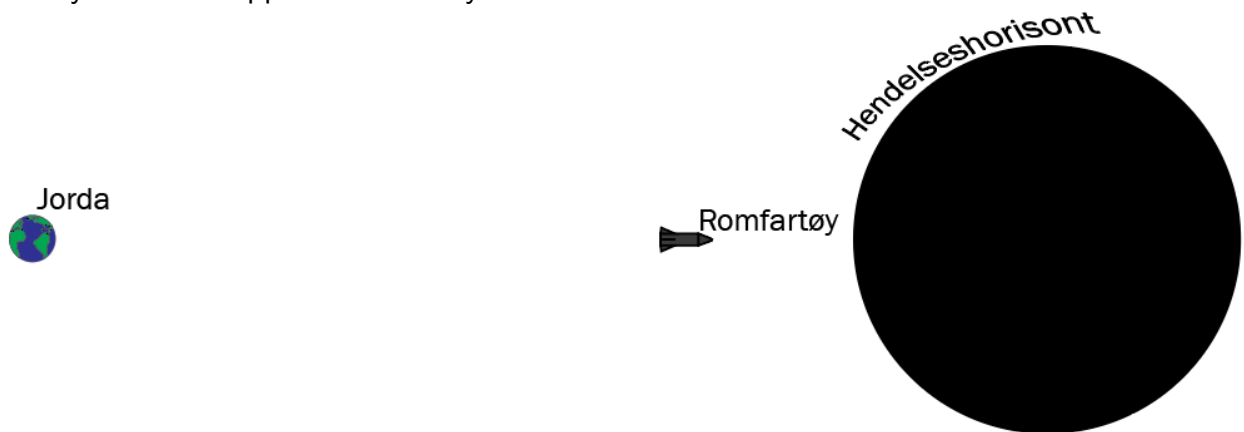
Figur 2

Figur 3

Hva er riktig kronologisk rekkefølge med romskipet i ro på jordas overflate først?

- A. Figur 1, figur 2, figur 3
- B. Figur 1, figur 3, figur 2
- C. Figur 2, figur 3, figur 1
- D. Figur 3, figur 1, figur 2

- r) Hendelseshorisonten til et svart hull er der gravitasjonsfeltstyrken akkurat er så stor at selv ikke lys kan unnslippe. Et romfartøy faller mot et svart hull.



Det er gitt to påstander om hva som skjer når romfartøyet nærmer seg hendelseshorisonten:

1. Elektromagnetisk stråling vi mottar på jorda fra fartøyet blir mer og mer rødforskjøvet.
2. Sett fra jorda vil en klokke om bord i romfartøyet gå saktere og saktere.

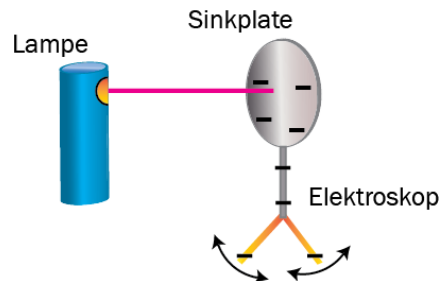
Hvilken påstand er riktig?

- A. Ingen av dem
- B. Påstand 1
- C. Påstand 2
- D. Begge påstandene



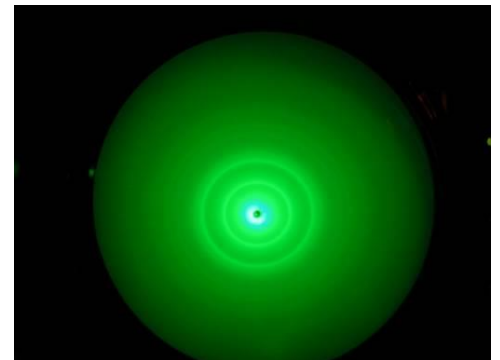
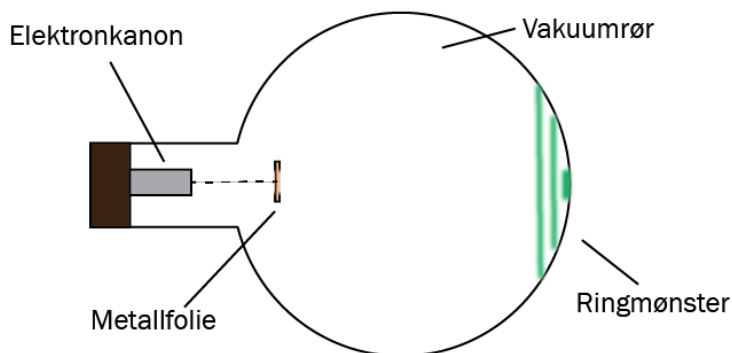
- s) Et elektroskop består av to lette metallstrimler som er festet til ei ledende stang og ei sinkplate. Sinkplata blir negativt ladet, og strimlene på elektroskopet går fra hverandre.

