

Bokmål

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	Eksamen varer i 5 timer. Del 1 skal leveres inn etter 2 timer. Del 2 skal leveres inn senest etter 5 timer. 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.
Tillatte hjelpemidler under eksamen	Del 1: skrivesaker, passer, linjal, vinkelmåler og vedlegg i oppgavesettet Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra åpent internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon. Ved bruk av nettbaserte hjelpemidler under eksamen har du ikke lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måter å utveksle informasjon med andre på er ikke tillatt. Du kan ikke bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarende teknologi.
Bruk av kilder	Dersom du bruker kilder i svaret ditt, skal du alltid føre dem opp på en slik måte at leseren kan finne fram til dem. Du skal føre opp forfatter og fullstendig tittel på både lærebøker og annen litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitat fra internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	1 Faktavedlegg 2 Formelvedlegg 3 Programmeringsvedlegg 4 Eget svarark for oppgave 1
Vedlegg som skal leveres inn	Vedlegg 4: Eget svarark for oppgave 1 finner du bakerst i oppgavesettet.
Informasjon om oppgavene	Oppgave 1 har 20 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Et blankt svar blir regnet som et 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. Du skal altså ikke levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten. Del 1 har 2 oppgaver. Del 2 har 3 oppgaver.
Informasjon om vurderingen	Vurderingskriteriene i eksamensveiledningen beskriver kvaliteten på kandidatenes kompetanse på tvers av læreplanens kompetansemål og sett i lys av teksten <i>om faget</i>. Det betyr at sensorene vurderer i hvilken grad du: - viser fysikkfaglig forståelse - løser problemer i kjente og ukjente situasjoner

	- kan løse problemer ved regning, modellering og bruk av hensiktsmessige hjelpemidler - bearbeider eksperimentelle data - forklarer fremgangsmåter og begrunner svar i et faglig språk med riktige benevninger - vurderer om svarene er rimelige Se eksamensveiledningen for mer informasjon om vurderingen.
Vurdering og vekting	Karakteren ved sluttvurderingen blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av eksamenssvaret. De to delene av svaret, del 1 og del 2, blir vurdert under ett. Oppgave 1 og 2 på del 1 teller omtrent likt. Del 2 teller omtrent 60 % av hele settet.
Kilder	Grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet

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) Vi kan bestemme massen, m , til et ion ved å måle radien, r , til banen ionet følger gjennom et magnetfelt med flukstetthet (feltstyrke) B . Da bruker vi formelen

$$m = \frac{qBr}{v}$$

hvor q er ladningen til ionet og v er farten til ionet. Størrelsene B , r og v er alle målt med en usikkerhet på 2 %.

Hvor stor er usikkerheten i m ?

- A. 2 %
- B. 4 %
- C. 6 %
- D. 8 %

- b) Ei kule skytes med startfart v fra et horisontalt underlag. Startfarten danner utgangsvinkelen α med underlaget, der $0^\circ < \alpha < 45^\circ$. Kula lander etter tiden t_0 . Se bort fra luftmotstand.

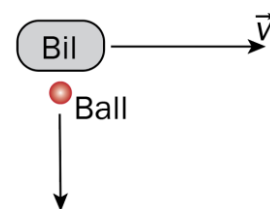


Kula skytes på nytt med startfart v og utgangsvinkel 2α . Kula lander nå etter tiden t_1 .

Hva er riktig om tiden t_1 ?

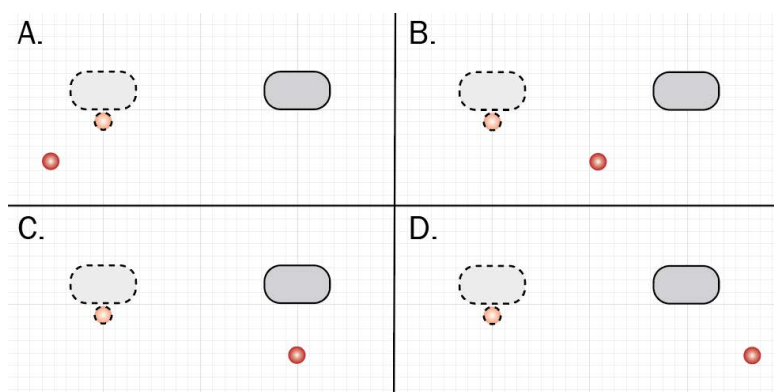
- A. $t_1 < t_0$
- B. $t_1 = t_0$
- C. $t_1 > t_0$
- D. Det er umulig å vite om kastet tar kortere, like lang eller lengre tid.

- c) En bil kjører med en konstant fart v mot høyre. En ball kastes ut av bilvinduet vinkelrett på fartsretningen til bilen, som vist i figuren til høyre. Se bort fra luftmotstand.



