

08.05.2026

Eksamen

REA3039 Fysikk 2

Se eksamenstips på baksiden!

Nynorsk

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	Eksamen varer i 5 timar. Del 1 skal leverast inn etter 2 timar. Del 2 skal leverast inn seinast etter 5 timar. Du kan begynne å løyse oppgåvene i del 2 når som helst, men du kan ikkje bruke hjelpemiddel før etter 2 timar – etter at du har levert svara for del 1.
Tillatne hjelpemiddel under eksamen	Del 1: skrivesaker, passar, linjal, vinkelmålar og vedlegg i oppgåvesettet Del 2: Alle hjelpemiddel er tillatne, bortsett frå opent internett og andre verktøy som gjer det mogleg å kommunisere, som mobiltelefon, programvare for samskriving, chat eller liknande. Programmeringsprogram o.l. må vere installerte lokalt på eininga di før eksamen. GeoGebra klassisk (versjon 6.0) vil vere tilgjengeleg som nettbasert hjelpemiddel. Du har ikkje lov til å bruke kunstig intelligens som hjelpemiddel under eksamen.
Bruk av kjelder	Dersom du bruker kjelder i svaret ditt, skal du alltid føre dei opp på ein slik måte at lesaren kan finne fram til dei. Du skal føre opp forfattar og fullstendig tittel på både lærebøker og annan litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitat frå internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	1 Faktavedlegg 2 Formelvedlegg 3 Programmeringsvedlegg 4 Eige svarark for oppgåve 1
Vedlegg som skal leverast inn	Vedlegg 4: Eige svarark for oppgåve 1 finn du bakarst i eksamenssettet.

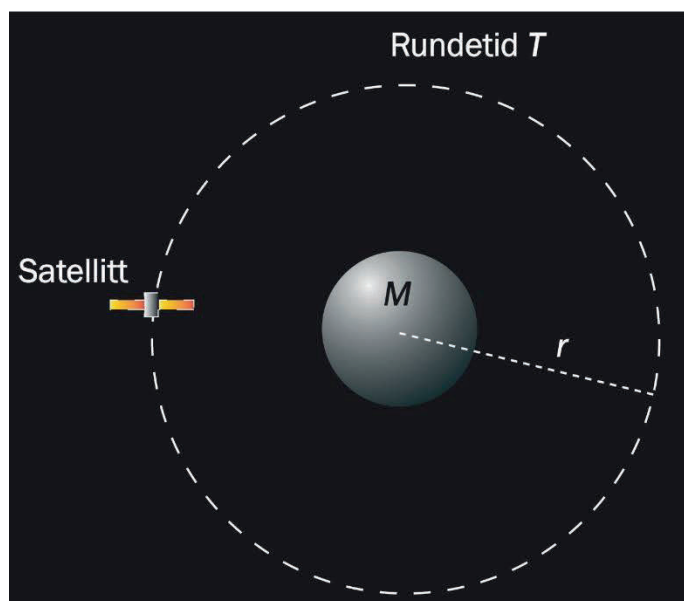
Informasjon om oppgåvene	Oppgåve 1 har 20 fleirvalsoppgåver med fire svaralternativ: A, B, C og D. Det er berre <i>eitt</i> rett svaralternativ for kvar fleirvalsoppgåve. Blankt svar blir rekna som feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du meiner er mest korrekt. Du kan berre svare med <i>eitt</i> svaralternativ: A, B, C eller D. Skriv svara for oppgåve 1 på eige svarark i vedlegg 4, som ligg heilt til sist i eksamenssettet. Svararket skal du rive laus frå oppgåvesettet og levere inn. Du skal altså ikkje levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten. Del 1 har 2 oppgåver. Del 2 har 5 oppgåver.
Informasjon om vurderinga	Vurderingskriteria er grupperte i fire kompetanseområde: • problemløysing • databehandling • programmering • presentasjon Dei to delane av svaret, del 1 og del 2, vil bli vurderte som ein heilskap ved bruk av vurderingskriteria og sensorane sitt faglege skjønn. Sensorane skal først og fremst sjå etter fysikkforståinga i svaret. Det er derfor viktig at svara på oppgåve 2 og del 2 er grunngitt, og at resonnementa kjem tydeleg fram. Du vil ikkje nødvendigvis tene på å skrive svært langt. Eit kortare og klart svar er ofte betre enn eit langt og utflytande svar. Karakteren ved sluttvurderinga blir fastsett etter en heilskapleg vurdering av eksamenssvaret. Dei to delane av svaret, del 1 og del 2, blir vurderte under eitt. Oppgåve 1 og 2 på del 1 tel omtrent likt. Del 2 tel om lag 60 prosent av heile settet.
Kjelder	Grafar, bilete og figurar: Utdanningsdirektoratet

Del 1

Oppgave 1 Fleirvalsoppgåver

Skriv svara for oppgave 1 på eige svarark i vedlegg 4.
(Du skal altså *ikkje* levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.)

- a) Ein satellitt går med konstant banefart i sirkelbane rundt ein planet.



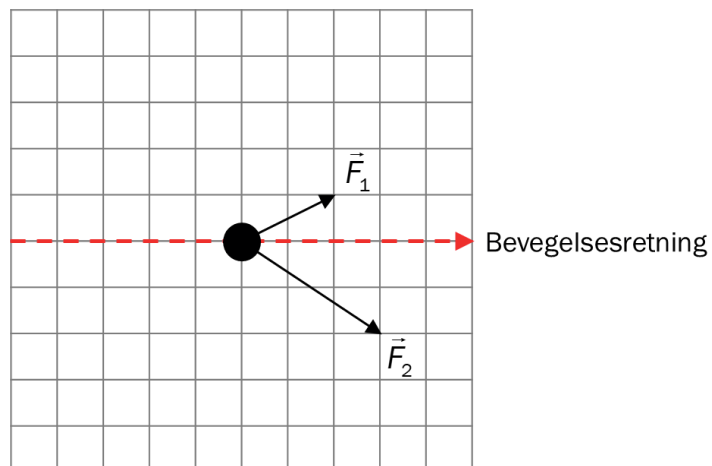
Rundetida er T . Radius i sirkelbanen er r . Ein formel for massen til planeten er $M = \frac{4\pi^2 r^3}{\gamma T^2}$.

Den relative usikkerheita i rundetida er 2 %. Den relative usikkerheita i radiusen er 3 %.