Deretter sender vi UV-lys mot sinkplata fra en lampe.



Da vil strimlene på elektroskopet

- A. fjerne seg fra hverandre, fordi lyset løsriver positive ladninger
  - B. nærme seg hverandre, fordi lyset løsriver negative ladninger
  - C. fjerne seg fra hverandre, fordi lyset løsriver negative ladninger
  - D. nærme seg hverandre, fordi lyset løsriver positive ladninger
- t) En elektronstråle sendes mot en skjerm i et vakuumrør. Elektronstrålen går gjennom en tynn metallfolie. Atomene i metallfolien fungerer som et gitter. På skjermen ser man flere ringer.



Bildet viser ringmønsteret fra et lignende forsøk.

Hvilket fenomen er dette et eksempel på?

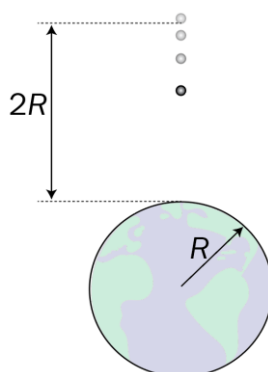
- A. Ekvivalensprinsippet
- B. Fotoelektrisk effekt
- C. Comptoneffekten
- D. De Broglie-bølgelengden

## Oppgave 2

- a) Du få utdelt en rull med kobbertråd, ledninger, et amperemeter og en magnet. Forklar hvordan du kan indusere strøm ved hjelp av dette utstyret.



- b) Et legeme faller fra en avstand på to jordradier  $R$  over jordoverflata. Startfarten til legemet er null. Jordas masse er  $M$ . I denne oppgaven ser vi bort fra luftmotstand.



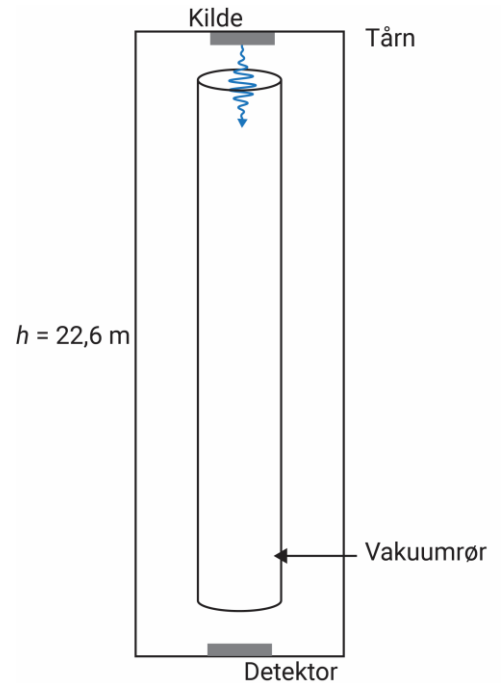
Bestem et uttrykk for farten legemet treffer jordoverflata med.

- c) I Pound-Rebka eksperimentet gjennomført ved universitet i Harvard i 1959 ble gammafotoner med frekvens  $f_e = 3,5 \cdot 10^{18}$  Hz emittert fra en kilde i toppen av et tårn med høyde  $h = 22,6$  m. Frekvensen til fotonene ble deretter registrert av en detektor i bunnen av tårnet. Differansen mellom  $f_e$  og frekvensen til de registrerte fotonene  $f_r$  er gitt ved

