

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 byrje 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 ope internett og andre verktøy som kan brukast til kommunikasjon. Ved bruk av nettbaserte hjelpemiddel under eksamen har du ikkje lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måtar å utveksle informasjon med andre på er ikkje tillatne. Du kan ikkje bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarande teknologi.
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 ei 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 omtrent 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) Det er gjort eit forsøk med to gjenstandar med masse m og M . Den relative uvissa for radiusen r er 1 %, og den relative uvissa for farten v er 3 %. Sjå vekk frå uvissa i m og M . Ein formel for g er

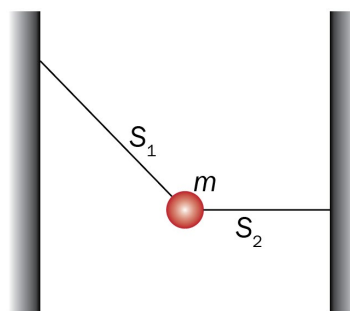
$$g = \frac{mv^2}{Mr}.$$

Kva blir den relative uvissa i g ?

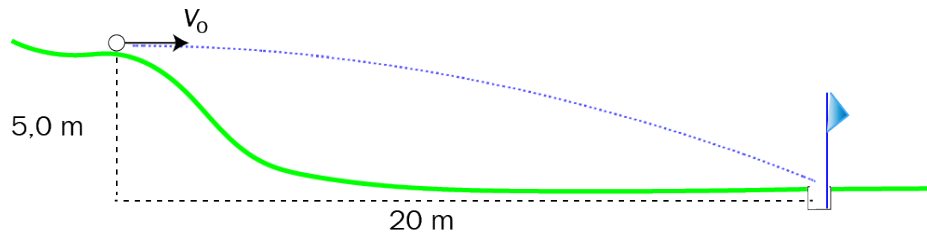
- A 2 %
 - B 4 %
 - C 7 %
 - D 9 %
- b) Ei kule med masse m heng i ro mellom to vertikale vegger. Sjå figur. Snor 1 dannar ein vinkel med vegg, og snor 2 er horisontal, som vist i figuren. Vi har snorkreftene S_1 og S_2 frå høvesvis snor 1 og snor 2.

Kva er riktig?

- A $S_1 < S_2$
- B $S_1 = S_2$
- C $S_1 > S_2$
- D $S_1 = mg$



- c) Ein golfball blir slått med horisontal startfart v_0 mot holet i ei golfbane. Sjå figur. Sjå vekk frå luftmotstand, og set $g = 10 \text{ m/s}^2$.

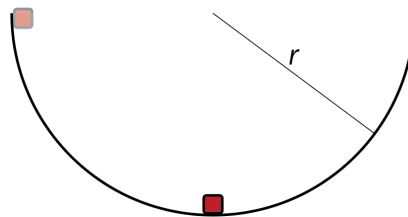


Kva må startfarten v_0 vere for at ballen skal treffe direkte i holet?

- A 4,0 m/s
 - B 5,0 m/s
 - C 10 m/s
 - D 20 m/s
- d) Ein kloss med masse m blir sleppt frå ro frå kanten av ein vertikal halvsirkel med radius r . Sjå vekk frå all friksjon og luftmotstand.

Kor stor er normalkrafta på klossen i det lågaste punktet i halvsirkelen?

- A $N = mg$
- B $N = \sqrt{2} mg$
- C $N = 2mg$
- D $N = 3mg$



- e) To astronautar, A og B, har same masse. A står på jordoverflata, og B er i ein romstasjon som går i sirkelbane rundt jorda, 400 km over jordoverflata.

Det er gitt to påstandar:

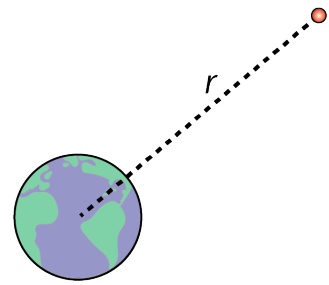
- 1 Begge astronautane er i eit gravitasjonsfelt.
- 2 Gravitasjonskrafta på A er like stor som gravitasjonskrafta på B.

Kva er riktig?

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

- f) Ein liten gjenstand blir sleppt frå ro ein avstand r fra sentrum av jorda. Programmet skal berekne kor lang tid gjenstanden bruker til han treffer jorda. Sjå vekk frå luftmotstand.

```
1  gamma = 6.67E-11      # Gravitasjonskonstanten
2  R = 6.371E6           # Jordradiusen
3  M = 5.97E24           # Jordmassen
4  r = 2.5E7             # Startverdi for avstanden
5  v = 0                 # Startverdi for farten
6  t = 0                 # Startverdi for tida
7  dt = 1
8
9  while r > R:
10     a = gamma*M/r**2
11     v = v + a*dt
12     r =
13     t = t + dt
14  print(t)
```



Kva skal stå på linje 12?

- A $r = r + v*dt$
- B $r = r + a*dt$
- C $r = r - v*dt$
- D $r = r - a*dt$

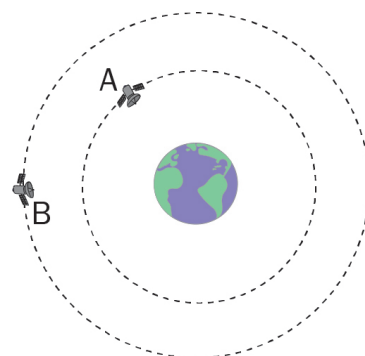
- g) To satellittar, A og B, går i sirkelbane rundt ein planet. Satellitt A er nærmast planeten.