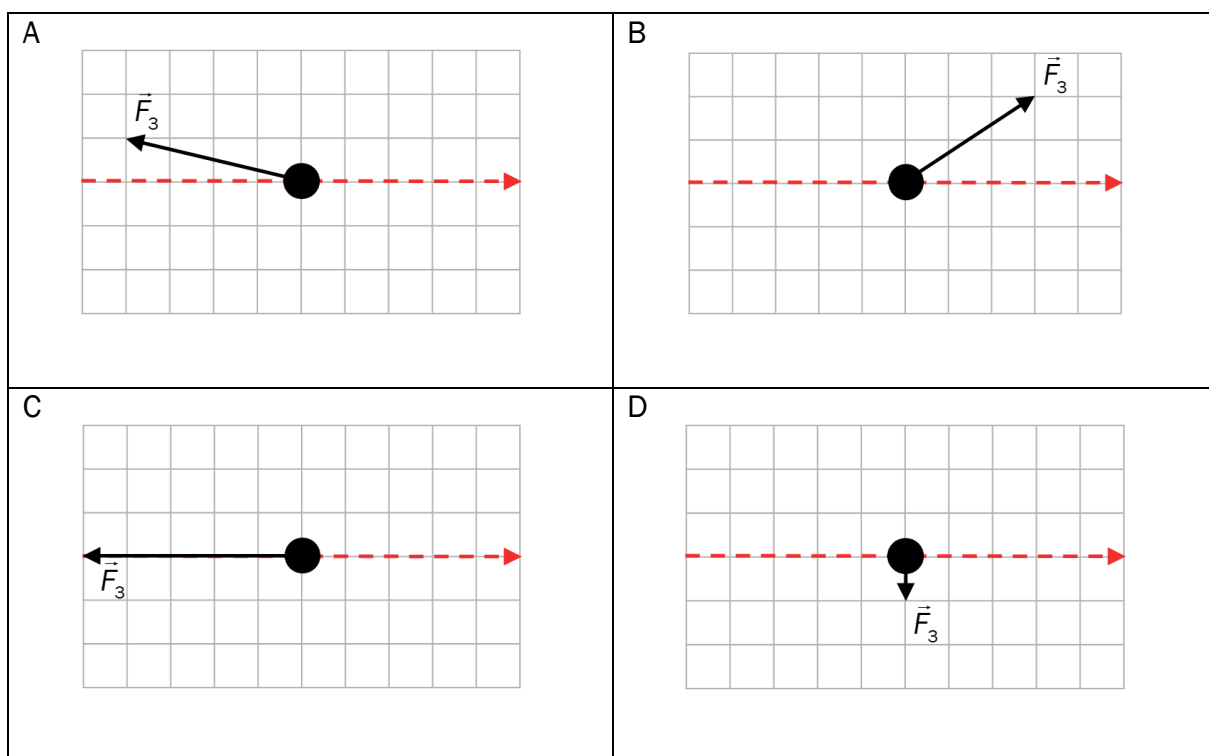
Kva er den relative usikkerheita $\frac{\Delta M}{M}$?

- A 5 %
- B 6 %
- C 13 %
- D 31 %

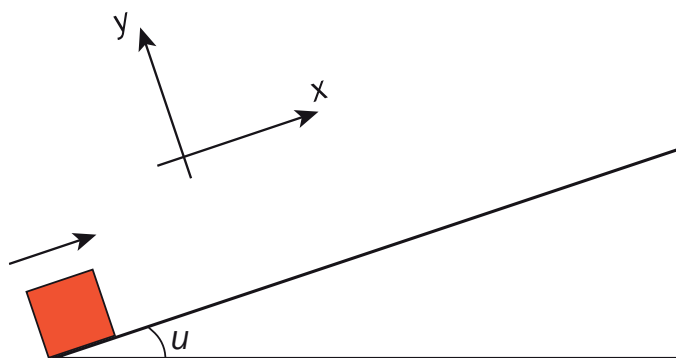
- b) Tre krefter F_1 , F_2 og F_3 verkar på ein gjenstand slik at han beveger seg mot høgre. Dei tre kraftvektorane er i same plan som rutenettet. I figuren ser vi vektorane F_1 og F_2 .



Kva alternativ viser rett vektor F_3 ?



- c) Ein kloss med masse 0,42 kg blir send med ein startfart oppover eit skråplan. Programmet skal berekne kor stor fart klossen har når han er tilbake til utgangspunktet. Luftmotstanden er gitt ved $L = kv^2$. Sjå bort frå friksjon.



```

1  k = 0.07
2  m = 0.42
3  g = 9.81
4  sinu = 0.20      # Sinusverdi for skråplanvinkelen
5  v = 3.13        # Startfarten
6  s = 0
7
8  dt = 0.0001
9  while s >= 0:
10     if v > 0:
11         a =
12     else:
13         a =
14     v = v + a*dt
15     s = s + v*dt
16  print(v)

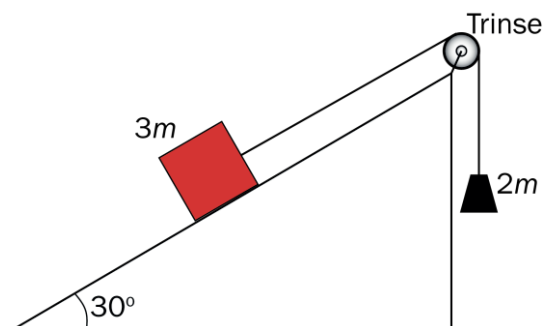
```

Kva skal stå på linje 11 og linje 13?

	Linje 11	Linje 13
A	$a = -g \cdot \sin u - k \cdot v^{**2} / m$	$a = -g \cdot \sin u + k \cdot v^{**2} / m$
B	$a = -g \cdot \sin u - k \cdot v^{**2} / m$	$a = g \cdot \sin u - k \cdot v^{**2} / m$
C	$a = -g \cdot \sin u + k \cdot v^{**2} / m$	$a = g \cdot \sin u + k \cdot v^{**2} / m$
D	$a = -g \cdot \sin u + k \cdot v^{**2} / m$	$a = -g \cdot \sin u - k \cdot v^{**2} / m$

- d) Eit skråplan har hallingsvinkel 30° . Ein kloss med masse $3m$ er festa til ei snor. Den andre enden av snora er festa til eit lodd med masse $2m$. Snora går over ei trinse. Sjå bort frå massen til snora, friksjon og luftmotstand.

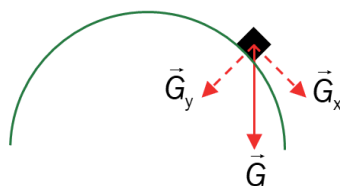
Klossen blir sleppt frå ro som vist i figuren.



Kva er rett?

- A Klossen blir liggjande i ro heile tida.
- B Klossen glir med aukande fart nedover skråplanet.
- C Klossen glir med aukande fart oppover skråplanet.
- D Klossen glir med konstant fart nedover skråplanet.

- e) Ein kloss glir med aukande fart ned ein vertikal sirkelforma bane. I tillegg til tyngdekrafta G verkar det friksjon og ei normalkraft på klossen. G_y er komponenten av G som peikar mot sentrum av sirkelbanen. Sjå bort frå luftmotstand.



Kva er rett når klossen er på veg nedover banen?

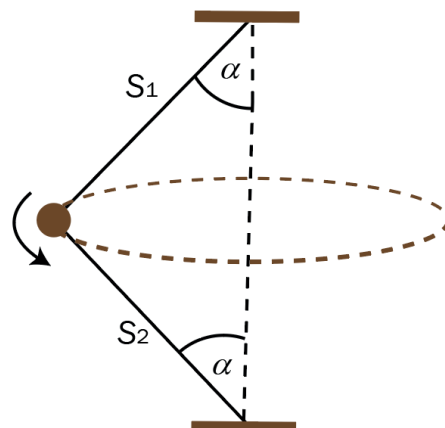
- A Normalkrafta avtek.
- B Normalkrafta er større enn G_y .
- C Friksjonen aukar.
- D Friksjonen er konstant.

- f) Ei kule med masse m går med konstant banefart i ein horisontal sirkelbane.

Kula er festa til to like lange snorer. Snorene er festa i eit tak og eit golv, og festepunkta er loddrette ovanfor kvarandre. Snorene dannar like store vinklar α med vertikalen. Begge snorene er stramme.

