

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 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 er ikkje tillatt. 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 lengst bak i oppgåvesettet.
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. Eit blankt svar tel som eit 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 <i>eller</i> D. Skriv svara for oppgåve 1 på svararket i vedlegg 4, som ligg heilt til sist i oppgåvesettet. 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 3 oppgåver.
Informasjon om vurderinga	Vurderingskriteria i eksamensrettleiinga beskriv kvaliteten på kompetansen til kandidatane på tvers av kompetansemåla i læreplanen og sett i lys av teksten <i>om faget</i>. Det betyr at sensorane vurderer i kva grad du: - viser fysikkfagleg forståing - løyser problem i kjende og ukjende situasjonar

	- kan løyse problem ved rekning, modellering og bruk av formålstenlege hjelpemiddel - omarbeider eksperimentelle data - forklarar framgangsmåtar og grunngir svar i eit fagleg språk med rette nemningar - vurderer om svara er rimelege Sjå eksamensrettleiinga for meir informasjon om vurderinga.
Vurdering og veking	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 like mykje. Del 2 tel omtrent 60 % 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) Vi kan bestemme massen, m , til eit ion ved å måle radiusen, r , til banen ionet følgjer gjennom eit magnetfelt med flukstettleik (feltstyrke) B . Då bruker vi formelen

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

der q er ladningen til ionet og v er farten til ionet. Storleikane B , r og v er alle målte med ei usikkerheit på 2 %.

Kor stor er usikkerheita i m ?

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

- b) Ei kule blir skoten med startfart v frå eit horisontalt underlag. Startfarten dannar utgangsvinkelen α med underlaget, der $0^\circ < \alpha < 45^\circ$. Kula landar etter tida t_0 . Sjå bort frå luftmotstand.

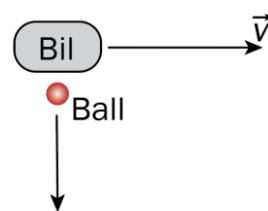


Kula blir skoten på nytt med startfart v og utgangsvinkel 2α . Kula landar no etter tida t_1 .

Kva er riktig om tida t_1 ?

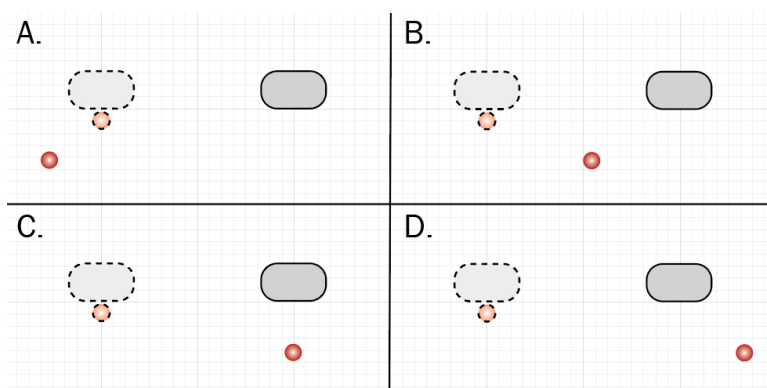
- A. $t_1 < t_0$
- B. $t_1 = t_0$
- C. $t_1 > t_0$
- D. Det er umogleg å vite om kastet tek kortare, like lang eller lengre tid.

- c) Ein bil køyrer med ein konstant fart v mot høgre. Ein ball blir kasta ut av bilvindaugget vinkelrett på fartsretinga til bilen, som vist i figuren til høgre. Sjå bort frå luftmotstand.



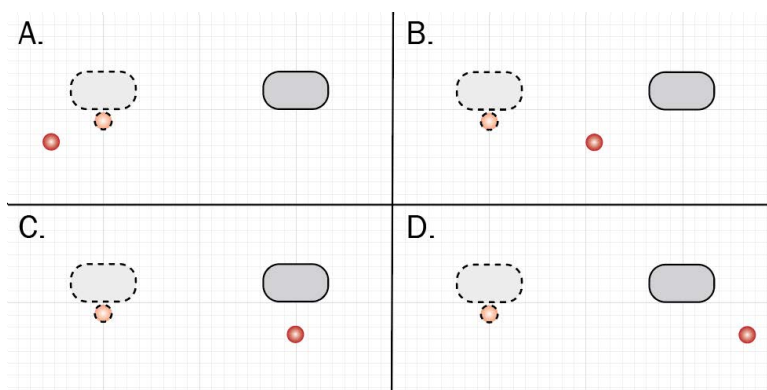
Posisjonen til bilen og posisjonen til ballen idet ballen blir kasta, er stipla i figurane under.