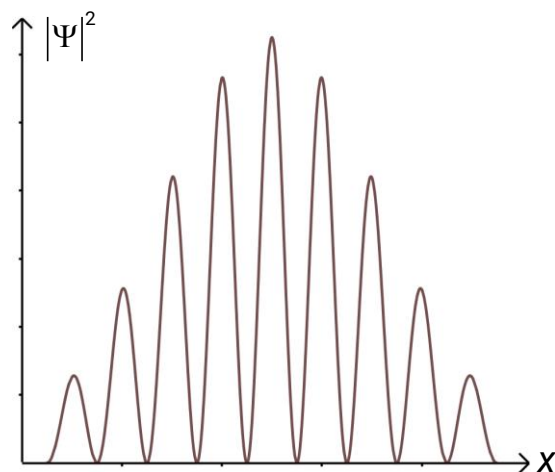
$$f_r - f_e = \frac{f_e \cdot gh}{c^2} = 8,6 \text{ kHz}$$

der  $g$  er jordas tyngdeakselerasjon.

1. Forklar hvorfor det blir en differanse i frekvensen.
2. Forklar hvordan et tilsvarende eksperiment kan gjennomføres i et romskip som beveger seg utenfor jordas og andre himmellegemers gravitasjonsfelt.



- d) I figuren nedenfor ser vi den kvadrerte av absoluttverdien til bølgefunksjonen for en kvantepartikkel.

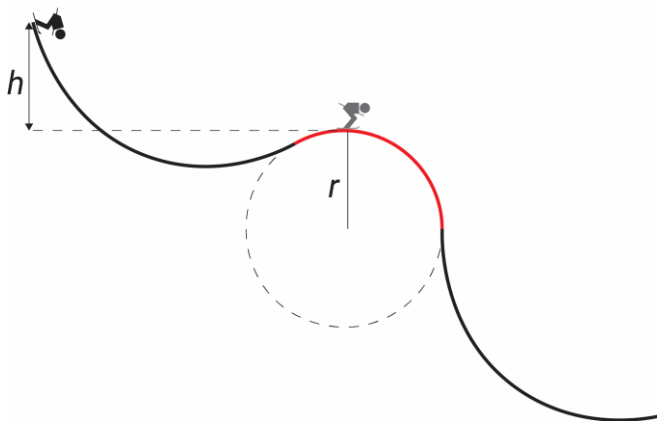


Gjør rede for, med utgangspunkt i størrelsen posisjon, hvordan vi kan tolke en slik figur.

## Del 2

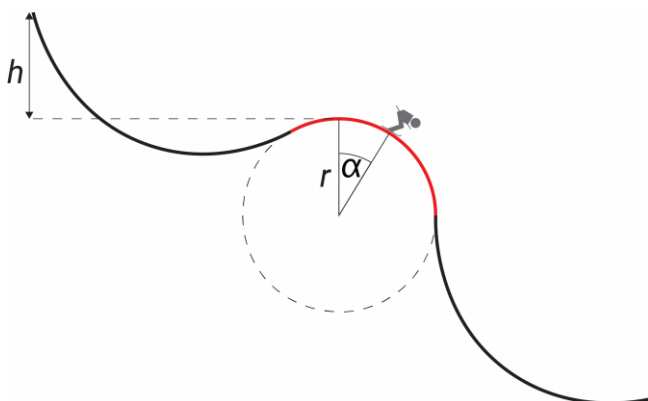
### Oppgave 3

En skiløper med masse 100 kg setter utfor en islagt bakke og kjører over en bakketopp, der den markerte delen av bakketoppen er en del av en sirkel med radius  $r = 10$  m. Startpunktet har en høyde  $h = 2,7$  m over bakketoppens høyeste punkt. I denne oppgaven ser vi bort fra friksjon og luftmotstand.



- Tegn kreftene som virker på skiløperen på bakketoppen.
- Regn ut kraften fra underlaget på skiløperen på bakketoppen.

Skiløperen fortsetter nedover fra bakketoppen som vist på figuren under. Etter hvert vil skiløperen miste kontakt med underlaget.