Det er gitt to påstandar:

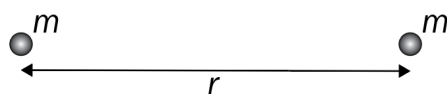
- 1 Satellitt A og satellitt B har same banefart.
- 2 Satellitt A og satellitt B har same rundetid.

Kva er riktig?

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



- h) To partiklar blir plasserte i ein avstand $r = 1,0 \text{ mm}$ frå kvarandre og blir sleppte. Begge partiklane har elektrisk ladning med absoluttverdi lik e og masse $m = 3,8 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$.



Programmet reknar ut avstanden mellom partiklane 0,10 sekund etter at dei blir sleppte.

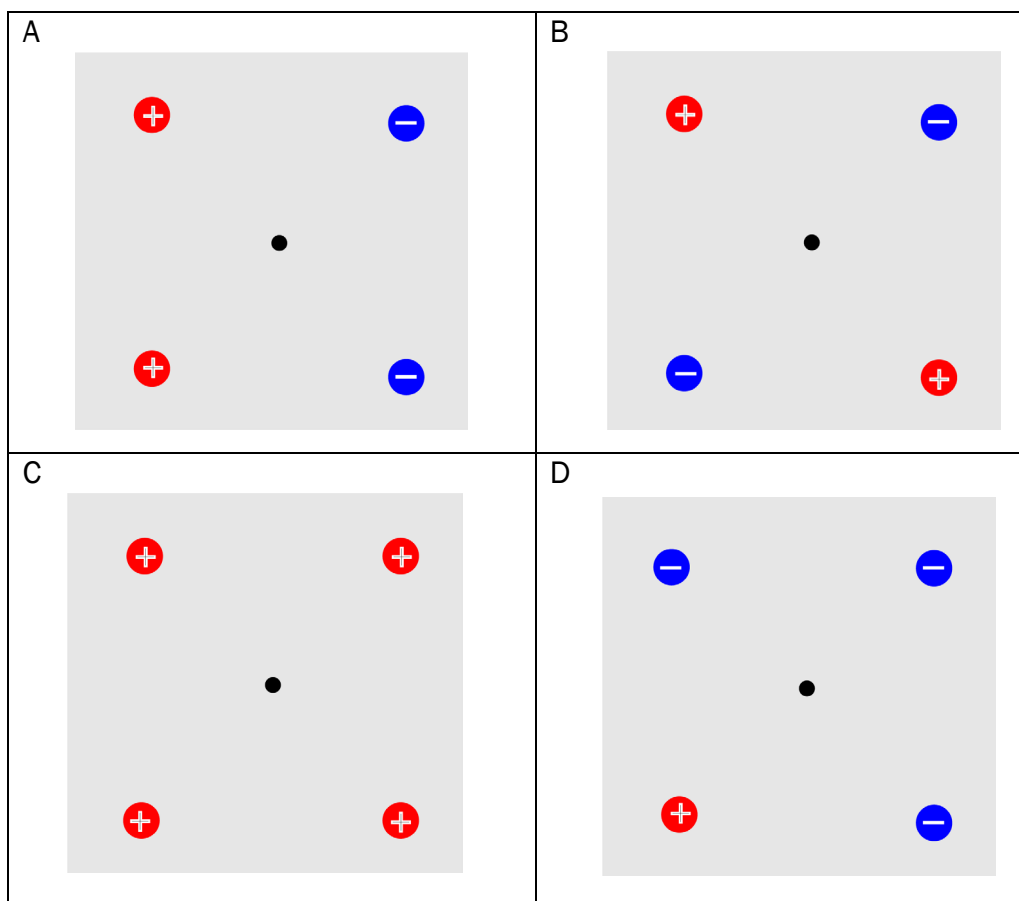
```
1  m = 3.8E-26          # Masse
2  k = 8.99E9           # Coulomb-konstanten
3  e = 1.6E-19          # Ladning
4
5  v = 0                # Startverdi for farten
6  r = 0.001            # Startverdi for avstanden
7  t = 0                # Startverdi for tida
8  dt = 0.000001
9
10 while t <= 0.1:
11     a = k*e**2/(m*r**2)
12     v = v + a*dt
13     r = r + 2*v*dt
14     t = t + dt
15 print(r)
```

Programmet kan brukast til å rekne ut denne avstanden

- A **berre** viss begge ladningane er positive
- B **berre** viss begge ladningane er negative
- C viss ladningane har same forteikn
- D viss ladningane har motsett forteikn

- i) Fire partiklar er i kvart sitt hjørne av eit kvadrat. Partiklane har ladningar med like stor absoluttverdi, men med ulike forteikn, som vist i figurane. I midten av kvart av kvadrata er det markert eit punkt.

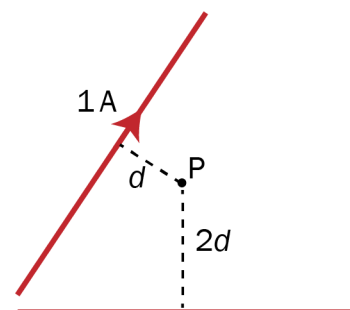
I kva for ein av dei fire figurane er det samla elektriske feltet i punktet størst?



- j) To lange, rette leiingar og eit punkt P ligg i same plan. Den eine leiaren fører ein straum på 1 A med straumretninga som vist i figuren. Punktet P er i ein avstand d frå den eine leiaren og $2d$ frå den andre. Det samla magnetfeltet er null i punktet P.

Kva er retninga og storleiken på straumen i den andre leiaren?