Kva for ein figur viser best samanhengen mellom posisjonen til bilen og posisjonen til ballen idet ballen landar?

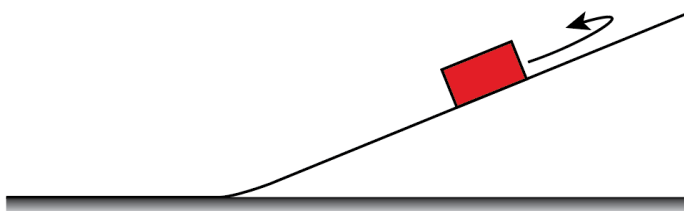


- d) Vi ser framleis på situasjonen med bilen og ballen i førre oppgåve, men no ser vi ikkje bort frå luftmotstanden. Det er vindstille i forhold til bakken.

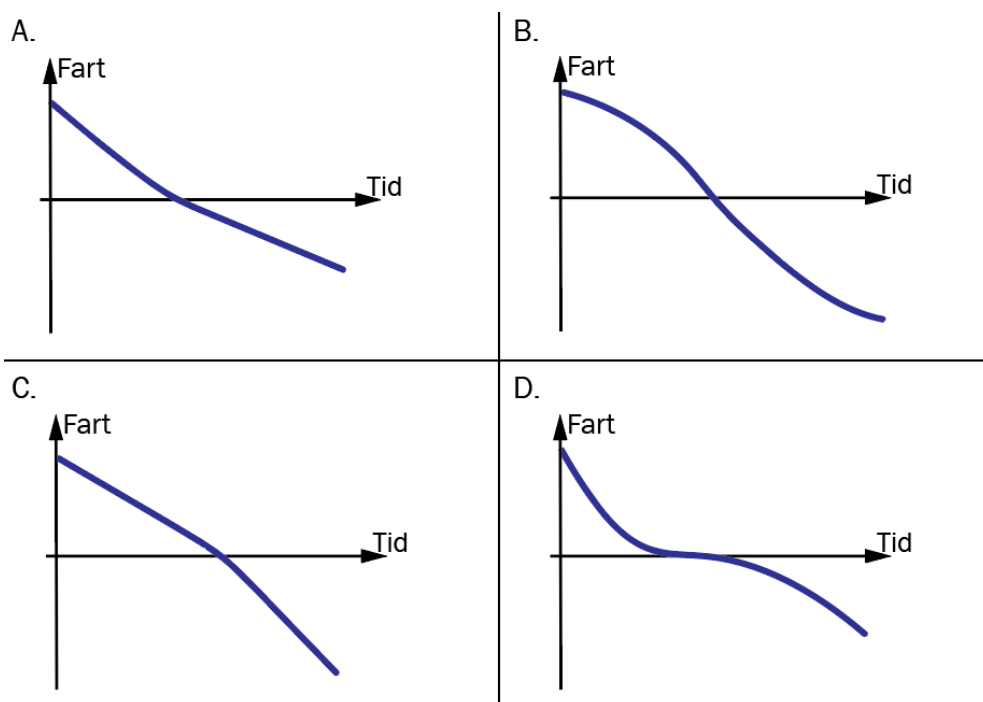
Kva for ein figur viser best samanhengen mellom posisjonen til bilen og posisjonen til ballen idet ballen landar?



- e) Ein kloss glir oppover eit skråplan, snur og glir ned igjen. Vi ser bort frå luftmotstanden, men vi ser **ikkje** bort frå friksjonen mellom klossen og underlaget.



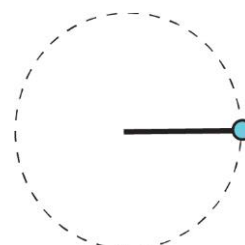
Kva for ein graf viser best klossen sin fart som funksjon av tid?