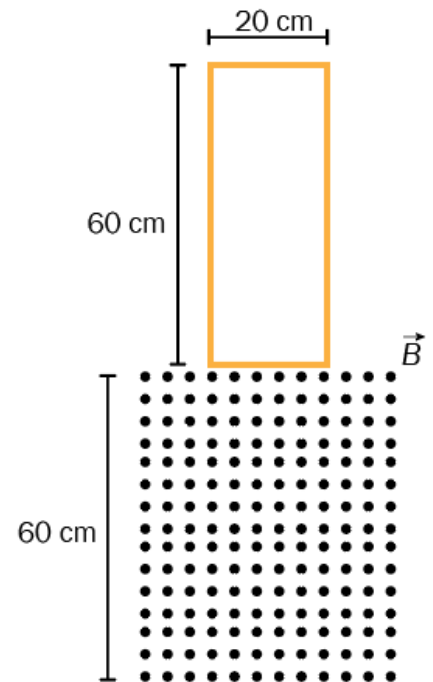


- Regn ut vinkelen  $\alpha$  der skiløperen mister kontakt med underlaget.

## Oppgave 4

En rektangulær ledersløyfe slippes fra ro. Ledersløyfa har masse 50 g, resistans  $0,041\ \Omega$ , bredde 20 cm og høyde 60 cm. Når sløyfa slippes er den like over et homogent magnetfelt med magnetisk flukstetthet 0,50 T. Magnetfeltet har retning ut av papirplanet. Høyden på magnetfeltet er 60 cm. Se figur.

Programkoden nedenfor gjør blant annet en numerisk beregning av strekningen ledersløyfa har falt og farten den har fått når det har gått 0,20 sekunder.

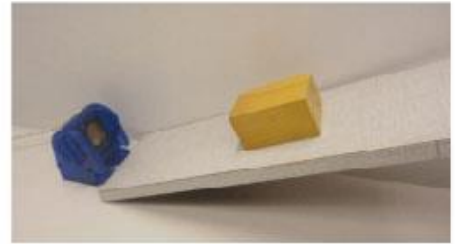


```
1  t = 0
2  dt = 0.0001
3  g = 9.81
4  k = 4.878
5  s = 0
6  v = 0
7
8  while t < 0.2
9      s = s + v*dt
10     a = g - k*v
11     v = v + a*dt
12     t = t + dt
13
14  print(s, v)
```

- Vis at proporsjonalitetskonstanten  $k$  i koden blir 4,878. Du trenger ikke å programmere her.
- Bestem hvor stor strøm som induseres i kretsen ved  $t = 0,40$  s. Du kan ta utgangspunkt i koden ovenfor.
- Hvor lang tid tar det før sløyfa er helt ute av feltet?

## Oppgave 5

I denne oppgaven ser vi på et forsøk der vi sender en kloss oppover et skråplan. Massen til klossen er 123 g og skråplanvinkelen er  $24^\circ$ . En avstandsmåler er plassert nederst på skråplanet og måler avstanden  $s$  til klossen som funksjon av tiden  $t$ .



Under vises måleresultatene fra forsøket.