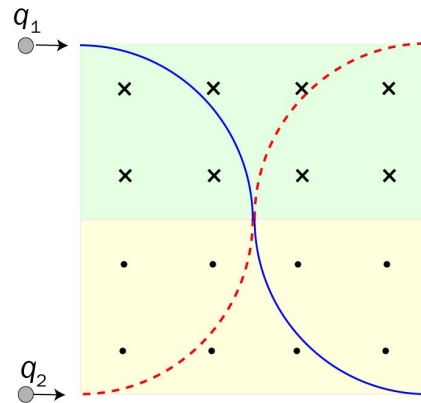
	Retning	Storleik
A	mot venstre	2 A
B	mot høgre	4 A
C	mot venstre	4 A
D	mot høgre	2 A



- k) To partiklar med ladning q_1 og q_2 har same masse og blir sende med same fart inn mot kvart sitt hjørne i eit kvadrat. I dei to halvdelane av kvadratet har magnetfeltet motsette retningar som vist i figuren. Partikkelen q_1 følgjer den blå, heiltrekte bana, og q_2 følgjer den raude, stipla bana.

Kva forteikn har ladningane?

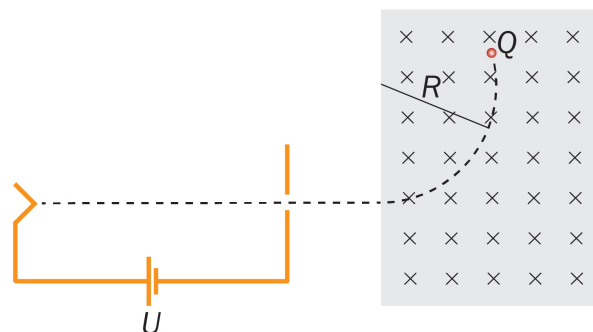
	q_1	q_2
A	+	+
B	-	-
C	-	+
D	+	-



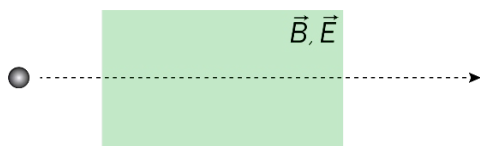
- l) Eit ion med ladning Q blir akselerert frå ro av ei spenning U og bevegar seg deretter inn i eit magnetfelt som står vinkelrett på fartsretninga. Ionet følgjer ein del av ei sirkelbane med radius R . Eit nytt ion blir akselerert av den same spenninga, men no er den magnetiske flukstettleiken (feltstyrken) dobbelt så stor. Det nye ionet har same masse og ladning som det fyrste ionet. Farten til iona er heile tida mindre enn $0,1c$.

Kor stor er radiusen i sirkelbana til det nye ionet?

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



- m) Ein positivt ladd partikkel blir send inn i eit område med eit homogent magnetisk felt og eit homogent elektrisk felt. Partikkelen beveger seg rettlinja mot høgre gjennom området.



Kva er dei rette retningane for dei to felta?

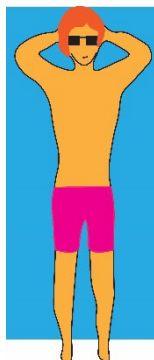
	Magnetisk felt	Elektrisk felt
A	ut av papirplanet	oppover
B	inn i papirplanet	oppover
C	oppover	nedover
D	nedover	nedover

- n) I ein transformator er det kopla til ei spenning på 240 V over primærspolen. Over sekundærspolen er det ei spenning på 60 V.

Kva er forholdet $\frac{N_p}{N_s}$ mellom talet på vindingar på primær- og sekundærspolen?

- A 0,25
- B 0,50
- C 2,0
- D 4,0

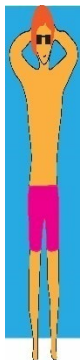
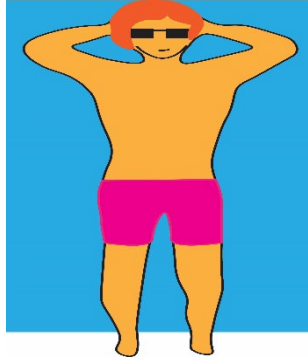
- o) Henrik ligg og solar seg. Frå ein drone som står i ro rett over Henrik, blir det teke eit bilete. I eit tankeeksperiment tenkjer vi oss at dronen flyg med ein fart $v > 0,10c$ i retninga som er vist i figuren. Dronen tek eit nytt bilete når han passerer rett over Henrik. Dronen har **same høgd** når begge bileta blir tekne.



Bilete teke frå dronen i ro.

→
Fartsretning til dronen

Kva for eit alternativ viser korleis det nye biletet vil sjå ut i forhold til det fyrste biletet?

A  Det nye biletet viser at Henrik er både kortare og breiare.	B  Det nye biletet viser at Henrik er like lang, men smalare.	C  Det nye biletet viser at Henrik er både kortare og smalare.	D  Det nye biletet viser at Henrik er like lang, men breiare.
---	--	---	--

- p) I eit tankeeksperiment ser vi på tre klokker som er på linja mellom to planetar med massane M og m , der $M > m$. Planetane er i ro.



Klokke 1 er like langt frå sentrum av planeten med masse M som klokke 3 er frå sentrum av planeten med masse m . Klokke 2 er i eit punkt der gravitasjonsfeltstyrken frå planetane er like store.

Kva er riktig rekkjefølgje for kor raskt klokkene går, frå tregast til raskast?