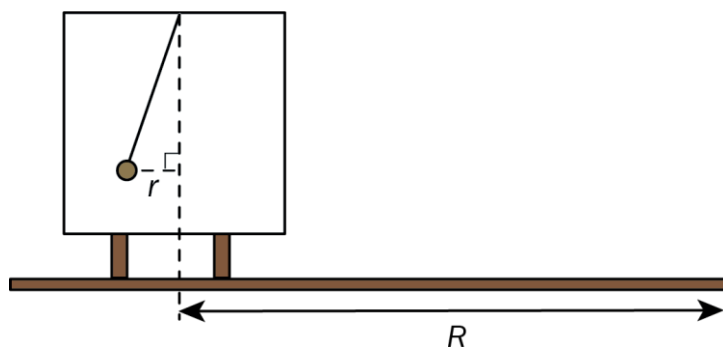
Snorkrafta på kula frå den øvste snora er S_1 , og snorkrafta på kula frå den nedste snora er S_2 .

Sjå bort frå massen til snora, friksjon og luftmotstand.



Kva er rett?

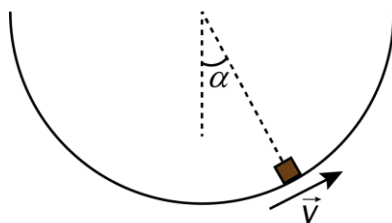
- A $S_1 = S_2$
 - B $S_1 < mg$
 - C $S_1 > S_2$
 - D $S_1 < S_2$
- g) Ein bil køyrer med konstant banefart v i ein horisontal sirkelbane. Ei kule med masse m heng i ei snor som er festa i taket i bilen. Opphengingspunktet til snora har ein horisontal avstand R til sentrum av sirkelbanen. Kula har ein horisontal avstand r frå opphengingspunktet.



Kva er rett uttrykk for kraftsummen på kula?

- A $\frac{mv^2}{\sqrt{R^2 + r^2}}$
- B $\frac{mv^2}{r}$
- C $\frac{mv^2}{R}$
- D $\frac{mv^2}{R + r}$

- h) Ein kloss glir på innsida av ein vertikal halvsirkel. Når klossen er i posisjonen vist i figuren, er farten til klossen v , og vinkelen mellom loddlinja og linjestykket frå sentrum av halvsirkelen til klossen sin posisjon er α . Sjå bort frå friksjon og luftmotstand.



Kva er rett om komponentane til akselerasjonen når klossen er i posisjonen vist i figuren?

	Akselerasjonen vinkelrett på fartsretninga peikar	Absoluttverdien til akselerasjonen parallel med fartsretninga er
A	inn mot sentrum	$g \sin \alpha$
B	ut frå sentrum	$g \sin \alpha$
C	inn mot sentrum	$g \cos \alpha$
D	ut frå sentrum	$g \cos \alpha$

- i) Ei kule blir skoten på skrå opp frå eit horisontalt underlag. Startfarten er v_0 , og utgangsvinkelen er α . Sjå bort frå luftmotstand.



Kva blir rekna ut med uttrykket $\frac{2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g}$?

- A kor langt frå start kula treffer underlaget
- B den maksimale høgda kula kan ha
- C kor lang tid det tar frå start og til kula landar
- D kor lang tid kula bruker frå start og til maksimal høgde

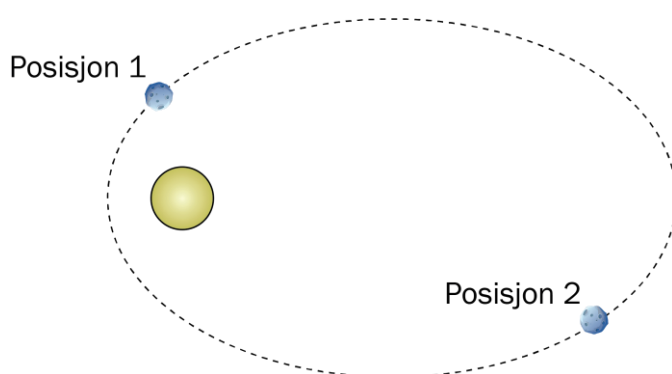
j) Om tre stjerner veit vi følgjande:

- Stjerne A har masse m og radius r .
- Stjerne B har masse $2m$ og radius $2r$.
- Stjerne C har masse $3m$ og radius $3r$.

Kva er rett om gravitasjonsfeltstyrkane g_A , g_B og g_C på overflata av dei tre stjernene?

- A $g_A < g_B < g_C$
- B $g_B < g_A < g_C$
- C $g_C < g_B < g_A$
- D $g_A = g_B = g_C$

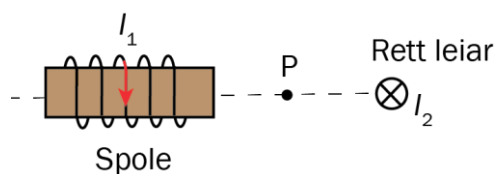
k) Ein asteroide går i ein ellipsebane rundt sola. Figuren viser asteroiden ved to ulike posisjonar i banen. Sjå bort frå alle andre himmellekamar enn sola og asteroiden.



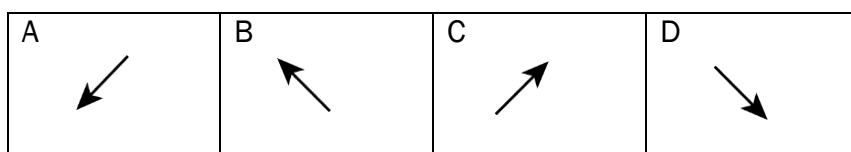
Ved kva for ein av dei to posisjonane er farten til asteroiden størst, og ved kva for ein av dei to posisjonane er den potensielle energien størst?

	Størst fart	Størst potensiell energi
A	posisjon 1	posisjon 1
B	posisjon 1	posisjon 2
C	posisjon 2	posisjon 1
D	posisjon 2	posisjon 2

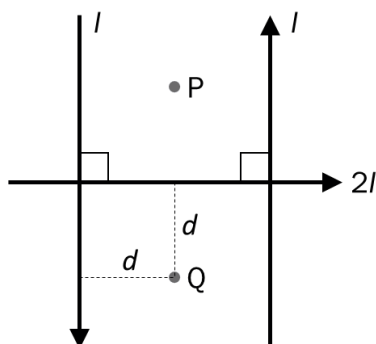
- l) Ein spole fører ein straum I_1 med retning som vist i figuren. Spoleaksen er i papirplanet. Ein rett leiare til høgre for spolen står vinkelrett på papirplanet. Det går ein straum I_2 inn i papirplanet i den rette leiaren. Eit punkt P er på spoleaksen mellom spolen og den rette leiaren.



Kva retning har det samla magnetiske feltet i punktet P?



- m) Tre rette, isolerte, straumførande leiingar ligg i same plan som vist i figuren. To av leiarene fører straumen I , og den siste fører straumen $2I$. Retningane på straumane er viste i figuren. Punkta P og Q er like langt frå dei tre leiarene.