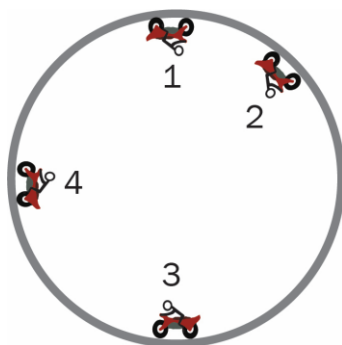
- f) Ei kule beveger seg med konstant banefart i ei horisontal sirkelbane.

Kva er riktig om kraftsummen på kula?

- A. Kraftsummen er null.
- B. Kraftsummen er retta inn mot sentrum av sirkelbana.
- C. Kraftsummen er retta ut frå sentrum av sirkelbana.
- D. Kraftsummen er parallell med fartsretninga.

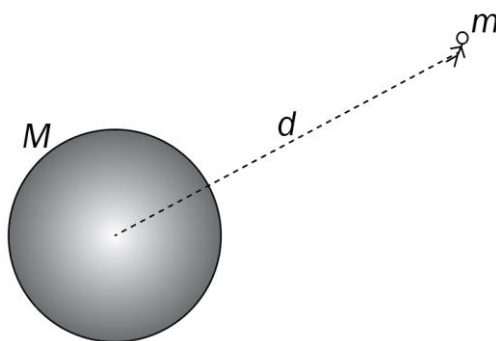


- g) Ein motorsyklist køyrer med konstant banefart inni ein vertikal loop. Figuren viser motorsykkelen i fire ulike posisjonar.



Ranger storleiken på normalkrafta frå underlaget på motorsykkelen i dei fire ulike posisjonane frå minst til størst.

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



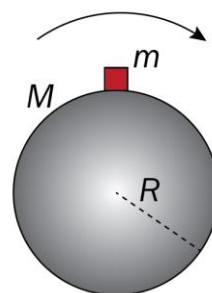
Kva viser uttrykket $\frac{\gamma M}{d^2}$?

- A. gravitasjonsfeltstyrken ved astronauten
- B. unnsleppingsfarten til astronauten
- C. gravitasjonskrafta på astronauten
- D. den potensielle energien til astronauten

- i) Ein planet har masse M og radius R . Ein lekam med masse m er i ro på overflata av planeten ved ekvator. Planeten roterer svært fort, slik at normalkrafta på lekamen er halvparten av gravitasjonskrafta.

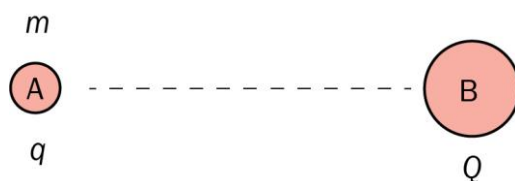
Kva er riktig uttrykk for summen av kreftene på lekamen?

- 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) Ein partikkel A med masse m og ladning q blir sleppt frå ro i nærleiken av ein annan partikkel B med ladning Q . Partikkel B blir halden fast. Programmet under reknar ut farten til partikkel A når han er 0,1 meter frå B.

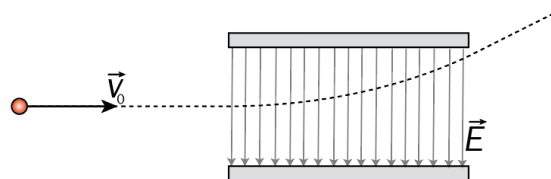
1	$q = 1.5e-8$
2	$Q = 2*q$
3	$k = 8.99e9$
4	$m = 0.00005$
5	
6	$t = 0$
7	$r = 0.01$ # Posisjon ved $t = 0$
8	$v = 0$ # Fart ved $t = 0$
9	$dt = 0.0001$
10	
11	while $r < 0.1$:
12	$a =$
13	$v = v + a*dt$
14	$r = r + v*dt$
15	$t = t + dt$
16	print (v)



Kva 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) Ein ladd partikkel beveger seg med farten v_0 horisontalt inn mellom to ladde plater. Det elektriske feltet mellom platene har retning vertikalt nedover. Den stipla linja viser partikkelbanen.