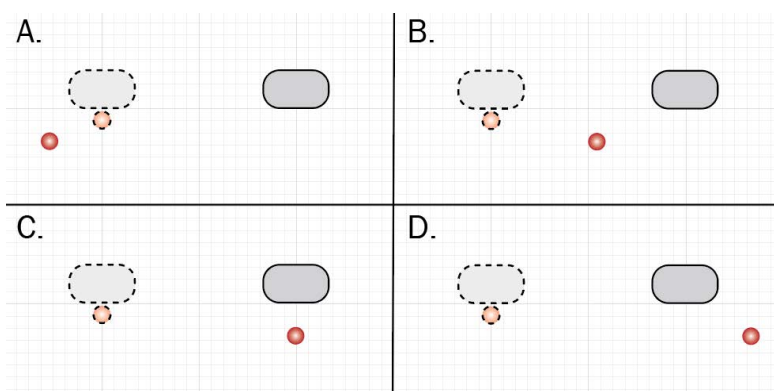
Posisjonen til bilen og posisjonen til ballen idet ballen blir kastet, er stiplet i figurene under.

Hvilken figur viser best sammenhengen mellom posisjonen til bilen og posisjonen til ballen idet ballen lander?

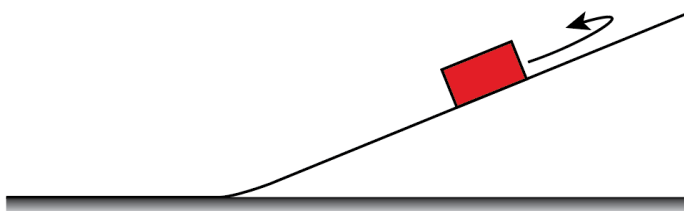


- d) Vi ser fortsatt på situasjonen med bilen og ballen i forrige oppgave, men nå ser vi ikke bort fra luftmotstanden. Det er vindstille i forhold til bakken.

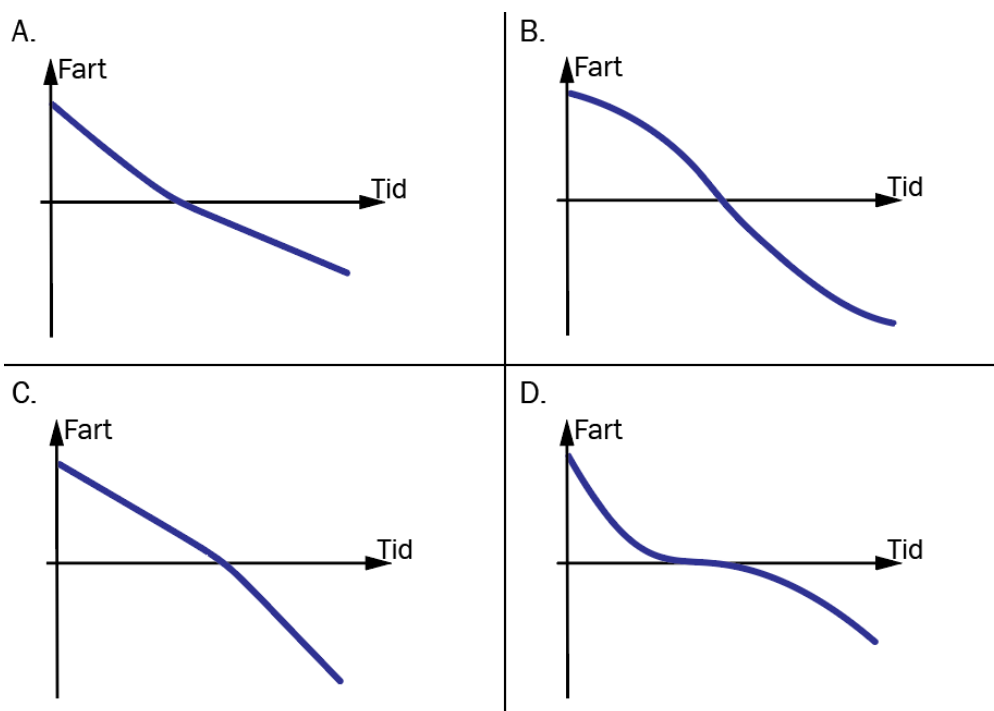
Hvilken figur viser best sammenhengen mellom posisjonen til bilen og posisjonen til ballen idet ballen lander?



- e) En kloss glir oppover et skråplan, snur og glir ned igjen. Vi ser bort fra luftmotstanden, men vi ser **ikke** bort fra friksjonen mellom klossen og underlaget.



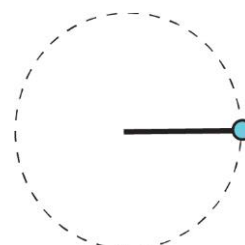
Hvilken graf viser best klossen sin fart som funksjon av tid?



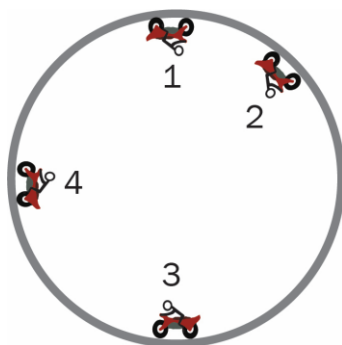
- f) Ei kule beveger seg med konstant banefart i en horisontal sirkelbane.