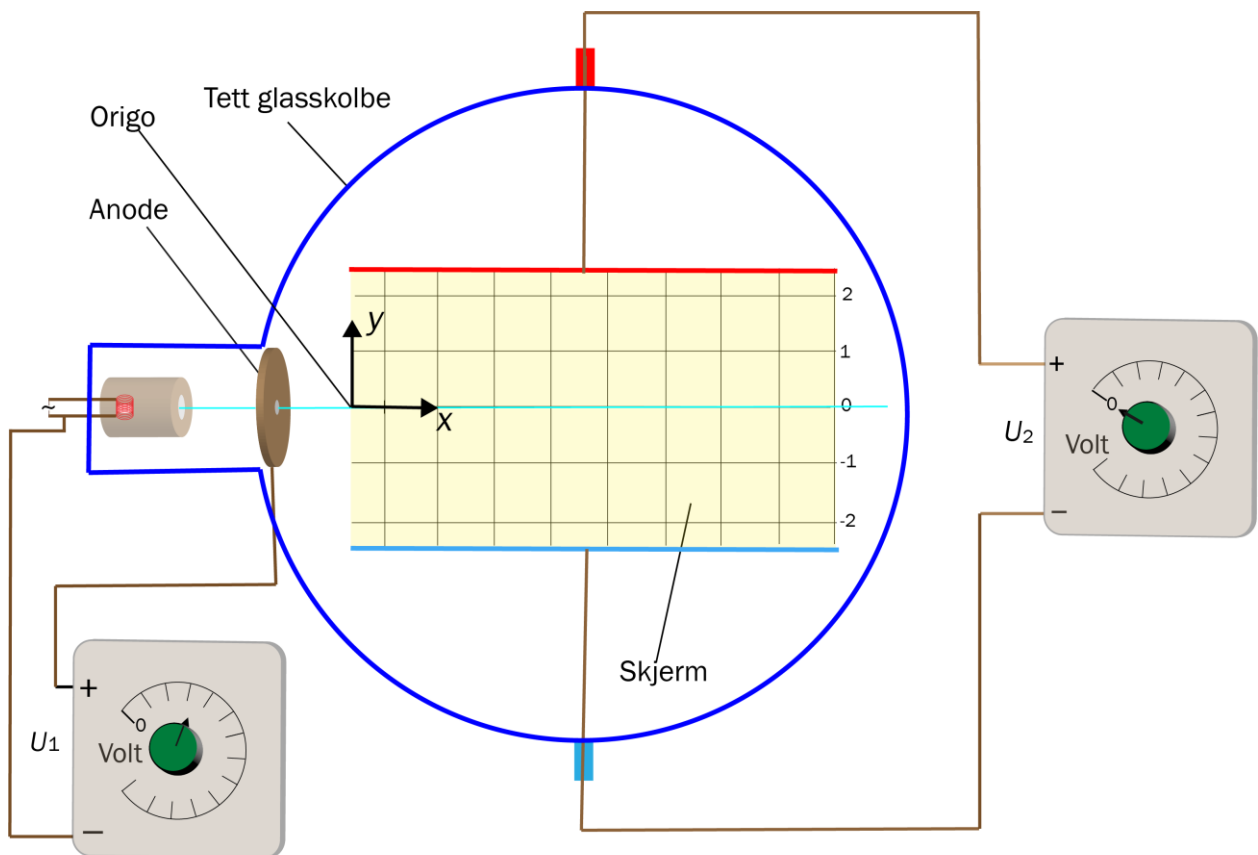
|       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $t/s$ | 0,501 | 0,551 | 0,601 | 0,651 | 0,702 | 0,752 | 0,802 | 0,852 |
| $s/m$ | 0,218 | 0,339 | 0,444 | 0,530 | 0,598 | 0,649 | 0,684 | 0,701 |

I teorien skal friksjonstallet mellom klossen og skråplanet være konstant.

Vurder hvordan måleverdiene stemmer med teorien.

## Oppgave 6

Figuren under viser en elektronkanon hvor elektroner blir akselerert av en spenning  $U_1$ . Elektronene fortsetter videre gjennom et område hvor en spenning  $U_2$  sørger for et homogent elektrisk felt mellom to horisontale plater. En skjerm består av rutenett. Hver rute er på 1 cm x 1 cm. Skjermen står vertikalt mellom platene, og posisjonen til elektronstrålen er mulig å lese av på dette rutenettet. En lærer sørger for å regulere de to spenningene.



I figuren ser vi elektronstrålen når  $U_2 = 0$  V. Læreren skrur på spenningen  $U_2$  slik at elektronstrålen får en annen bane.

1. Tegn en skisse av en mulig bane elektronstrålen kan få.
2. Forklar hvordan ulike styrker på spenningen  $U_2$  påvirker elektronbanen.

Læreren sier at posisjonen til et elektron som beveger seg i feltet er gitt ved  $y(x) = k \cdot x^2$ , der x-aksen og y-aksen er som vist på skjermen. Ragnar ønsker å utforske om denne modellen stemmer.

Han gjør følgende målinger:

|      |      |      |      |     |     |     |     |
|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| x/cm | 0,50 | 2,5  | 3,5  | 4,5 | 5,5 | 6,5 | 7,5 |
| y/cm | 0,10 | 0,40 | 0,60 | 1,1 | 1,5 | 2,0 | 2,4 |

- b) Vurder om måledataene stemmer med modellen til læreren.

c) Vis at banen til elektronene er gitt ved

$$y = \frac{U_2}{4U_1 d} \cdot x^2, \text{ der } d \text{ er avstanden mellom de horisontale platene.}$$

Da læreren gjorde forsøket var  $U_1 = U_2 = 2,9$  kV. Ragnar anslår at relativ usikkerhet for begge spenningsverdiene er 3,0 % og at usikkerheten for posisjonen  $x$  er 2,0 %.