- A 1, 2, 3
- B 1, 3, 2
- C 2, 3, 1
- D 3, 1, 2

- q) Ein fysikkelev sender lys mot eit stykke metall, men ingen elektron blir frigitt.

Kva kan eleven gjere for at det skal frigjerast elektron frå metallet?

- A byte ut metallet med eit anna metall med høgare verdi for lausrivingsarbeidet
- B sende meir av det same lyset mot metallet
- C auke frekvensen til lyset
- D auke bølgjelengda til lyset

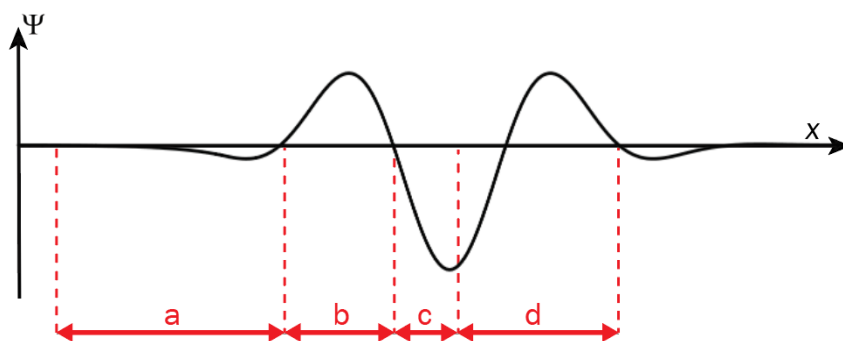
r) Det er gitt to påstandar:

- 1 Eit elektron i rørsle har ei bølgjelengd.
- 2 Til større rørslemengd eit foton har, til mindre vil bølgjelengda vere.

Kva er riktig?

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

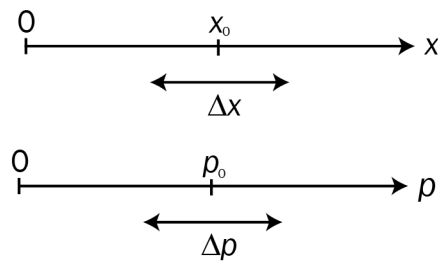
s) Figuren viser bølgefunksjonen Ψ som funksjon av posisjon x for eit elektron.



I kva intervall er det mest sannsynleg at vi finn elektronet?

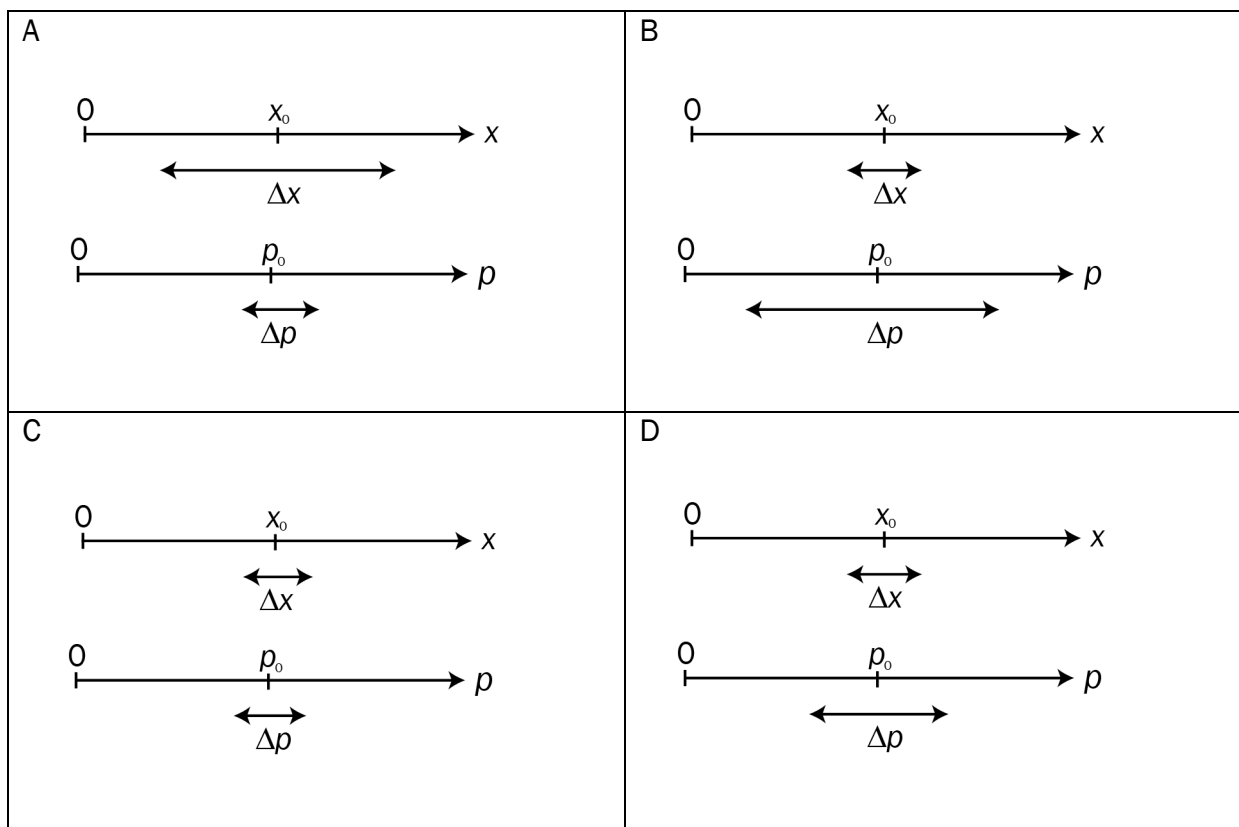
- A intervall a
- B intervall b
- C intervall c
- D intervall d

- t) Figuren viser posisjonen x_0 til ein kvantepartikkel, rørslemengda p_0 til kvantepartikkelen, uskarpleiken til posisjonen Δx og den tilhøyrande minste moglege uskarpleiken til rørslemengda Δp .