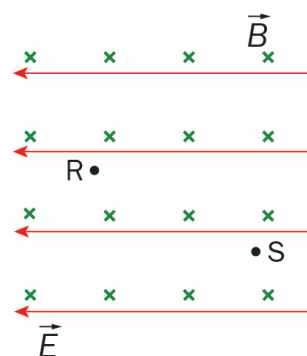
Kva for eit forteikn har ladningen på partikkelen, og kva er riktig om farten v til partikkelen etter at han har passert feltet?

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

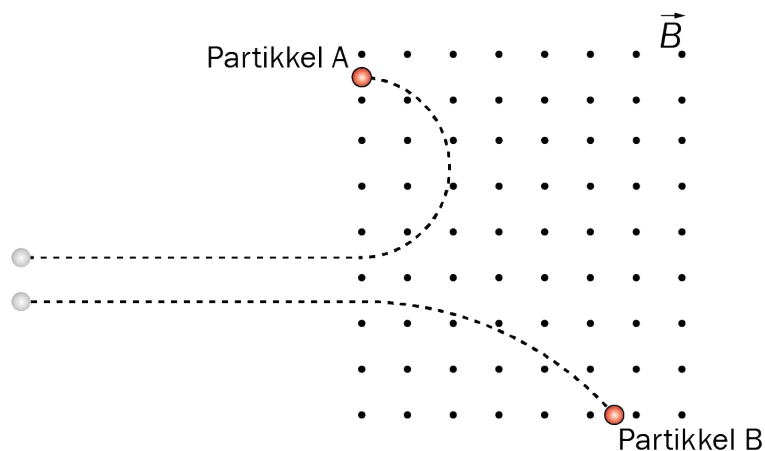
- l) Eit elektron er i eit område der det er både eit homogent elektrisk felt og eit homogent magnetisk felt. Sjå figur. Det elektriske feltet peikar mot venstre. Eit elektron følgjer ei bane i papirplanet gjennom punkta S og R.

Kva er riktig?

- A. Elektronet følgjer ei sirkelbane.
- B. Den magnetiske krafta på elektronet er konstant.
- C. Den magnetiske krafta utfører eit arbeid på elektronet.
- D. Elektronet har minst fart ved punktet R.



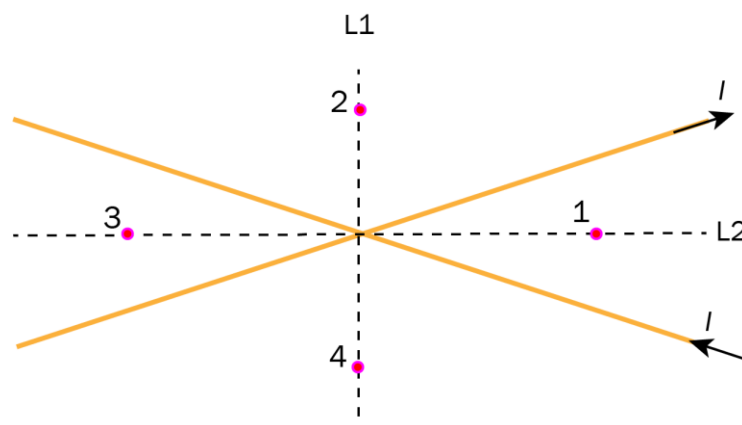
- m) Partiklane A og B beveger seg parallelt i papirplanet med like stor fart. Deretter kjem dei inn i eit område der det er eit homogent magnetfelt. Banene til partiklane er vist på figuren. Partikkel B har masse m .