- d)
1. Les av plateavstanden  $d$  og anslå en verdi for relativ usikkerhet i  $d$ .
  2. Regn ut relativ usikkerhet i posisjonen  $y$ .
  3. Vurder om punktene i tabellen er i samsvar med uttrykket i c).



## Kildeliste

Bilde i oppgave 1x [http://www.uv.es/inecfis/QPhVL/p1/p1\\_ap5.html](http://www.uv.es/inecfis/QPhVL/p1/p1_ap5.html)

## Faktavedlegg

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
| Fysikkkonstantar | Atommasseeininga (u)                      | $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$                                    |
|                  | Biot-Savart-konstanten ( $k_m$ )          | $2 \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ (eksakt)                            |
|                  | Coulombkonstanten ( $k_e$ )               | $8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$                           |
|                  | Elementærladninga (e)                     | $1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$                                     |
|                  | Gravitasjonskonstanten ( $\gamma$ )       | $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$                      |
|                  | Lysfarten i vakuum (c)                    | $3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$                                       |
|                  | Planckkonstanten (h)                      | $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$                                    |
|                  | Bohrs konstant (B)                        | $2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$                                     |
| Partikkelmassar  | Elektron ( $m_e$ )                        | $9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5,4858 \cdot 10^{-4} \text{ u}$ |
|                  | Muon ( $m_\mu$ )                          | $1,8835 \cdot 10^{-28} \text{ kg} = 0,1134 \text{ u}$               |
|                  | Ladd pi-meson ( $m_\pi$ )                 | $2,4881 \cdot 10^{-28} \text{ kg} = 0,1498 \text{ u}$               |
|                  | Nøytralt pi-meson ( $m_{\pi^0}$ )         | $2,4062 \cdot 10^{-28} \text{ kg} = 0,1449 \text{ u}$               |
|                  | Proton ( $m_p$ )                          | $1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0073 \text{ u}$               |
|                  | Nøytron ( $m_n$ )                         | $1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0087 \text{ u}$               |
|                  | Alfapartikkel/heliumkjerne ( $m_\alpha$ ) | $6,6447 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,0015 \text{ u}$               |
| Jorda            | Ekvatorradius                             | 6378 km   |
|                  | Polradius                                 | 6357 km   |
|                  | Middelradius                              | 6371 km   |
|                  | Masse                                     | $5,974 \cdot 10^{24} \text{ kg}$                                    |
|                  | Tyngdeakselerasjonen                      | $9,81 \text{ m/s}^2$  |
|                  | Rotasjonstid                              | 23 h 56 min 4,1 s   |
|                  | Omløpstid om sola                         | $3,156 \cdot 10^7 \text{ s}$  |
|                  | Middelavstand frå sola                    | $1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$                                     |
| Sola             | Radius                                    | $6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$   |
|                  | Masse                                     | $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$                                     |
| Månen            | Radius                                    | 1738 km   |
|                  | Masse                                     | $7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$                                     |
|                  | Tyngdeakselerasjonen                      | $1,62 \text{ m/s}^2$  |
|                  | Middelavstand frå jorda                   | $3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$   |