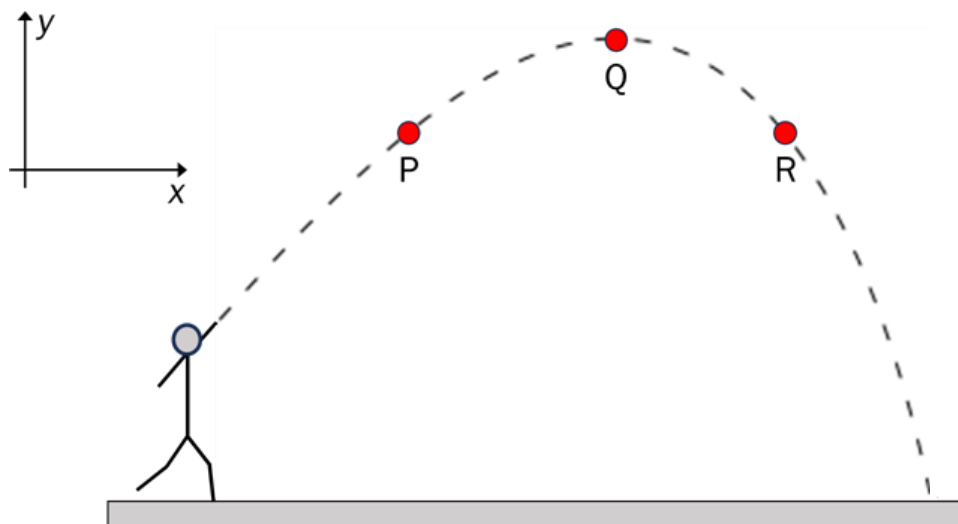
Uskarpleiken i posisjon for ein slik kvantepartikkel blir redusert.

Kva for ein av figurane viser best den nye samanhengen mellom Δx og Δp ?



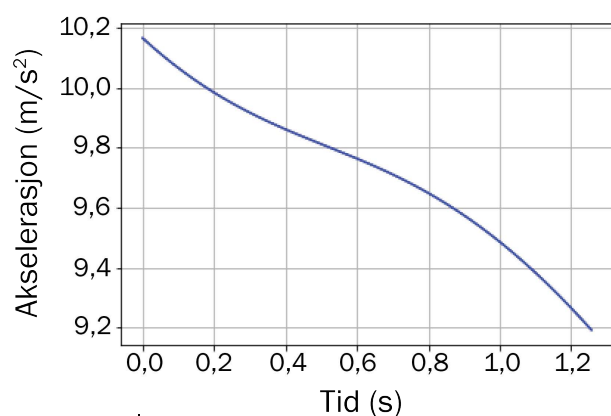
Oppgave 2

- a) Ein ball blir kasta skrått oppover. Vi kan ikkje sjå bort frå luftmotstanden. Figuren nedanfor viser bana til ballen. Punkt P viser ballen på veg opp, og punkt R viser ballen i same høgd på veg ned. Punkt Q viser ballen i det høgaste punktet.

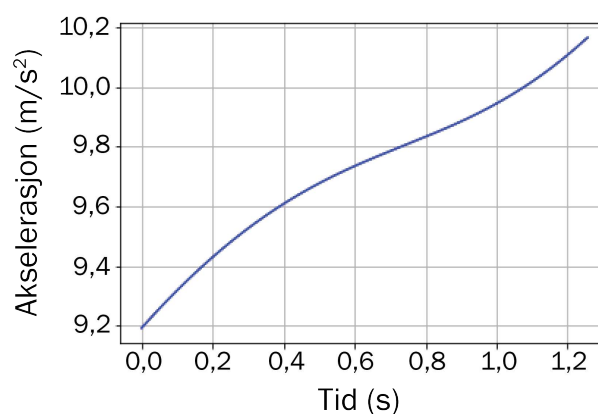


- 1 Teikn kreftene som verkar på ballen i punkta P, Q og R.
- 2 Kva for ein av grafane nedanfor viser best korleis absoluttverdien av akselerasjonen til ballen i y-retinga, a_y , varierer med tida når berre luftmotstand og tyngdekraft verkar på ballen? Gjer greie for kvifor den riktige grafen har den forma han har.

Graf A: Absoluttverdien av a_y



Graf B: Absoluttverdien av a_y



b) Per og Ole er i eit romskip utan vindauge. Dei kjenner ei normalkraft frå golvet i romskipet.

Per seier at romskipet må ha landa på ein planet, og at dei kjenner normalkrafta på grunn av gravitasjonskrafta på dei frå planeten.

Ole seier at dei er langt ute i verdsrommet, og at dei kjenner normalkrafta fordi romskipet akselererer.