Kva 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

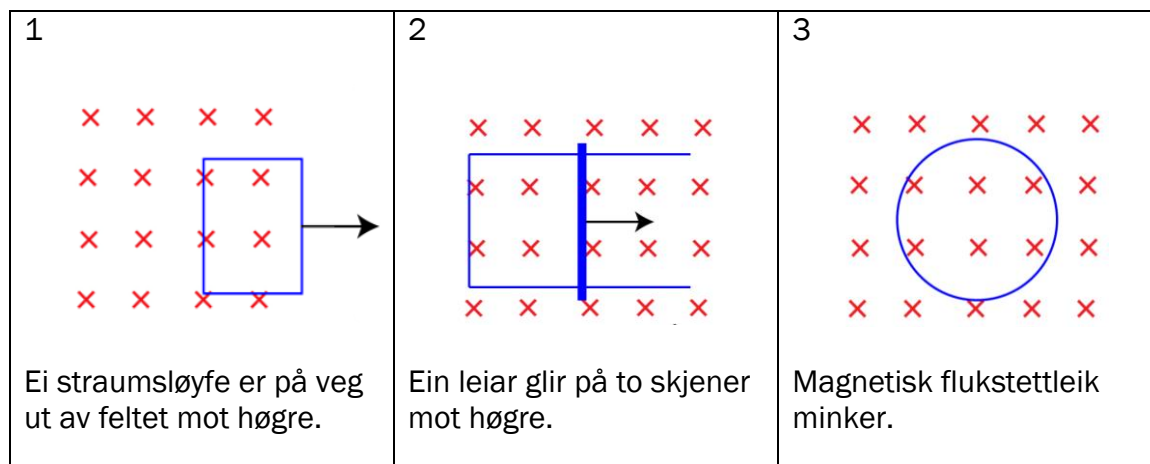
- n) To lange, rette, isolerte leiarar ligg i kryss over kvarandre i eit plan og fører den same straumen I . Straumretningane i leiarane er viste på figuren. Dei to stipla linjene, L1 og L2, er vinkelhalveringslinjene mellom leiarane. Det er markert fire punkt på linjene.



I kva for nokre punkt er det samla magnetfeltet frå dei to leiarane 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 lukka strømsløyfer i ulike situasjonar i eit homogent magnetfelt. Figurtekstane fortel om årsaka til induksjonsstraumane.



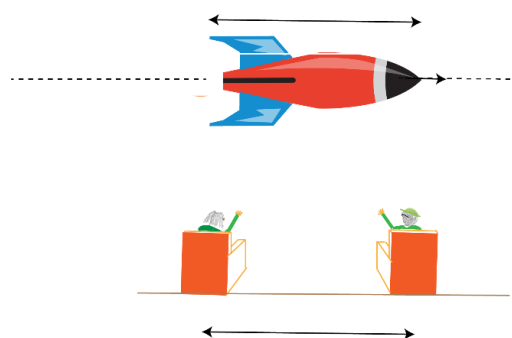
I kva for nokre situasjonar går induksjonsstraumen med klokka?

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

- p) Eit romskip har svært høg fart i forhold til jorda. Ein romfarar om bord måler lengda av romskipet til å vere L_0 . Observert frå jorda er lengda av romskipet L . To personar på jorda måler at avstanden mellom dei er D_0 . Observert frå romskipet er avstanden mellom personane D . Romskipet beveger seg parallelt med linja mellom dei to personane.