Hva er riktig om kraftsummen på kula?

- A. Kraftsummen er null.
- B. Kraftsummen er rettet inn mot sentrum av sirkelbanen.
- C. Kraftsummen er rettet ut fra sentrum av sirkelbanen.
- D. Kraftsummen er parallell med fartsretningen.

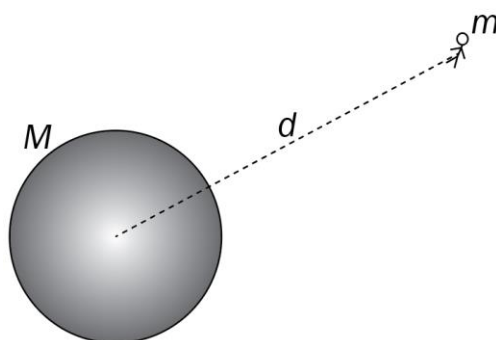


- g) En motorsyklist kjører med konstant banefart inni en vertikal loop. Figuren viser motorsykkelen i fire ulike posisjoner.



Ranger størrelsen på normalkraften fra underlaget på motorsykkelen i de fire ulike posisjonene fra minst til størst.

- A. 1, 4, 2, 3
 - B. 1, 2, 4, 3
 - C. 4, 1, 3, 2
 - D. 4, 3, 1, 2
- h) En astronaut med masse m er i en avstand d fra sentrum av en planet med masse M . Både astronauten og planeten er langt unna alle andre himmellegemer.



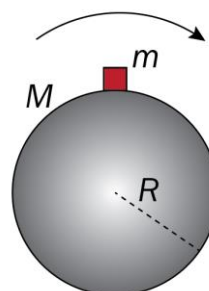
Hva viser uttrykket $\frac{\gamma M}{d^2}$?

- A. gravitasjonsfeltstyrken ved astronauten
- B. unnsliplingsfarten til astronauten
- C. gravitasjonskraften på astronauten
- D. den potensielle energien til astronauten

- i) En planet har masse M og radius R . Et legeme med masse m er i ro på planetens overflate ved ekvator. Planeten roterer svært fort, slik at normalkraften på legemet er halvparten av gravitasjonskraften.

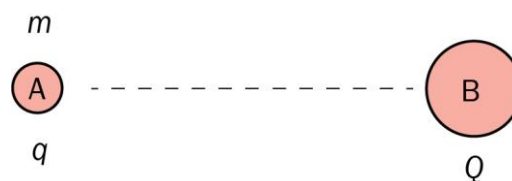
Hva er riktig uttrykk for summen av kreftene på legemet?

- A. $\Sigma F = \frac{2\gamma mM}{R^2}$
 B. $\Sigma F = \frac{\gamma mM}{2R^2}$
 C. $\Sigma F = \frac{\gamma mM}{4R^2}$
 D. $\Sigma F = 0$



- j) En partikkel A med masse m og ladning q slippes fra ro i nærheten av en annen partikkel B med ladning Q . Partikkel B holdes fast. Programmet under regner ut farten til partikkel A når den er 0,1 meter fra B.

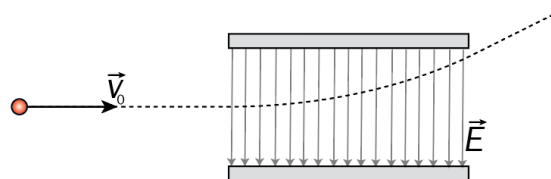
1	$q = 1.5e-8$
2	$Q = 2*q$
3	$k = 8.99e9$
4	$m = 0.00005$
5	
6	$t = 0$
7	$r = 0.01$ # Posisjon ved $t = 0$
8	$v = 0$ # Fart ved $t = 0$
9	$dt = 0.0001$
10	
11	while $r < 0.1$:
12	$a =$
13	$v = v + a*dt$
14	$r = r + v*dt$
15	$t = t + dt$
16	print (v)



Hva er riktig kode for linje 12?

- A. $a = k*q*Q/(r*m)$
 B. $a = k*q*Q/(r**2*m)$
 C. $a = k*Q/(r*m)$
 D. $a = k*Q/(r**2*m)$

- k) En ladd partikkel beveger seg med farten v_0 horisontalt inn mellom to ladde plater. Det elektriske feltet mellom platene har retning vertikalt nedover. Den stiplede linja viser partikkelbanen.



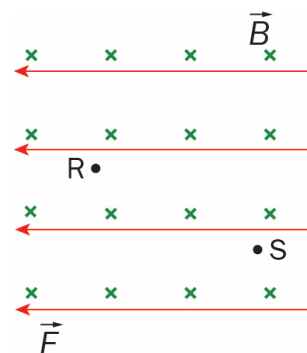
Hvilket fortegn har ladningen på partikkelen, og hva er riktig om farten v til partikkelen etter at den har passert feltet?