Golvet

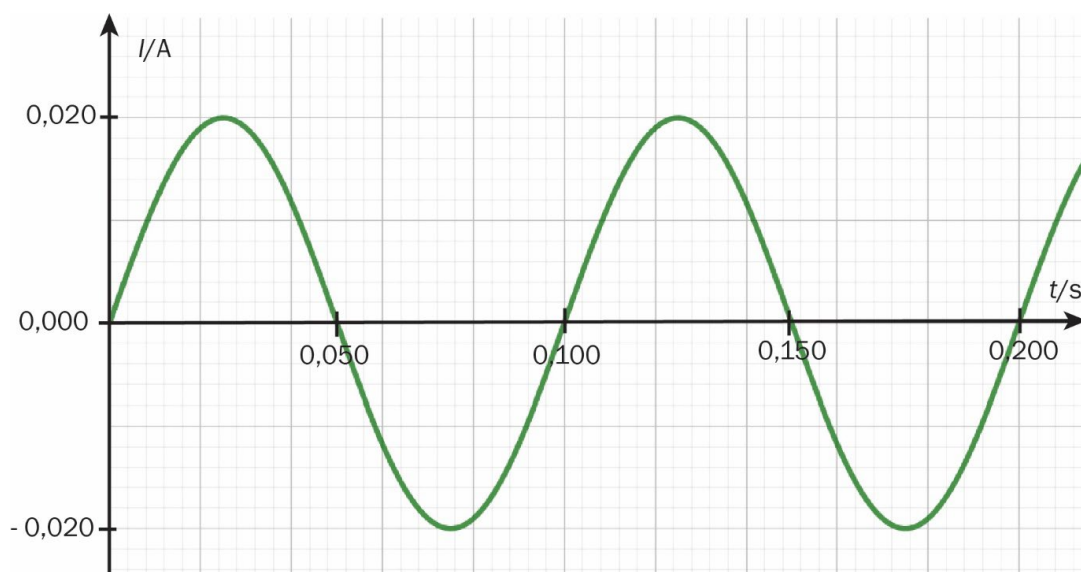
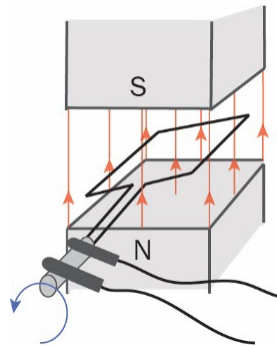
For å avgjere kven som har rett, gjer dei eit forsøk. Dei slepper ein gjenstand og ser at han flyttar seg med aukande fart mot golvet.

1 Forklar kvifor dette forsøket ikkje kan avgjere kven som har rett.

Dei gjer eit anna forsøk. Dei sender lys med ein gitt frekvens frå golvet mot taket på romskipet og bruker ein sensor til å måle frekvensen til lyset når det treffer taket.

2 Kva observerer dei? Er det ut frå dette forsøket mogleg å avgjere kven av dei som har rett?

- c) Ein spole med 10 vindingar roterer med konstant vinkelfart i eit magnetfelt med magnetisk flukstettleik B . Spolen har eit tverrsnittareal på $0,010 \text{ m}^2$ og resistans $3,14 \Omega$. Grafen nedanfor viser den induserte straumen i spolen som funksjon av tid.

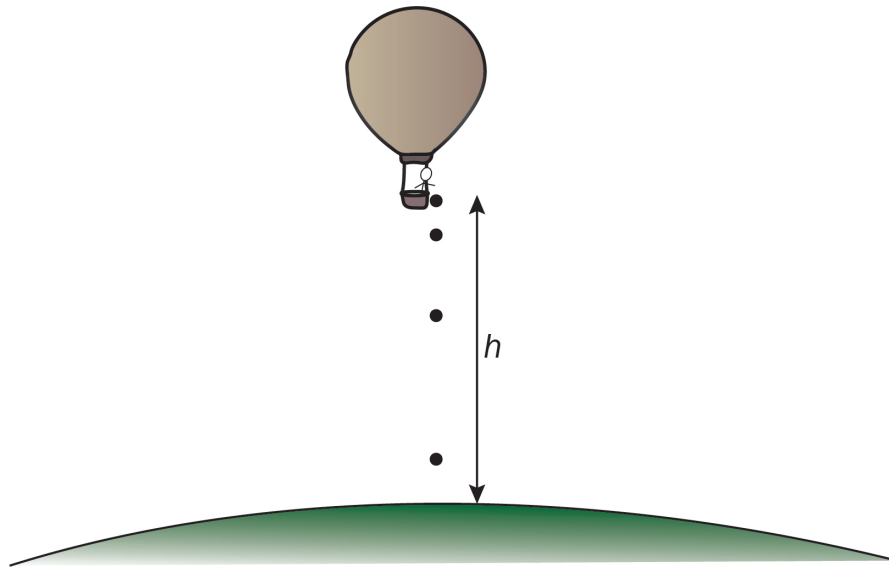


- 1 Kor lang tid bruker spolen på éin runde? Kor stor er vinkelfarten?
- 2 Kor stor er den magnetiske flukstettleiken B ?
- 3 Gjer greie for fenomenet elektromagnetisk induksjon, og nemn eit døme der induksjon inngår i berekraftig produksjon av elektrisk energi.

Del 2

Oppgave 3

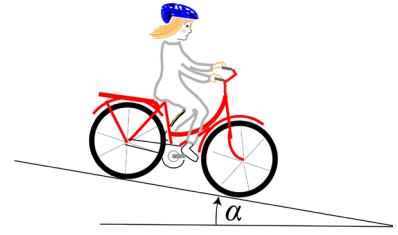
Ein gjenstand blir sleppt frå ro ei høgd $h = 39,0$ km over jordoverflata. Sjå vekk frå luftmotstand.



- Bruk ein konstant gravitasjonsfeltstyrke på $9,81 \text{ m/s}^2$ og bestem kor stor fart gjenstanden treffer jordoverflata med.
- Ta omsyn til at gravitasjonsfeltet er inhomogent, og bestem kor stor fart gjenstanden treffer jordoverflata med.
- Kommenter samanhengen mellom svara på oppgave a og b.