Det er gitt to påstandar:

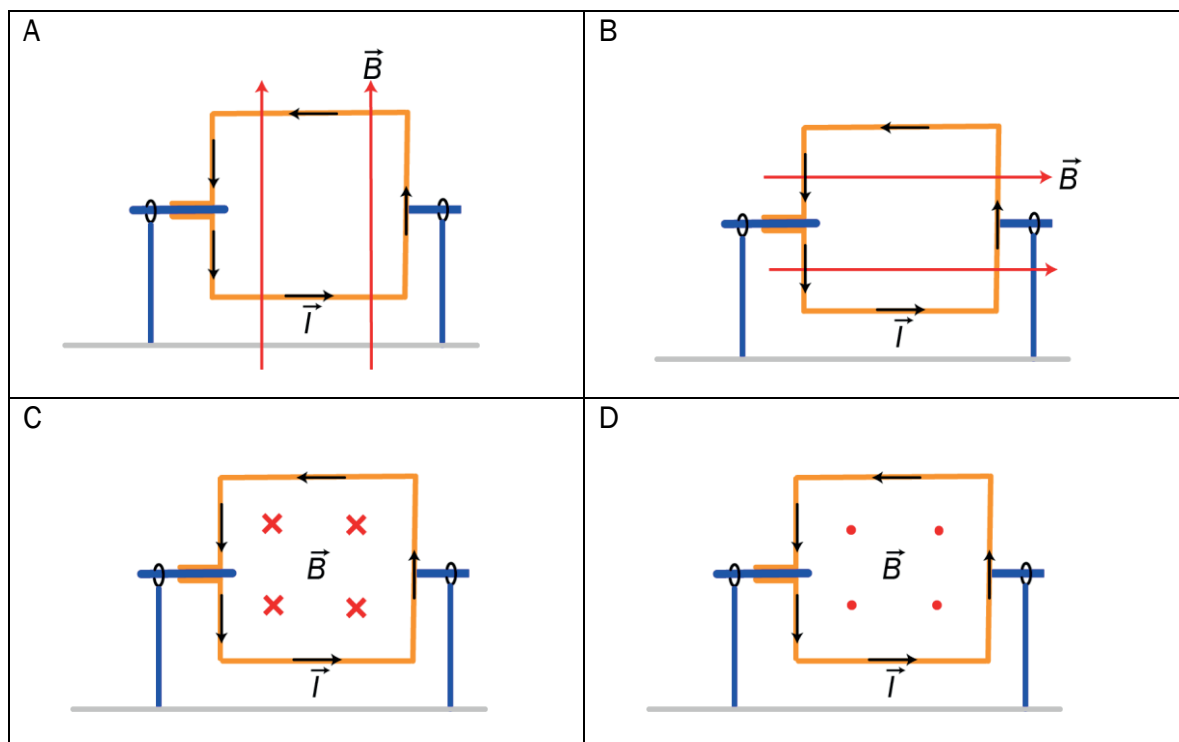
- 1 Det samla magnetfeltet i punktet P har retning inn i papirplanet.
- 2 Den magnetiske flukstettleiken (feltstyrken) i punktet Q er lik 0.

Kva er rett?

- A ingen av påstandane
- B berre påstand 1
- C berre påstand 2
- D begge påstandane

- n) Ein motor består av ei straumsløyfe og ein horisontal aksling. Straumretninga i sløyfa er vist i figurane.

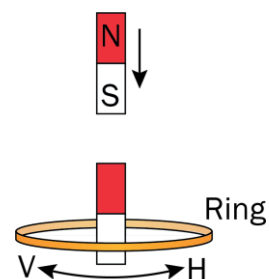
I kva figur har magnetfeltet B rett retning, slik at sløyfa kan rotere rundt akslingen?



- o) Ein magnet med sørpol nedst fell gjennom ein ring slik at det blir induisert ein straum i ringen. Ringen blir halden fast. Straumretninga er i retning V eller H. Sjå figur. Sjå bort frå luftmotstand.

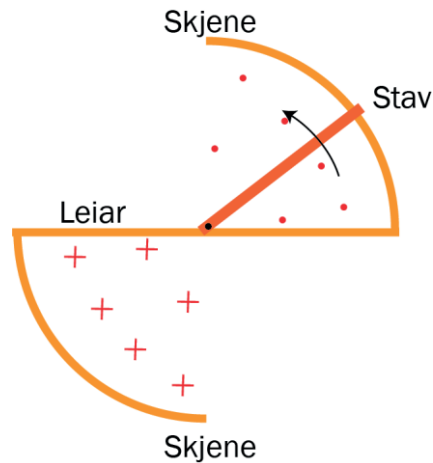
Vi ser på situasjonen før magneten kjem inn i ringen.

Kva er rett?



	Straumretninga i ringen har retning mot	Akselerasjonen til magneten er
A	H	større enn g
B	H	mindre enn g
C	V	større enn g
D	V	mindre enn g

- p) Ein leiar er festa til to skjener. Ein stav, med akse midt på leiaren, roterer med konstant vinkelfart mot klokka. Kvar gong staven roterer over ei av skjenene, passerer han eit homogent magnetfelt med retningar som viste i figuren. Staven, leiaren og skjena dannar då ein lukka krets, og det blir indusert ein straum i kretsen.



Det er gitt to påstandar:

- 1 Den induserte straumen går mot klokka, uansett kva skjene staven roterer over.
- 2 Den magnetiske krafta på staven verkar mot fartsretninga til staven, uansett kva skjene staven roterer over.

Kva er rett?

- A ingen av påstandane
- B berre påstand 1
- C berre påstand 2
- D begge påstandane

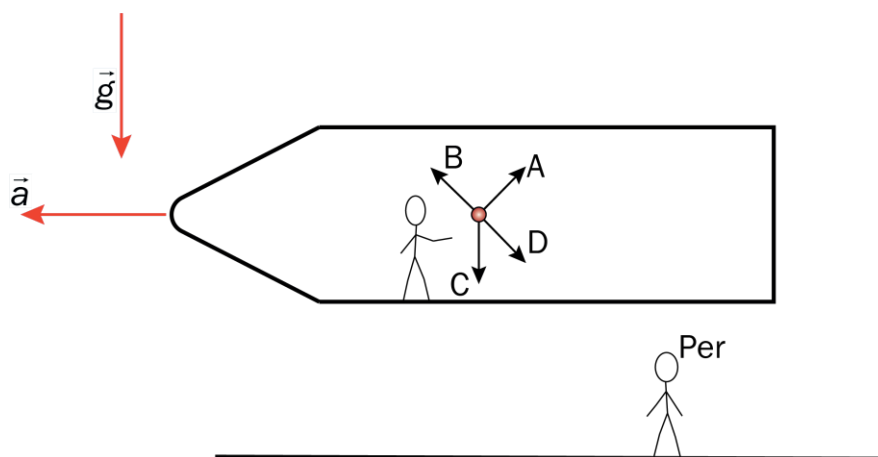
- q) Eit romskip køyrer med en fart i forhold til jorda slik at lorentzfaktoren $\gamma = 2,0$. Ei hending på jorda tek $5,0 \mu\text{s}$ målt med ei klokke i ro i romskipet.

Kor lang tid tar hendinga målt med ei klokke i ro på jorda?