Kva 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 gjer ein berekning på eit 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()
```

Kva viser grafen programmet skriv ut?

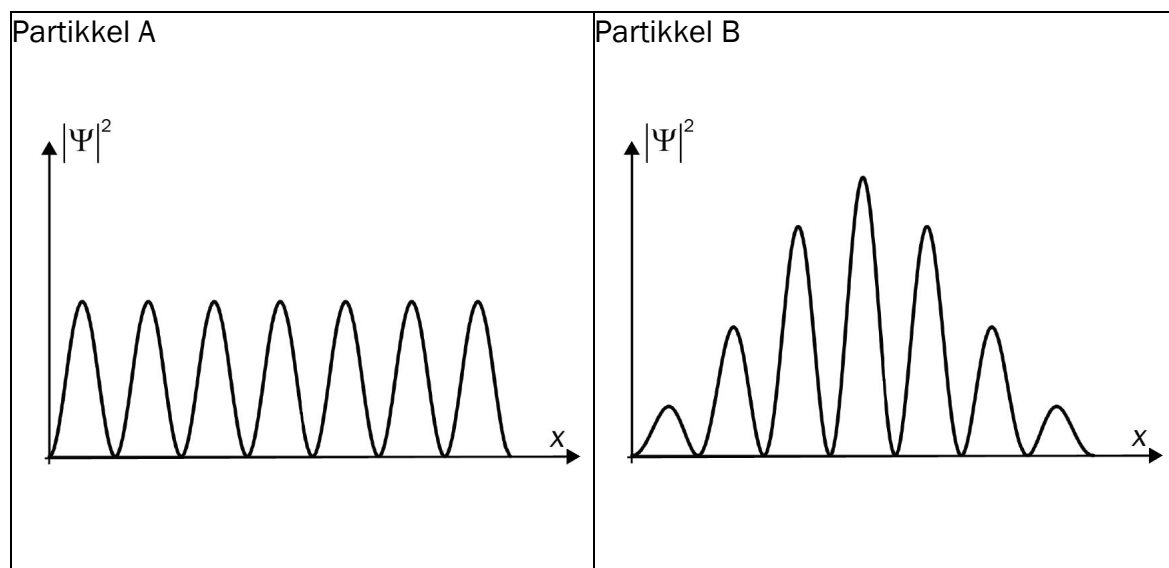
- A. potensiell energi som funksjon av fart
- B. kinetisk energi som funksjon av fart
- C. bevegelsesmengd som funksjon av fart
- D. totalenergi som funksjon av fart

r) Eit ion blir akselerert frå ro av ei spenning U og får de Broglie-bølgjelengda λ .

Korleis blir bølgjelengda endra dersom vi aukar spenninga?

- A. Bølgjelengda aukar.
- B. Bølgjelengda er uendra.
- C. Bølgjelengda minkar.
- D. Det kan vi ikkje vite utan at massen til ionet er kjend.

s) Nedanfor ser du den kvadrerte av bølgefunksjonen til to kvantepartiklar.



Det er gitt to påstandar:

1. Partikkel A har større uskarpleik i posisjonen enn partikkel B.
2. Partikkel B har ingen uskarpleik i bevegelsesmengd.

Kva er riktig?

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

t) Nokre atomkjernar kan sende ut ein alfapartikkel. Ifølgje klassisk fysikk har ikkje alfapartikkelen nok energi til å komme ut av atomkjernen, men eit fenomen i kvantefysikken forklarar at alfapartikkelen likevel kan komme ut.

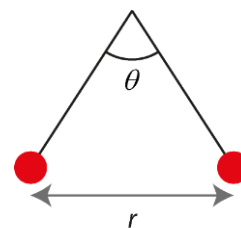
Kva blir dette fenomenet kalla?

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

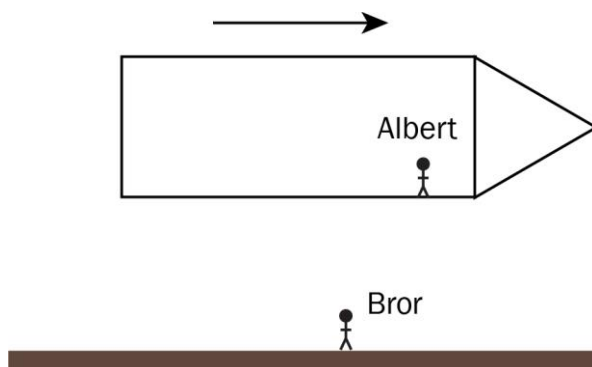
Oppgave 2

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

1. Teikn kreftene som verkar på kulene.
2. Bestem absoluttverdien til ladningen Q uttrykt ved storleikane gitt i oppgåva og kjende konstantar.



- b) Eit 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. Ei hending skjer på jorda. Albert måler at hendinga tek $1,0 \mu\text{s}$.



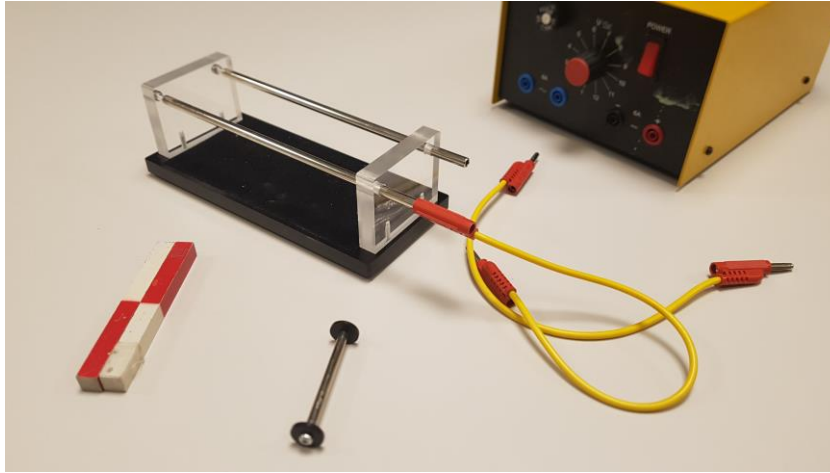
1. Bruk den spesielle relativitetsteorien til å bestemme kor lang tid Bror måler at hendinga tek.

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

2. Forklar korleis svaret i oppgåve b1 vil endrast viss vi òg må ta omsyn til den generelle relativitetsteorien.

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

- d) Du får levert ut følgende utstyr: spenningskilde, stavmagnetar, leidningar, to metallskjener som er festa til eit stativ, og ein leiarstav som er litt lengre enn avstanden mellom skjenene.



Gjer greie for korleis du kan bruke utstyret til å demonstrere fenomenet *kraft på leiar i magnetfelt*.