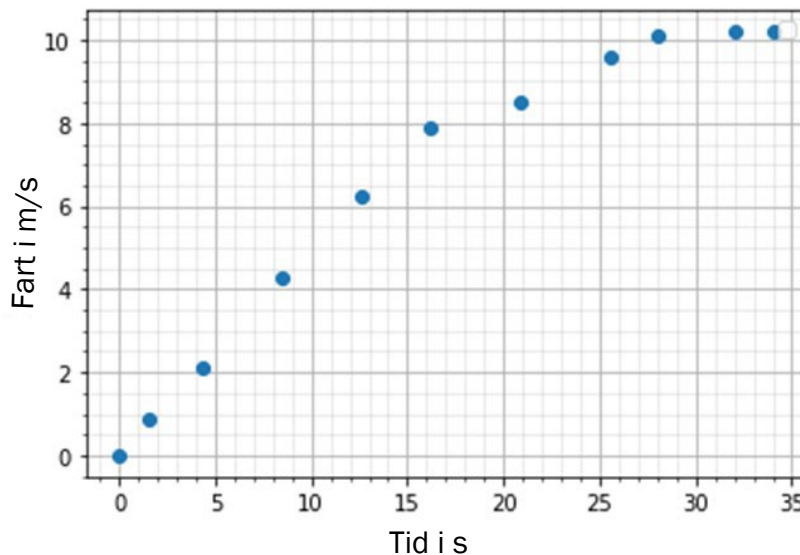
Oppgave 4

Ein person på sykkel trillar ned ei bakke. Den samla massen til syklisten og sykkelen $m = 105 \text{ kg}$. Bakken har hallingsvinkel $\alpha = 4,0^\circ$. Luftmotstanden er gitt ved uttrykket $L = kv^2$, der k er ein faktor som er avhengig av den utvendige forma på syklisten og sykkelen.



- a) Teikn figur med krefter og vis at $k = \frac{mg \sin \alpha}{v^2}$, der v er den konstante farten som syklisten oppnår. Sjå vekk frå alle andre motstandskrefter enn luftmotstand.

I eit forsøk blir det utforska korleis luftmotstanden påverkar farten til syklisten, og vi måler verdier for tid og fart. Nedanfor ser du måleresultata.

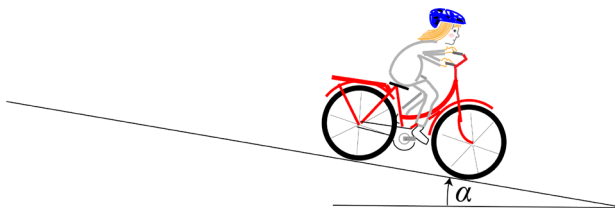


- b) Bruk uttrykket for k i oppgave a og måleresultata til å rekne ut ein verdi for k .

Frå grafen kan det vises at akselerasjonen er omtrent $0,5 \text{ m/s}^2$ når farten er $6,0 \text{ m/s}$.

- c) Bruk mellom anna $L = kv^2$ til å rekne ut akselerasjonen til syklisten når farten er $6,0 \text{ m/s}$. Samanlikn svaret med akselerasjonen frå grafen.

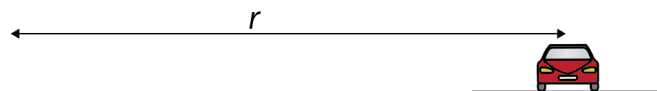
I eit anna forsøk i den same bakken lener syklisten seg framover.



- d) 1 Skisser ein graf som viser korleis farten som funksjon av tid kan bli i dette forsøket.
2 Forklar skilnaden mellom denne grafen og grafen frå det første forsøket.

Oppgave 5

Ein bil med masse 2000 kg køyrer med konstant banefart 20 m/s gjennom ein horisontal sving. Svingen er ein del av ei sirkelbane med radius $r = 100$ m. Sjå vekk frå luftmotstand.



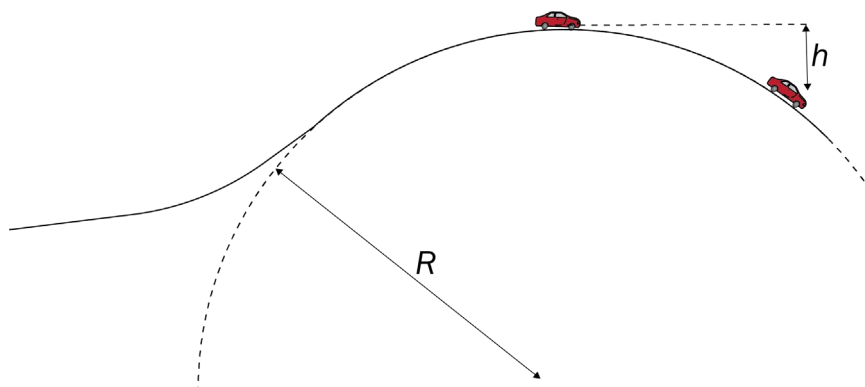
- a) Kor stor er summen av kreftene som verkar på bilen?

Bilen køyrer deretter med konstant banefart i ein dossert sving. Svingen er ein del av ei horisontal sirkelbane med radius $r = 100$ m. Dosseringsvinkelen $\alpha = 15^\circ$.



- b) Kor stor er farten til bilen viss det ikkje verkar sidevegs friksjon mellom bilen og underlaget?