	Ladning	Fart
A.	positiv	$v > v_0$
B.	positiv	$v = v_0$
C.	negativ	$v > v_0$
D.	negativ	$v = v_0$

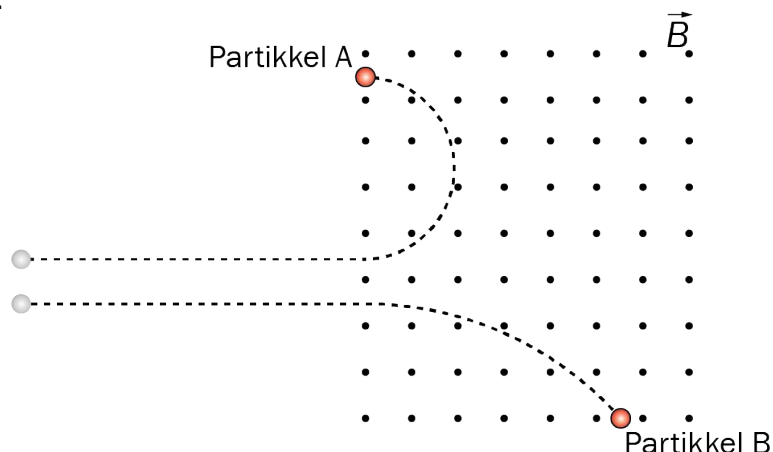
- l) Et elektron er i et område hvor det er både et homogent elektrisk felt og et homogent magnetisk felt. Se figur. Det elektriske feltet peker mot venstre. Et elektron følger en bane i papirplanet gjennom punktene S og R.

Hva er riktig?

- A. Elektronet følger en sirkelbane.
- B. Den magnetiske kraften på elektronet er konstant.
- C. Den magnetiske kraften utfører et arbeid på elektronet.
- D. Elektronet har minst fart ved punktet R.



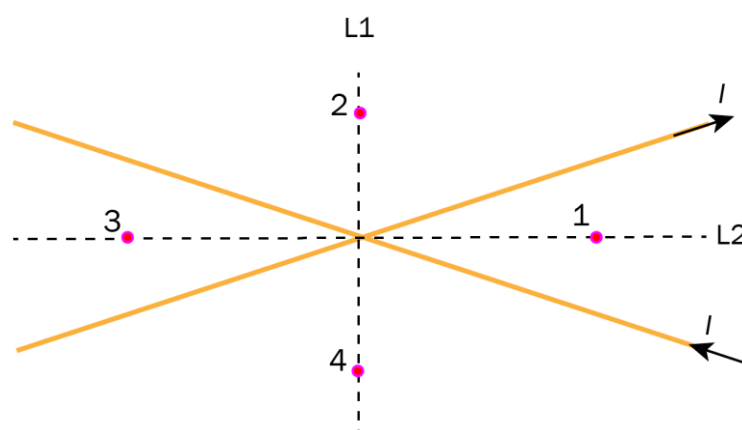
- m) Partiklene A og B beveger seg parallelt i papirplanet med like stor fart. Deretter kommer de inn i et område hvor det er et homogent magnetfelt. Banene til partiklene er vist på figuren. Partikkel B har masse m .



Hva er riktig om ladningen og massen til partikkel A?

	Ladning til partikkel A	Masse til partikkel A
A.	positiv	større enn m
B.	positiv	mindre enn m
C.	negativ	større enn m
D.	negativ	mindre enn m

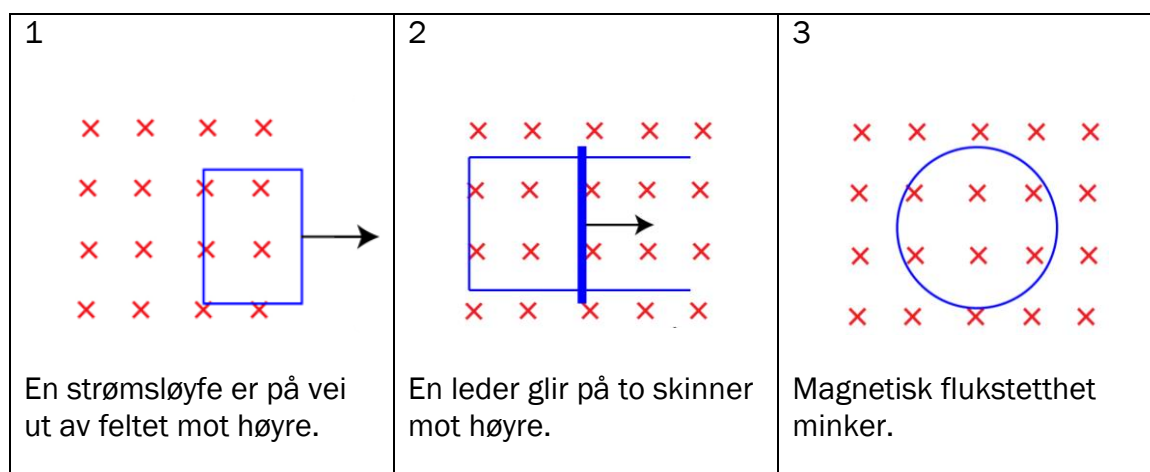
- n) To lange, rette, isolerte ledere ligger i kryss over hverandre i et plan og fører den samme strømmen I . Strømretningene i lederne er vist på figuren. De to stiplede linjene, L1 og L2, er vinkelhalveringslinjene mellom lederne. Det er markert fire punkter på linjene.