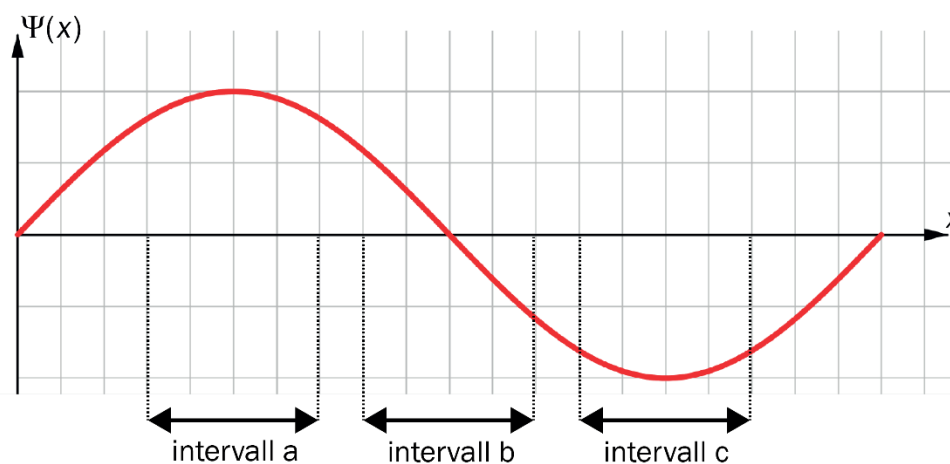
- A $2,5 \mu\text{s}$
- B $3,0 \mu\text{s}$
- C $7,0 \mu\text{s}$
- D $10 \mu\text{s}$

- r) Eit fartøy har ein akselerasjon a mot venstre i eit gravitasjonsfelt. Gravitasjonsfeltet peikar nedover og har verdien g . Absoluttverdien til g er lik absoluttverdien til a . Ein ball blir kasta inne i fartøyet. Per står i ro på bakken. Sjå bort frå luftmotstand.

Kva retning har summen av kreftene på ballen før han landar, sett frå Per sitt referansesystem?



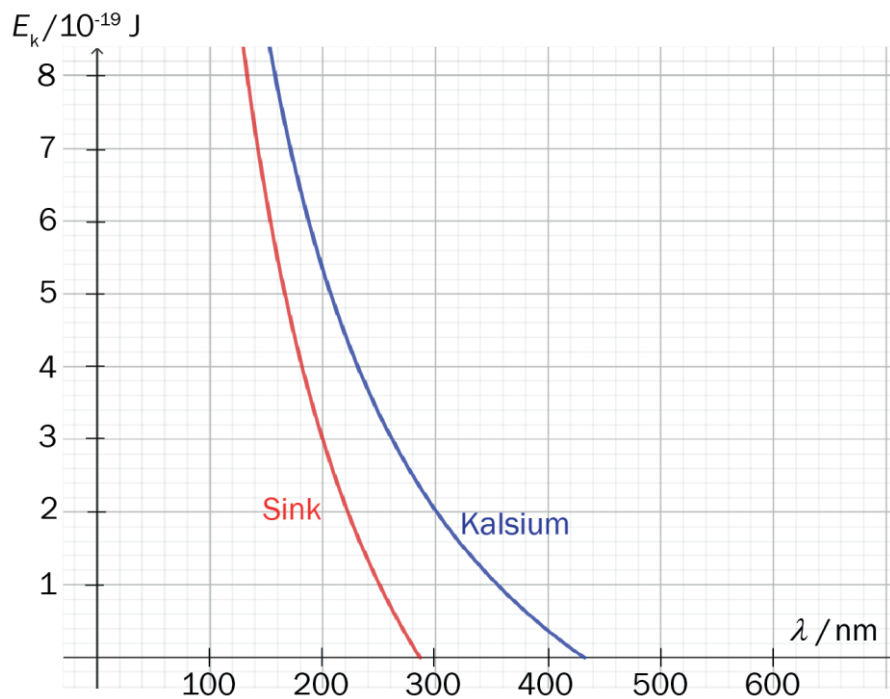
- s) Figuren viser bølgefunksjonen $\Psi(x)$ som funksjon av posisjon x for eit elektron.



Kva er rett?

- A Det er større sannsyn for å finne elektronet i intervall a enn i intervall c.
- B Det er større sannsyn for å finne elektronet i intervall b enn i intervall c.
- C Det er like stort sannsyn for å finne elektronet i intervall a som i intervall c.
- D Sannsynet for å finne elektronet i intervall b er null.

- t) Lys med ulike bølgelengder blir sendt mot to ulike metaller. Grafene nedenfor viser den maksimale kinetiske energien til de frigjorte elektronene som funksjon av bølgelengden til lyset.



Det er gitt to påstandar:

- 1 Kalsium har størst lausrivingsarbeid.
- 2 Sink har størst grensefrekvens.

Kva er rett?

- A ingen av påstandane
- B berre påstand 1
- C berre påstand 2
- D begge påstandane

Oppgåve 2

a) (2 poeng)

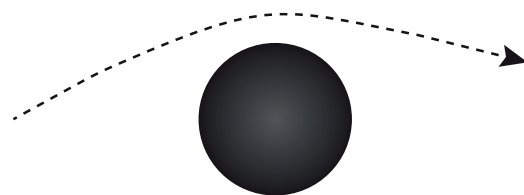
Når lys passerer ein himmellekam, t.d. eit svart hol, blir det avbøygd.

Dag, Ole og Kristine diskuterer fenomenet når lyset passerer ein himmellekam, og kjem med følgjande påstandar:

Dag: «Massen til himmellekamen gjer at lyset blir avbøygd.»

Ole: «Lysfarten aukar når lyset blir avbøygd.»

Kristine: «Lyset blir raudforskyvd når det beveger seg bort frå himmellekamen.»



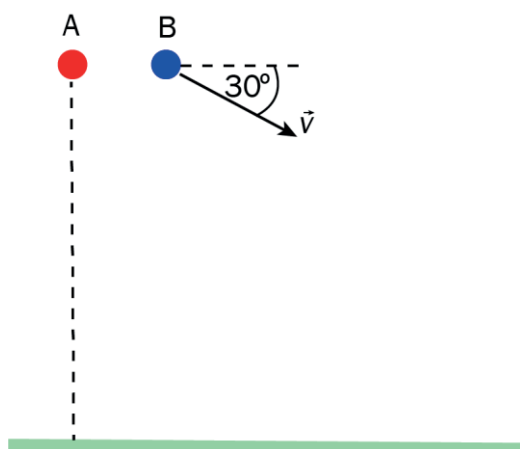
Vurder påstandane til Dag, Ole og Kristine.

b) (2 poeng)

Arthur Compton fekk tildelt Nobelprisen i 1927 for eksperimenta sine som viste at lys har partikkeleigenskapar. Gi ei forklaring på comptoneffekten.

c) (2 poeng)

To like kuler A og B har same høgd over eit horisontalt underlag. A blir kasta vertikalt rett nedover. B blir kasta på skrå nedover med startfarten $v = 10 \text{ m/s}$ og dannar vinkelen 30° med horisontalen. Begge kulene blir kasta samstundes. Sjå bort frå luftmotstand.



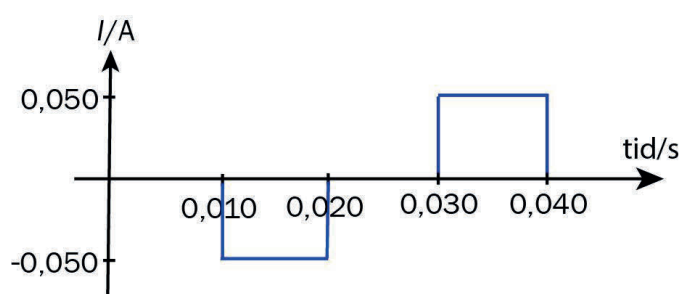
Kor stor må startfarten til A vere for at kulene skal lande samstundes?

d) (4 poeng)

Ein kvadratisk leiare beveger seg med konstant rettlinja fart over eit homogent rektangelforma magnetfelt. Magnetfeltet har flukstettleik B . Sidene på kvadratet er 5,0 cm, og resistansen i leiaren er $0,040 \, \Omega$.