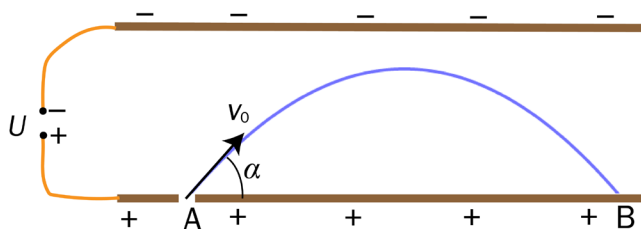
Etter svingen køyrer bilen over ein bakke. Den øvste delen av bakken er ein del av ei vertikal sirkelbane med radius $R = 150$ m. Bilen held den same konstante farten 20 m/s **gjennom heile sirkelbana**. Figuren er ikkje i rett storleiksforhold.



- c) Bestem normalkrafta som verkar frå underlaget på bilen når bilen er på bakketoppen.
- d) Bestem normalkrafta som verkar frå underlaget på bilen når bilen er $h = 10$ m under bakketoppen.

Oppgave 6

Eit elektron blir sendt ut frå ei kjelde og kjem på skrå inn i eit område mellom to horisontale plater. Spenningsa over platene $U = 200 \text{ V}$. Elektronet kjem inn gjennom eit hol i den nedste plata ved eit punkt A. Startfarten til elektronet $v_0 = 0,010c$. Utgangsvinkelen $\alpha = 43^\circ$. Elektronet treffer den nedste plata i punktet B. Avstanden mellom platene er 10 cm. Figuren har ikkje nødvendigvis rette storleiksforhold. Sjå vekk frå alle andre krefter enn elektriske krefter i denne oppgåva.

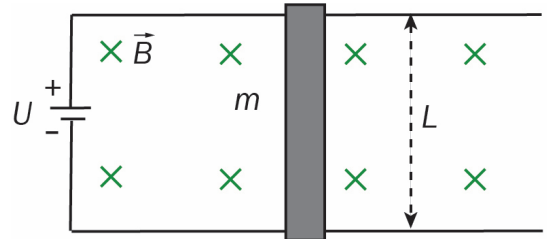


- Vis at elektronet bruker $1,2 \cdot 10^{-8}$ sekund mellom A og B.
- Bestem avstanden mellom A og B.

Oppgåve 7

Sj  vekk frå luftmotstand i heile oppgåva.

Ei stong med masse $m = 10\text{ g}$ kan gli friksjonsfritt på to parallelle skjener som ligg i horisontalplanet. Avstanden mellom skjenene $L = 10\text{ cm}$. Gå ut frå at den totale resistansen i den lukka krinsen $R = 0,50\ \Omega$ i heile oppgåva. Eit homogent magnetfelt med flukstetleik $B = 1,5\text{ T}$ stå vinkelrett på horisontalplanet.



Når stonga ligg i ro, blir det kopla til ei spenningskjelde med spenning $U = 1,0\text{ V}$.

- 1 Teikn kreftene som verkar på stonga idet spenninga blir kopla til.
2 Kor stor er d  akselerasjonen?
- Forklar kvifor det blir indusert ei spenning n r stonga har byrja   flytte på seg.
- Vis at akselerasjonen til stonga når farten er v , er gitt ved

$$a = \frac{(UBL - vB^2L^2)}{Rm}.$$

- 1 Kor lang tid tek det f r farten er $1,0\text{ m/s}$?
2 Kor langt har stonga flytta seg når farten er $1,0\text{ m/s}$?
Du kan ta utgangspunkt i koden ved sida av.

```
1  U = 1.0
2  B = 1.5
3  R = 0.50
4  m = 0.010
5  L = 0.10
6
7  v = 0
8  s = 0
9  t = 0
10 dt = 0.00001
11
12 while v <= 1.0:
13     a =
14     v =
15     s =
16     t =
17     print(t)
```

Faktavedlegg

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

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

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)	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
	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 brukast under både del 1 og del 2 av eksamen.

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

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

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

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

En del av kommandoene er avhengig av å bruke pylab-biblioteket ved hjelp av `from pylab import *`.

Det er ikke kommentert spesifikt hvilke kommandoer som krever dette.

Utskrift	<code>print()</code>
Regneoperatorer	<code>+</code> <code>-</code> <code>*</code> <code>**</code> <code>/</code> <code>//</code>
Definere variabel	<code>a = <verdi></code>
Tilordne variabel ny verdi	<code>=</code> <code>+=</code> <code>-=</code> <code>*=</code> <code>/=</code>
Heltall og desimaltall	<code>int(<tall>)</code> <code>float(<tall>)</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> <code>L.append(<verdi>)</code> <code>v = array(L)</code> <code>v = zeros(<antall elementer>)</code> <code>x = linspace(<start>, <slutt>, <antall elementer>)</code>
Definere funksjon	<code>def <navn og argument til funksjon>:</code> <code> return <funksjon></code>
Innebygde funksjoner	<code>exp()</code> <code>log()</code> <code>sqrt()</code> <code>abs()</code> <code>sin()</code> <code>arcsin()</code> <code>cos()</code> <code>arccos()</code> <code>tan()</code> <code>arctan()</code> <code>radians()</code> <code>degrees()</code> <code>min()</code> <code>max()</code> <code>sum()</code> <code>mean()</code> <code>std()</code> <code>len()</code> <code>random()</code> <code>round()</code> <code>float()</code> <code>int()</code> <code>sign()</code>
Informasjon fra brukeren	<code>input()</code>

Fortsettelse vedlegg 3

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

Blank side

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.