I hvilke punkter er det samlede magnetfeltet fra de to lederne null?

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

- o) Figuren viser tre lukkede strømsløyfer i ulike situasjoner i et homogent magnetfelt. Figurtekstene forteller om årsaken til induksjonsstrømmene.

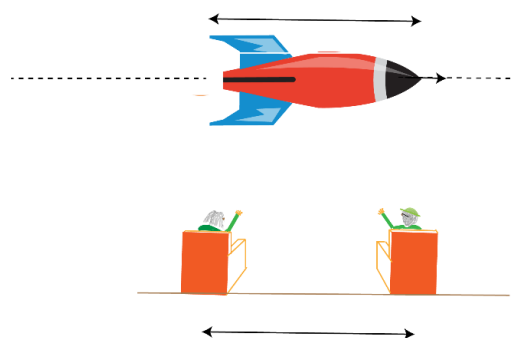


I hvilke situasjoner går induksjonsstrømmen med klokka?

- A. 1 og 2
 B. 1 og 3
 C. 2 og 3
 D. 1, 2 og 3
- p) Et romskip har svært høy fart i forhold til jorda. En romfarer om bord måler lengden av romskipet til å være L_0 . Observert fra jorda er lengden av romskipet L . To personer på jorda måler at avstanden mellom dem er D_0 . Observert fra romskipet er avstanden mellom personene D . Romskipet beveger seg parallelt med linja mellom de to personene.

Hva er riktig?

A.	$D > D_0$	$L > L_0$
B.	$D < D_0$	$L > L_0$
C.	$D > D_0$	$L < L_0$
D.	$D < D_0$	$L < L_0$



q) Programmet gjør en beregning på et elektron.

```
1  from pylab import *
2
3  def f(m,c,v):
4      return m*c**2/(sqrt(1 - (v/c)**2)) - m*c**2
5
6  m = 9.11e-31
7  c = 3.00e8
8  dv = 0.01*c
9  v = 0
10 v_liste = [v]
11 f_liste = [0]
12
13 while v < 0.99*c:
14     v = v + dv
15     v_liste.append(v)
16     f_liste.append(f(m,c,v))
17 plot(v_liste, f_liste)
18 show()
```

Hva viser grafen programmet skriver ut?

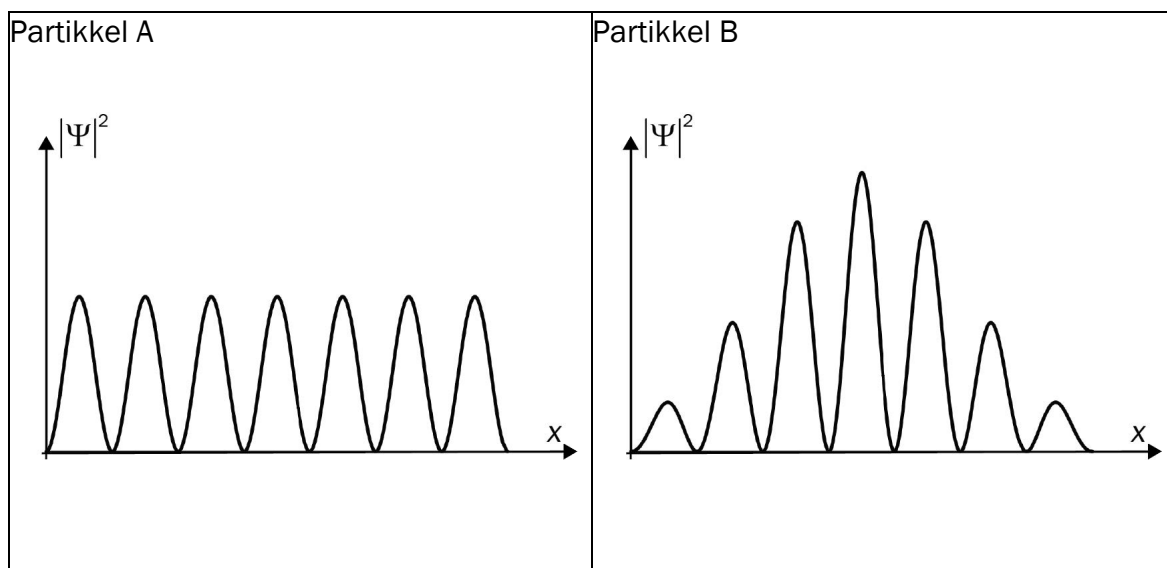
- A. potensiell energi som funksjon av fart
- B. kinetisk energi som funksjon av fart
- C. bevegelsesmengde som funksjon av fart
- D. totalenergi som funksjon av fart

r) Et ion blir akselerert fra ro av en spenning U og får de Broglie-bølgelengden λ .