Grafen viser straumen i leiaren som funksjon av tida.

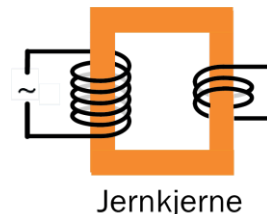


- 1 Bestem farten til leiaren.
- 2 Bestem absoluttverdien til B .
- 3 Teikn ei skisse av ein graf som viser fluksen gjennom leiaren som funksjon av tid frå 0 s til 0,040 s. Hugs grunngeving.

Del 2

Oppgave 3 (4 poeng)

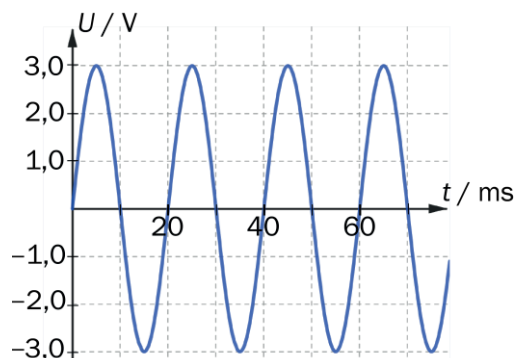
Ein transformator har 6 vindingar på primærsida og 3 vindingar på sekundærsida. Primærsida blir kopla til ei vekselspanningskjelde. Spenninga U over primærspolen varierer som vist i grafen. Vekselspanning blir vanlegvis oppgitt som effektivverdi (RMS),



$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{maks}}}{\sqrt{2}},$$

der U_{maks} er den maksimale spenninga.

- a) 1 Bestem effektivverdien av spenninga over primærspolen.
- 2 Bestem effektivverdien av spenninga over sekundærspolen.



Nokre elevar vil undersøkje samanhengen mellom spenninga på primær- og sekundærsida i ein transformator. Transformatoren har ein primærspole med 300 vindingar og ein sekundærspole med 600 vindingar. Elevane koplar spolen med 300 vindingar til en vekselspanningskjelde.

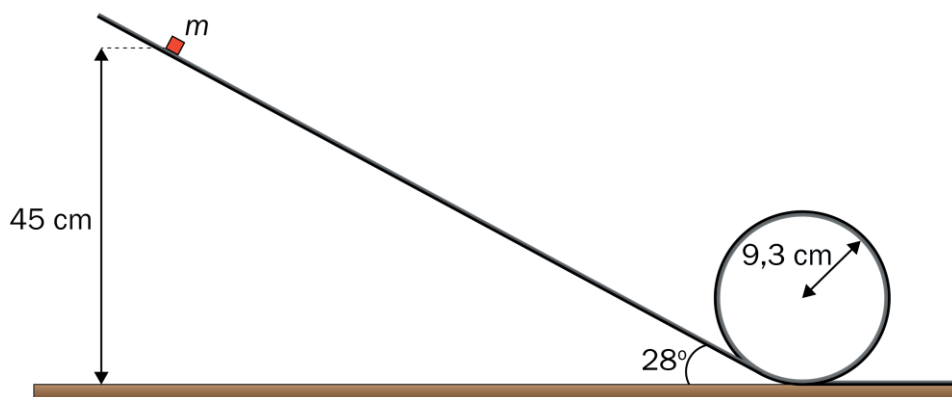
Elevane varierer spenninga på spenningskjelda og måler spenninga over primær- og sekundærspolen. Tabellen viser måleresultata.

Målt spenning (effektivverdi) over primærspolen U_p	Målt spenning (effektivverdi) over sekundærspolen U_s
2,0 V	3,4 V
4,3 V	7,5 V
6,5 V	11,6 V
13,5 V	24,6 V

- b) 1 Vis ved rekning at måleresultata *ikkje* er i tråd med transformatorlikninga $\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$.
- 2 Gi ei fysisk forklaring på kvifor måleresultata ikkje er i tråd med transformatorlikninga.

Oppgave 4 (8 poeng)

Ein bane består av eit skråplan som går over i ein loop. Skråplanvinkelen er 28° , og radiusen til loopen er 9,3 cm.



Ein kloss med masse $m = 15$ g blir sleppt frå ro i ei høgd på 45 cm over botnen av skråplanet. Etter skråplanet beveger klossen seg vidare gjennom loopen.

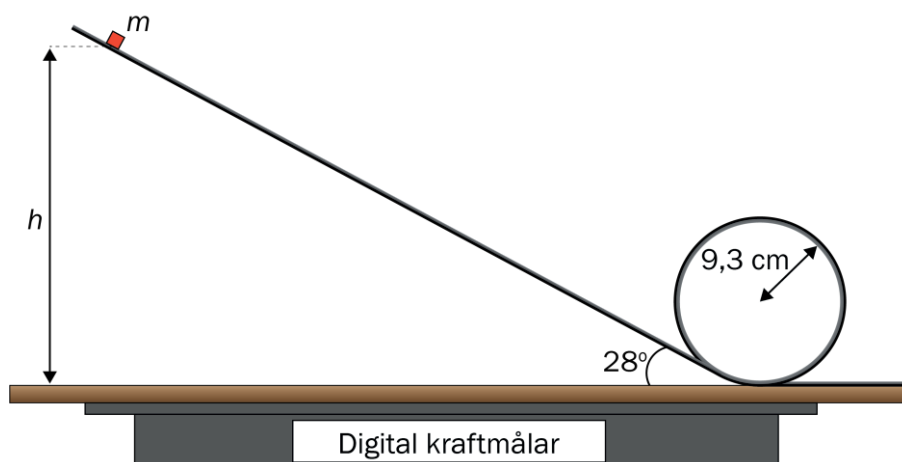
Det verkar friksjon mellom skråplanet og klossen, slik at farten til klossen når han er i botnen av skråplanet, er 2,5 m/s. Sjå bort frå luftmotstand.

- a) Bestem storleikane på kreftene som verkar på klossen når han glir nedover skråplanet.

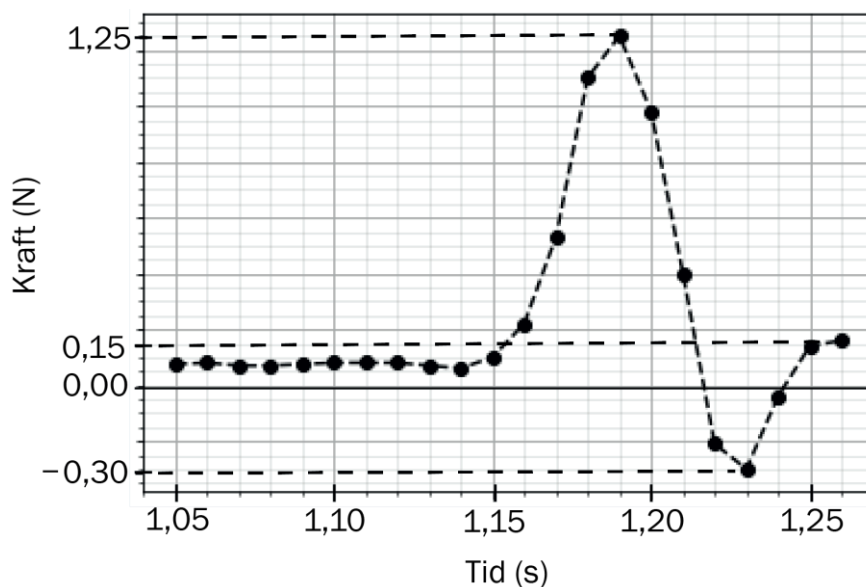
Sjå bort frå alle andre krefter enn normalkrafta og gravitasjonskrafta når klossen er i loopen.