## Formelvedlegg

|                            |  |   |   |   |
|----------------------------|--|---|---|---|
| Mekanikk                   | $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$                                      | $v = v_0 + a t$                                       | $v^2 - v_0^2 = 2 a s$                   | $s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$         |
|                            | $v(t) = s'(t)$   | $s(t) = \int v(t) dt$                                 | $a(t) = v'(t)$                          | $v(t) = \int a(t) dt$                   |
|                            | $a = \frac{v^2}{r}$  | $v = \frac{2\pi r}{T}$                                | $\omega = \frac{2\pi}{T}$               | $f = \frac{1}{T}$                       |
|                            | $\Sigma \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v} = \text{konstant}$ | $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$                          | $\vec{F}^* = -\vec{F}$                  | $R = \mu N$                             |
|                            | $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos(\alpha)$                       | $W = \int_a^b F ds$                                   | $E_p = mgh$                             | $E_k = \frac{1}{2} m v^2$               |
|                            | $P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$                                      | $\vec{p} = m \vec{v}$                                 | $L = kv, \quad L = kv^2$                | $m = \rho V$                            |
| Gravitasjon                | $G = \gamma \frac{Mm}{r^2}$  | $\vec{g} = \frac{\vec{G}}{m}$                         | $E_p = -\gamma \frac{Mm}{r}$            |   |
| Elektrisitet og magnetisme | $F_e = k_e \frac{Qq}{r^2}$   | $\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$                       | $U = \frac{W}{q}$                       | $E = \frac{U}{d}$                       |
|                            | $I = \frac{Q}{t}$  | $R = \frac{U}{I}$                                     | $P = UI$                                | $B = k_m \cdot \frac{I}{r}$             |
|                            | $\vec{F}_m = q \vec{v} \times \vec{B}$                               | $\vec{F}_m = I \vec{l} \times \vec{B}$                | $F_m = k \frac{l_1 l_2}{r} \cdot I$     |   |
|                            | $\phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos(\alpha)$                     | $\varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ | $\varepsilon = vBl$                     |   |
|                            | $U = U_m \sin(\omega t)$   | $U_s I_s = U_p I_p$                                   | $\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$     |   |
| Relativitetsteori          | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$           | $t = \gamma t_0$                                      | $L = \frac{L_0}{\gamma}$                | $\vec{p} = \gamma m \vec{v}$            |
|                            | $E_0 = mc^2$   | $E = E_k + E_0 = \gamma mc^2$                         | $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$               |   |
| Kvantefysikk               | $E_f = hf$   | $hf = W + E_k$  | $\lambda = \frac{h}{p}$                 | $p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$   |
|                            | $c = \lambda f$  | $E_n = -\frac{B}{n^2}$                                | $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ | $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$ |

## Fortsettelse vedlegg 2

|                |   |   |
|----------------|---|---|
| Databehandling | $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$             | $\Delta x = \frac{x_{\text{maks.}} - x_{\text{min.}}}{2}$   |
|                | $\Delta(x \pm y \pm \dots) = \Delta x + \Delta y + \dots$ | $\frac{\Delta(x^n \cdot y^m \cdot \dots)}{x^n \cdot y^m \cdot \dots} = \frac{ n  \cdot \Delta x}{\bar{x}} + \frac{ m  \cdot \Delta y}{\bar{y}} + \dots$ |

|                     |  |   |   |
|---------------------|--|---|---|
| Andregradslikninger | $ax^2 + bx + c = 0 \Leftrightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ |   |   |
| Derivasjonsregler   | $(x^r)' = r \cdot x^{r-1}$   | $(u+v)' = u' + v'$  |   |
|                     | $(u \cdot v)' = u' \cdot v + u \cdot v'$                                   | $\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}$ |   |
|                     | $(g(u))' = g'(u) \cdot u'$   | $(e^{kx})' = k \cdot e^{kx}$                                      |   |
|                     | $(\sin(kx))' = k \cdot \cos(kx)$   | $(\cos(kx))' = -k \cdot \sin(kx)$                                 |   |
| Integrasjon         | $\int f(x) dx = F(x) + C$ , hvor $F'(x) = f(x)$                            |   | $\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$  |
| Vektorregning       | $\vec{a} \cdot \vec{b} =  \vec{a}  \cdot  \vec{b}  \cos(v)$                |   | $ \vec{a} \times \vec{b}  =  \vec{a}  \cdot  \vec{b}  \sin(v)$                |
|                     | $[x_1, y_1] + [x_2, y_2] = [x_1 + x_2, y_1 + y_2]$                         |   | $\vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{a}$ $\vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{b}$ |
| Geometri            | $O_{\text{sirkel}} = 2\pi r$   | $A_{\text{sirkel}} = \pi r^2$                                     | $A_{\text{kule}} = 4\pi r^2$  |
|                     | $\sin v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hyp.}}$                            | $\cos v = \frac{\text{hos. kat.}}{\text{hyp.}}$                   | $\tan v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hos. kat.}}$                          |
|                     | $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(A)$  |   | $\frac{\sin(A)}{a} = \frac{\sin(B)}{b} = \frac{\sin(C)}{c}$                   |

|       | 0° | 30°                  | 45°                  | 60°                  | 90° |
|-------|----|----------------------|----------------------|----------------------|-----|
| sin v | 0  | $\frac{1}{2}$        | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | 1   |
| cos v | 1  | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{1}{2}$        | 0   |
| tan v | 0  | $\frac{\sqrt{3}}{3}$ | 1                    | $\sqrt{3}$           |     |