Hvordan endres bølgelengden dersom vi øker spenningen?

- A. Bølgelengden øker.
- B. Bølgelengden er uendret.
- C. Bølgelengden minker.
- D. Det kan vi ikke vite uten at massen til ionet er kjent.

s) Nedenfor ser du den kvadrerte av bølgefunksjonen til to kvantepartikler.



Det er gitt to påstander:

1. Partikkel A har større uskarphet i posisjonen enn partikkel B.
2. Partikkel B har ingen uskarphet i bevegelsesmengde.

Hva er riktig?

- A. ingen av påstandene
- B. påstand 1
- C. påstand 2
- D. begge påstandene

t) Noen atomkjerner kan sende ut en alfapartikkel. Ifølge klassisk fysikk har ikke alfapartikkelen nok energi til å komme ut av atomkjernen, men et fenomen i kvantefysikken forklarer at alfapartikkelen likevel kan komme ut.

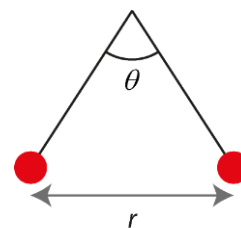
Hva kalles dette fenomenet?

- A. comptoneffekt
- B. lengdekontraksjon
- C. tidsforlengelse
- D. tunnelering

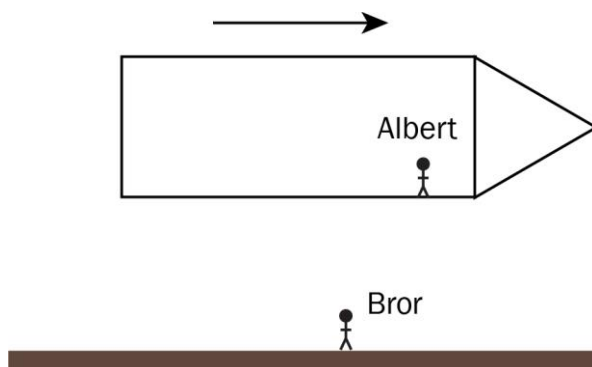
Oppgave 2

- a) To kuler med lik ladning Q og masse m henger i to like lange snorer. Vinkelen mellom snorene er θ , og avstanden mellom kulene er r .

1. Tegn kreftene som virker på kulene.
2. Bestem absoluttverdien til ladningen Q uttrykt ved størrelsene gitt i oppgaven og kjente konstanter.



- b) Et romskip har konstant fart i forhold til jorda slik at lorentzfaktoren $\gamma = 2,0$. Albert er om bord i romskipet og Bror står på jorda. En hendelse skjer på jorda. Albert måler at hendelsen tar $1,0 \mu\text{s}$.



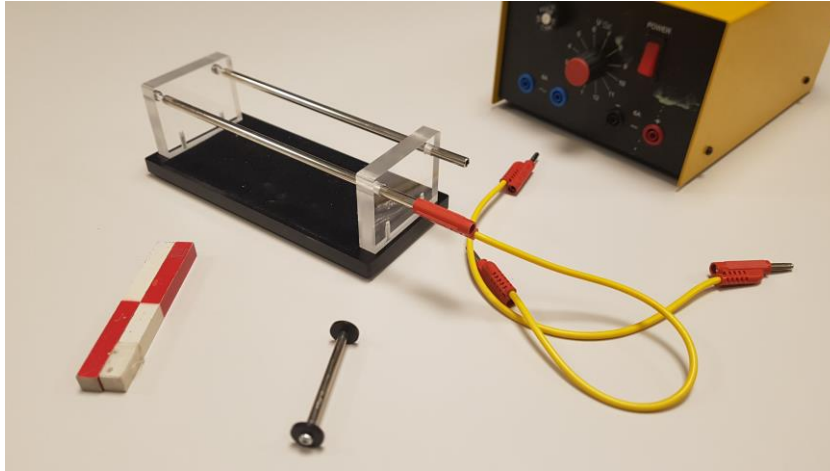
1. Bruk den spesielle relativitetsteorien til å bestemme hvor lang tid Bror måler at hendelsen tar.

Dersom romskipet er langt nok unna jorda, må vi også ta hensyn til den generelle relativitetsteorien.

2. Forklar hvordan svaret i oppgave b1 vil endres hvis vi også må ta hensyn til den generelle relativitetsteorien.

- c) Hvorfor må vi bruke kvantefysikk for å forklare fenomenet fotoelektrisk effekt?

- d) Du får utlevert følgende utstyr: spenningskilde, stavmagneter, ledninger, to metallskinner som er festet til et stativ, og en lederstav som er litt lengre enn avstanden mellom skinnene.



Gjør rede for hvordan du kan bruke utstyret til å demonstrere fenomenet *kraft på leder i magnetfelt*.