- b) Bestem normalkrafta som verkar på klossen når han er i
- 1 botnen av loopen
 - 2 det øvste punktet i loopen

Nokre elevar gjer eit forsøk der dei plasserer banen på ein digital kraftmålar som måler kraft i vertikal retning. Elevane nullstiller kraftmålar slik at han viser 0 N når banen, utan klossen, står på kraftmålar. Deretter plasserer elevane klossen på skråplanet og slepper han frå ro i ei ny høgd h over botnen av skråplanet.



Samhøyrande verdier mellom tid og kraft blir registrerte av kraftmålar når klossen glir nedover skråplanet og gjennom loopen. Måleresultata er viste i grafen nedanfor.



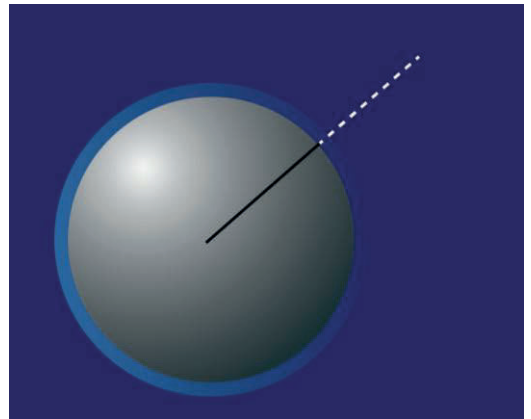
- Forklar kor i banen klossen er ved tidspunkta 1,19 s og 1,23 s.
- Bestem farten til klossen når han er i det øvste punktet i loopen i dette forsøket.

Oppgave 5 (7 poeng)

Ein rakett blir send rett opp i verdsrommet frå jordoverflata og beveger seg heile tida radielt bort frå jorda. I starten har raketten massen 2000 kg. Rakettmotoren har heile tida ei skyvekraft på 30 000 N og mistar 5,0 kg drivstoff per sekund.

Programmet nedanfor bereknar kor høgt over jordoverflata raketten kjem når han har brukt opp 1700 kg drivstoff. Programmet tek ikkje omsyn til luftmotstand.

```
1 m = 2000
2 M = 5.97E24
3 gamma = 6.67E-11
4 R = 6371000
5 F = 30000
6 v = 0
7 t = 0
8 h = 0
9 def G(h):
10     return gamma*m*M/(R+h)**2
11 dt = 1
12 dm = 5*dt
13 while m > 300:
14     a = (F - G(h)) / m
15     v = v + a*dt
16     h = h + v*dt
17     m = m - dm
18     t = t + dt
19 print(v, h)
```



I oppgave a og b skal du ikkje ta omsyn til luftmotstanden.

- a) 1 Køyr programmet. Kor stor er farten, og kor høgt over jordoverflata er raketten, når han har brukt opp 1700 kg drivstoff?
- 2 Forklar linje 9, 10, 14 og 17 i programkoden.
- 3 Forklar kvifor akselerasjonen til raketten aukar så lenge motoren er på.

Når raketten har brukt opp 1700 kg drivstoff, blir motoren slått av, og raketten held fram eit stykke rett utover.

- b) Bestem den maksimale høgda raketten får.

I oppgave c skal du ta omsyn til luftmotstanden. Lufttrykket avtek med høgda over jordoverflata slik at luftmotstanden L , målt i newton, som verkar på raketten, er gitt ved

$$L = 1,96 \cdot 0,9999^h \cdot v^2,$$

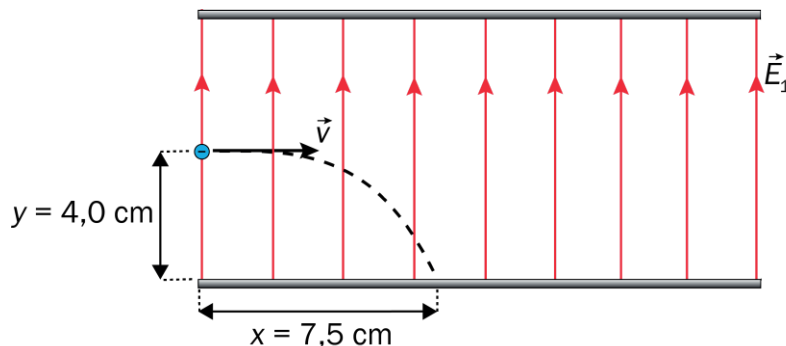
der h er høgda over jordoverflata i meter og v er farten til raketten i m/s.

- c) Kor høgt over jordoverflata er raketten når han har brukt opp 1700 kg drivstoff?

Oppgave 6 (7 poeng)

Eit elektron blir send inn med ein horisontal startfart $v = 1,30 \cdot 10^7$ m/s midt mellom to horisontale plater. Då er avstanden frå elektronet til den nedste plata $y = 4,0$ cm. Det er eit homogent elektrisk felt med feltstyrke E_1 mellom platene. Retning på feltet er loddrett oppover. Sjå bort frå gravitasjonsfeltet i heile oppgåva.

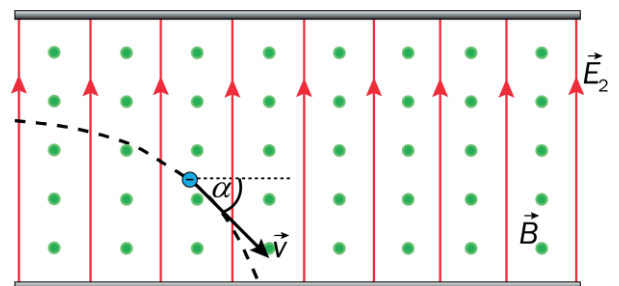
Elektronet beveger seg ein avstand $x = 7,5$ cm i horisontal retning før det treffer den nedste plata.



- a) Bestem absoluttverdien til
- 1 akselerasjonen til elektronet når det beveger seg mellom platene
 - 2 den elektriske feltstyrken E_1

Den elektriske feltstyrken blir endra til $E_2 = 25\,000$ V/m. Det blir òg sett opp eit homogent magnetfelt med flukstettleik B og retning ut av papiret mellom platene.

Eit nytt elektron blir send inn mellom platene. Når elektronet er i posisjonen vist i figuren til høgre, er absoluttverdien til farten $v = 1,30 \cdot 10^7$ m/s og retninga $\alpha = 45^\circ$ med horisontalen. I denne posisjonen har *kraftsummen på elektronet same retning som farten*.