## Programmeringsvedlegg

En del av kommandoene er avhengig av å bruke pylab-biblioteket vha. `from pylab import *`. Det er ikke kommentert spesifikt hvilke kommandoer som krever dette.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Utskrift                    | <code>print()</code>   |
| Regneoperatorer             | <code>+ - * ** / //</code>   |
| Definere variabel           | <code>a = &lt;verdi&gt;</code>   |
| Tilordne variabel ny verdi  | <code>= += -= *= /=</code>   |
| Heltall og desimaltall      | <code>int(&lt;tall&gt;)</code> <code>float(&lt;tall&gt;)</code>  |
| Konstanter                  | <code>pi</code> <code>e</code>   |
| Tall på standardform        | Eksempel: 6.67E-11 eller 6.67e-11  |
| Lister og arrays (vektorer) | <code>L = [ ]</code><br><code>L.append(&lt;verdi&gt;)</code><br><code>v = array(L)</code><br><code>v = zeros(&lt;antall elementer&gt;)</code><br><code>x = linspace(&lt;start&gt;, &lt;slutt&gt;, &lt;trinnlengde&gt;)</code>  |
| Definere funksjon           | <code>def &lt;navn og argument til funksjon&gt;:</code><br><code>    return &lt;funksjon&gt;</code>  |
| Innebygde funksjoner        | <code>exp()</code> <code>log()</code> <code>sqrt()</code> <code>abs()</code><br><code>sin()</code> <code>asin()</code> <code>cos()</code> <code>acos()</code> <code>tan()</code> <code>atan()</code> <code>radians()</code> <code>degrees()</code><br><code>min()</code> <code>max()</code> <code>sum()</code> <code>mean()</code> <code>std()</code> <code>len()</code> <code>random()</code> <code>round()</code><br><code>float()</code> <code>int()</code> <code>sign()</code> |
| Informasjon fra brukeren    | <code>input()</code>   |

### Fortsettelse vedlegg 3

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Plotte</b>             | plot(<x-verdier>, <y-verdier>, <farge- og layout>)<br>title(<tittel>)<br>xlabel(<navn på førsteakse>)<br>ylabel(<navn på andreakse>)<br>grid()<br>axis('equal')<br>show() |
| <b>Sammenligne</b>        | == != < > <= >=   |
| <b>Logikk</b>             | and or not  |
| <b>if-test</b>            | if <betingelse>:<br><hva som skal skje><br>elif <betingelse>:<br><hva som skal skje><br>else:<br><hva som skal skje><br><br>if <betingelse>:<br>break                     |
| <b>Løkker/iterasjoner</b> | for n in range(<verdier>):<br><hva som skal skje><br><br>for n in <liste>:<br><hva som skal skje><br><br>while <betingelse>:<br><hva som skal skje>                       |

Kandidatnummer: \_\_\_\_\_

| Oppgave 1 /<br>Oppgave 1 | Svaralternativ A,<br>B, C eller D |
|--------------------------|-----------------------------------|
| a)                       |                                   |
| b)                       |                                   |
| c)                       |                                   |
| d)                       |                                   |
| e)                       |                                   |
| f)                       |                                   |
| g)                       |                                   |
| h)                       |                                   |
| i)                       |                                   |
| j)                       |                                   |
| k)                       |                                   |
| l)                       |                                   |
| m)                       |                                   |
| n)                       |                                   |
| o)                       |                                   |
| p)                       |                                   |
| q)                       |                                   |
| r)                       |                                   |
| s)                       |                                   |
| t)                       |                                   |

Vedlegg 4 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret for oppgave 2.  
Vedlegg 4 skal leveres kl. 11.00 sammen med besvarelsen for oppgave 2.

## TIPS TIL DEG SOM AKKURAT HAR FÅTT EKSAMENSOPPGAVEN:

- Start med å lese oppgaveinstruksen godt.
- Husk å føre opp kildene i svaret ditt hvis du bruker kilder.
- Les gjennom det du har skrevet før du leverer.
- Bruk tiden. Det er lurt å drikke og spise underveis.

Lykke til!