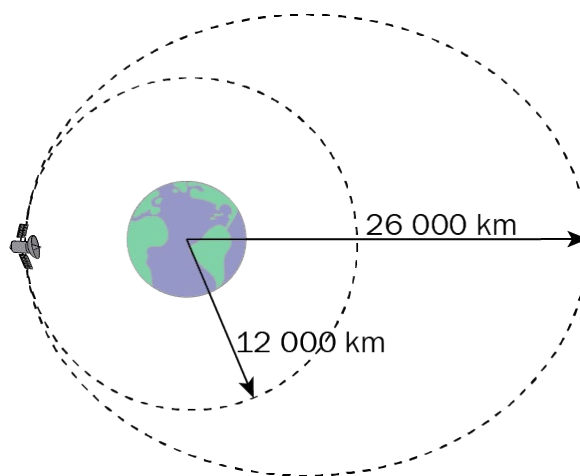
Del 2

Oppgave 3

En satellitt går i en sirkelbane med radius 12 000 km rundt jorda.

- a) Vis at banefarten til satellitten er 5,76 km/s.

Banefarten til satellitten øker momentant til 6,74 km/s. Satellitten går da inn i en ellipsebane. Avstanden fra satellitten til sentrum av jorda er på det meste 26 000 km.



- b) Hva er den minste farten satellitten har i ellipsebanen?

Satellitten kolliderer med en asteroide når den er 26 000 km unna sentrum av jorda. Dette fører til at satellitten stopper opp og begynner å falle rett mot jorda.

- c) Bruk bevaring av energi til å bestemme hvor stor fart satellitten treffer jorda med. Se bort fra luftmotstand.

Programkoden til høyre beregner den samme farten som i oppgave c.

- d) Forklar hvordan man kommer fram til uttrykket på linje 9, og forklar hva som regnes ut på linje 10.
- e) Bestem hvor lang tid satellitten bruker fra den er 26 000 km fra jorda, til den treffer jorda. Se bort fra luftmotstand.

```
1  gamma = 6.67e-11
2  M = 5.974e24
3  R = 6371e3
4  r = 26000e3
5  v = 0
6  dt = 0.1
7
8  while r > R:
9      v = v + (gamma*M/r**2)*dt
10     r = r - v*dt
11  print(v)
```

Oppgave 4

En vindturbin omdanner kinetisk energi fra vinden til elektrisk energi. Den maksimale effekten turbinen kan hente ut fra vinden, er gitt ved

$$P_{\text{maks}} = 0,45 \cdot \frac{1}{2} \rho \pi r^2 v^3$$

hvor ρ er luftas massetetthet, r er lengden av rotorbladene, og v er vindfarten.

- a) Hvorfor vil små endringer i vindfarten gi store endringer i effekten turbinen kan hente ut?

Rotorbladene er 68,0 m lange og massetettheten til lufta er 1,22 kg/m³.

- b) Hvor stor må vindfarten være for at turbinen skal levere en effekt på 3,45 MW?

Når turbinen leverer en effekt på 3,45 MW, beveger tuppen av rotorbladene seg med en fart på 70,0 m/s.

- c) 1. Hvor mye energi utvinnes i løpet av en runde?
2. Hva er verdien på denne energien dersom prisen per kWh er 2,00 kroner?
- d) Hvorfor er det ikke mulig å omforme all den kinetiske energien i vinden til elektrisk energi?

Noe av den kinetiske energien i vinden blir omdannet til elektrisk energi i en vekselstrømgenerator. Spenningen generatoren leverer, oppgis vanligvis som effektivverdi,

$$\varepsilon_e = \frac{\varepsilon_{\text{maks}}}{\sqrt{2}},$$

hvor $\varepsilon_{\text{maks}}$ er den maksimale induserte spenningen.

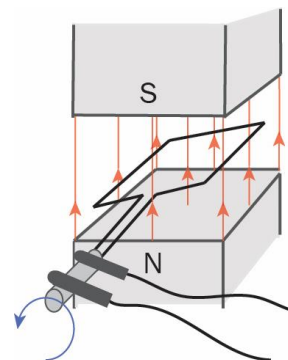
Figuren viser en forenklet modell av en generator. Den magnetiske fluksen gjennom ledersløyfa er gitt ved

$$\Phi(t) = 3,2 \cos(100\pi t), \text{ der } t \text{ er gitt i sekunder og } \Phi \text{ i Wb.}$$

- e) Vis at effektivverdien av den induserte spenningen i denne generatoren er 0,71 kV.

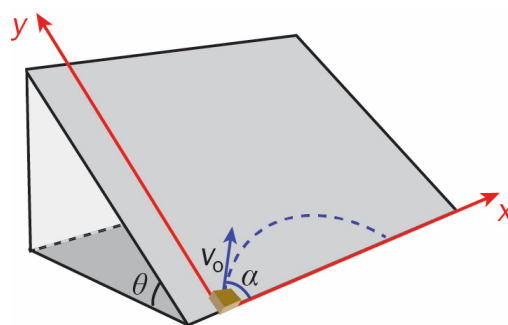
Når den elektriske energien skal overføres til forbrukerne, økes effektivverdien fra 0,71 kV til 132 kV gjennom en transformator. Se bort fra energitap i transformatoren.