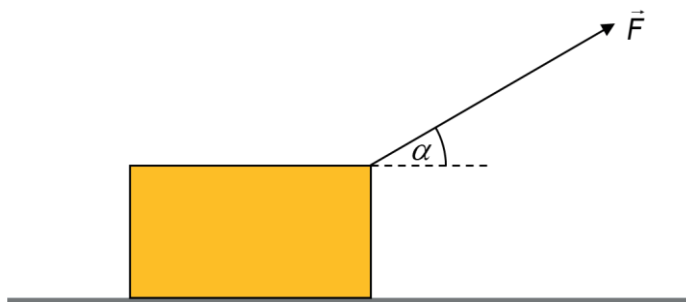


- b)
- 1 Teikn kreftene som verkar på elektronet når det er i posisjonen vist i figuren.
 - 2 Bestem storleikane på kreftene som verkar på elektronet når det er i posisjonen vist i figuren.
 - 3 Bestem absoluttverdien til B .

Oppgåve 7 (4 poeng)

Ein kloss med masse $m = 400 \text{ g}$ blir trekt bortover eit horisontalt underlag av ei kraft $F = 1,2 \text{ N}$. Krafta F dannar ein vinkel $\alpha = 30^\circ$ med horisontalen som vist i figuren. Friksjonstalet mellom klossen og underlaget $\mu = 0,25$.

Sj  bort frå luftmotstand, og anta at heile undersida av klossen er i kontakt med underlaget, i heile oppgåva.



- a) Bestem akselerasjonen til klossen.

Det viser seg at størrelsen på krafta F ikkje er konstant, men gitt ved

$$F = 1,2 - 0,20v,$$

der v er farten i m/s, og F er gitt i newton. Startfarten er null.

- b) Bruk programmering til   bestemme farten til klossen når $t = 3,0 \text{ s}$.
I programmet kan du kan bruke at $\cos 30^\circ = 0,866$ og $\sin 30^\circ = 0,50$.

Faktavedlegg

Vedlegget kan brukast under både del 1 og del 2 av eksamen.

Fysikkonstantar	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)	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
	Gravitasjonskonstanten (γ)	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
	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)	$9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
	Muon (m_μ)	$1,884 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$
	Ladd pi-meson (m_π)	$2,488 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$
	Nøytralt pi-meson (m_{π^0})	$2,406 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$
	Proton (m_p)	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
	Nøytron (m_n)	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
	Alfapartikkel/heliumkjerne (m_α)	$6,645 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Jorda	Ekvatorradius	6378 km
	Polradius	6357 km
	Middelradius	6371 km
	Masse	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
	Tyngdeakselerasjon (standardverdi)	$9,80665 \text{ m/s}^2$
	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	Middelradius	1737 km
	Masse	$7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
	Tyngdeakselerasjon	$1,62 \text{ m/s}^2$
	Middelavstand frå jorda	$3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$

Formelvedlegg

Vedlegget kan brukes under både del 1 og del 2 av eksamen.

Mekanikk	$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$v = v_0 + at$	$v^2 - v_0^2 = 2as$	$s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$
	$v(t) = s'(t)$	$s(t) = \int v(t) dt$	$a(t) = v'(t)$	$v(t) = \int a(t) dt$
	$a = \frac{v^2}{r}$	$v = \frac{2\pi r}{T}$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	$f = \frac{1}{T}$
	$\Sigma \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v} = \text{konstant}$	$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$	$\vec{F}^* = -\vec{F}$	$R = \mu N$
	$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs \cos(\alpha)$	$W = \int_a^b F ds$	$E = E_0 + W_a$	$E_p = mgh$
	$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$	$p = mv$	$L = kv, L = kv^2$	$E_k = \frac{1}{2} mv^2$
Gravitasjon	$G = \gamma \frac{Mm}{r^2}$	$\vec{g} = \frac{\vec{G}}{m}$	$E_p = -\gamma \frac{Mm}{r}$	
Elektrisitet og magnetisme	$F_e = k_e \frac{Qq}{r^2}$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$	$U = \frac{W}{q}$	$E = \frac{U}{d}$
	$I = \frac{Q}{t}$	$R = \frac{U}{I}$	$P = UI$	$B = k_m \frac{I}{r}$
	$\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$	$\vec{F}_m = I\vec{L} \times \vec{B}$	$F_m = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \cdot L$	
	$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos(\alpha)$	$\vec{\mathcal{E}} = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	$\mathcal{E} = -N \cdot \Phi'(t)$	$\mathcal{E} = vBL$
	$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{maks}} \sin(\omega t)$	$\mathcal{E}_{\text{maks}} = NBA\omega$	$U_s I_s = U_p I_p$	$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$
Relativitetsteori	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$	$t = \gamma t_0$	$L = \frac{L_0}{\gamma}$	$p = \gamma mv$
	$E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$	$E = E_k + E_0$	$E_k = (\gamma - 1)mc^2$	$E_0 = mc^2$
Kvantefysikk	$E = hf$	$hf = W + E_k$	$\lambda = \frac{h}{p}$	$\rho = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$
	$c = \lambda f$	$E_n = -\frac{B}{n^2}$	$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$	$\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$

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)$
	$[x_1, y_1] + [x_2, y_2] = [x_1 + x_2, y_1 + y_2]$		$\vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{a} \quad \vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{b}$
Geometri	$O_{\text{sirkel}} = 2\pi r$	$A_{\text{sirkel}} = \pi r^2$	$A_{\text{kule}} = 4\pi r^2$
	$V_{\text{kule}} = \frac{4\pi r^3}{3}$	$\sin v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hyp.}}$	$\cos v = \frac{\text{hos. kat.}}{\text{hyp.}}$
	$\tan v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hos. kat.}}$	$\frac{\sin(A)}{a} = \frac{\sin(B)}{b} = \frac{\sin(C)}{c}$	
$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(A)$			

	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

Vedlegget kan brukes under både del 1 og del 2 av eksamen.

En del av funksjonene og konstantene er avhengige av at man bruker ulike python-bibliotek.

Regneoperatorer	+ - * ** /	
Definere variabel	a = <verdi>	
Konstanter	pi e	
Standardform	Eksempel: 6.67E-11 eller 6.67e-11	
Lister	L = [] L.append(<verdi>)	
Definere funksjon	def <navn og argument til funksjon>: return <funksjon>	
Funksjoner	print() exp() log() sqrt() abs() sin() arcsin() cos() arccos() tan() arctan() radians() degrees() min() max() sum() mean() std() len() random() round() float() int() sign() linspace()	
Plotte	plot(<x-verdier>, <y-verdier>, <farge og layout>) xlabel(<navn på førsteakse>) ylabel(<navn på andreakse>) grid() axis('equal') show()	
Sammenligne	== != < > <= >=	
Logikk	and or not	
Løkker/iterasjoner if-test	for n in range(<verdier>): <hva som skal skje> for n in <liste>: <hva som skal skje> while <betingelse>: <hva som skal skje>	if <betingelse>: <hva som skal skje> elif <betingelse>: <hva som skal skje> else: <hva som skal skje>

Blank side

Kandidatnummer: _____

Svarark nr 1 av totalt _____ på del 1.

Oppgave 1 / Oppgave 1	Svaralternativ A, 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 EKSAMENSOPPGÅVA:

- Start med å lese oppgaveinstruksen godt.
- Hugs å føre opp kjeldene i svaret ditt dersom du bruker kjelder.
- Les gjennom det du har skrive, før du leverer.
- Bruk tida. Det er lurt å drikke og ete undervegs.

Lykke til!

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!