- f) Bestem forholdet mellom antall vindinger på sekundær- og primærsiden, og bestem hvilken side som har flest vindinger.



Oppgave 5

En kloss sendes på skrå oppover et skråplan. Skråplanvinkelen $\theta = 30^\circ$. Klossen sendes med en startfart $v_0 = 1,5 \text{ m/s}$ og utgangsvinkel $\alpha = 45^\circ$. x- og y-aksen er som vist i figuren.



Se bort fra luftmotstand i hele oppgaven, og se bort fra friksjon i oppgave a, b, c og d.

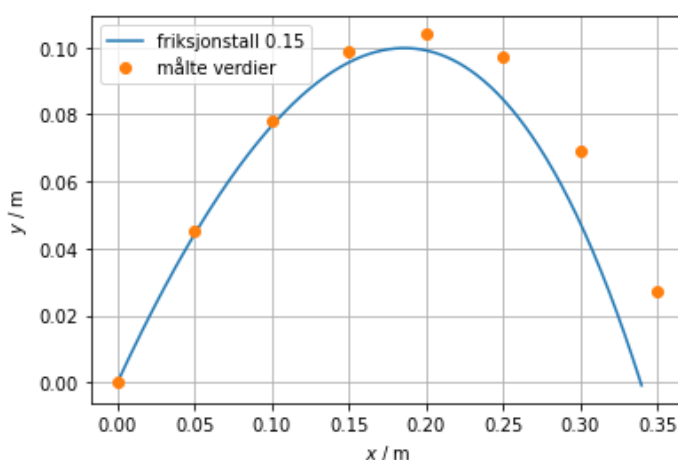
- Forklar at størrelsen på akselerasjonen til klossen er $g/2$ der g er tyngdeakselerasjonen.
- Vis at klossen bruker $0,43 \text{ s}$ fra start til den har kommet ned fra skråplanet.
- Hvor langt fra startposisjonen er klossen når den har kommet ned fra skråplanet?
- Vis at posisjonen til klossen er gitt ved $y = x - \frac{gx^2}{2v_0^2}$ mens den glir på skråplanet.

Ole gjennomfører et fysikkforsøk som beskrevet ovenfor. Tabellen nedenfor viser måleverdiene fra forsøket.

x-posisjon / m	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
y-posisjon / m	0	0,045	0,078	0,099	0,104	0,097	0,069	0,027

- Vurder og utforsk om formelen i oppgave d gjelder for alle verdiene i tabellen.

Ole antar at friksjonstallet i forsøket er $0,15$. Han ønsker å undersøke om dette stemmer med måleresultatene. Ole gjør nødvendige beregninger og lager et program som tegner grafen nedenfor.



- Har Ole antatt en for lav eller høy verdi for friksjonstallet?

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 (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)	$9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5,4858 \cdot 10^{-4} \text{ u}$
	Muon (m_μ)	$1,8835 \cdot 10^{-28} \text{ kg} = 0,1134 \text{ u}$
	Ladd pi-meson (m_π)	$2,4881 \cdot 10^{-28} \text{ kg} = 0,1498 \text{ u}$
	Nøytralt pi-meson (m_{π^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_α)	$6,6447 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,0015 \text{ u}$
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	$F_e = k_e \frac{Qq}{r^2}$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$	$U = \frac{W}{q}$	$E = \frac{U}{d}$
	$I = \frac{Q}{t}$	$R = \frac{U}{I}$	$P = UI$	$B = k_m \cdot \frac{I}{r}$
	$\vec{F}_m = q \vec{v} \times \vec{B}$	$\vec{F}_m = I \vec{l} \times \vec{B}$	$F_m = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \cdot l$	
	$\phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos(\alpha)$	$\varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$	$\varepsilon = vBl$	
	$U = U_m \sin(\omega t)$	$U_s I_s = U_p I_p$	$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$	
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)$
	$[x_1, y_1] + [x_2, y_2] = [x_1 + x_2, y_1 + y_2]$		$\vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{a} \quad \vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{b}$
Geometri	$O_{\text{sirkel}} = 2\pi r$	$A_{\text{sirkel}} = \pi r^2$	$A_{\text{kule}} = 4\pi r^2$
	$\sin v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hyp.}}$	$\cos v = \frac{\text{hos. kat.}}{\text{hyp.}}$	$\tan v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hos. kat.}}$
	$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(A)$		$\frac{\sin(A)}{a} = \frac{\sin(B)}{b} = \frac{\sin(C)}{c}$

	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 avhengige 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 = <verdi></code>
Tilordne variabel ny verdi	<code>= += -= *= /=</code>
Heltall og desimaltall	<code>int(<tall>) float(<tall>)</code>
Konstanter	<code>pi 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() log() sqrt() abs()</code> <code>sin() asin() cos() acos() tan() atan() radians() degrees()</code> <code>min() max() sum() mean() std() len() random() round()</code> <code>float() int() 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: _____

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.*