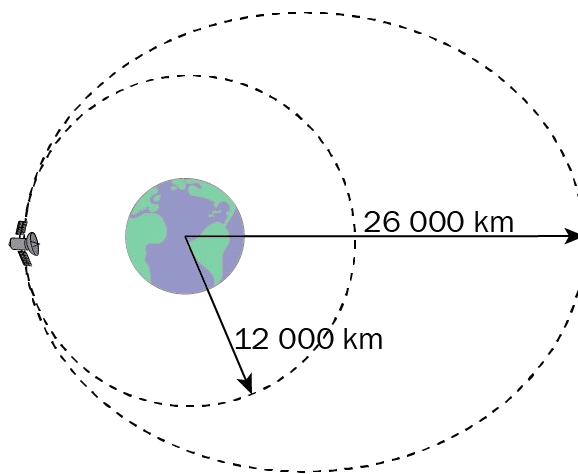
Del 2

Oppgave 3

Ein satellitt går i ei sirkelbane med radius 12 000 km rundt jorda.

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

Banefarten til satellitten aukar momentant til 6,74 km/s. Satellitten går då inn i ei ellipsebane. Avstanden frå satellitten til sentrum av jorda er på det meste 26 000 km.



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

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

- c) Bruk bevaring av energi til å bestemme kor stor fart satellitten treffer jorda med. Sjå bort frå luftmotstand.

Programkoden til høgre bereknar den same farten som i oppgave c.

- d) Forklar korleis ein kjem fram til uttrykket på linje 9, og forklar kva som blir rekna ut på linje 10.
- e) Bestem kor lang tid satellitten bruker frå han er 26 000 km frå jorda, til han treffer jorda. Sjå bort frå 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

Ein vindturbin dannar om kinetisk energi frå vinden til elektrisk energi. Den maksimale effekten turbinen kan hente ut frå vinden, er gitt ved

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

der ρ er massetettleiken til lufta, r er lengda av rotorblada, og v er vindfarten.

- a) Kvifor vil små endringar i vindfarten gi store endringar i effekten turbinen kan hente ut?

Rotorblada er 68,0 m lange og massetettleiken til lufta er 1,22 kg/m³.

- b) Kor stor må vindfarten vere for at turbinen skal levere ein effekt på 3,45 MW?

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

- c) 1. Kor mykje energi blir vunne ut i løpet av ein runde?
2. Kva er verdien på denne energien dersom prisen per kWh er 2,00 kroner?
- d) Kvifor er det ikkje mogleg å forme om all den kinetiske energien i vinden til elektrisk energi?

Noko av den kinetiske energien i vinden blir danna om til elektrisk energi i ein vekselstraumgenerator. Spenninga generatoren leverer, blir vanlegvis oppgitt som effektivverdi,

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

der $\varepsilon_{\text{maks}}$ er den maksimale induserte spenninga.

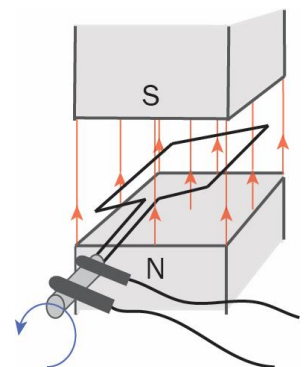
Figuren viser ein forenkla modell av ein generator. Den magnetiske fluksen gjennom leiarsløyfa er gitt ved

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

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

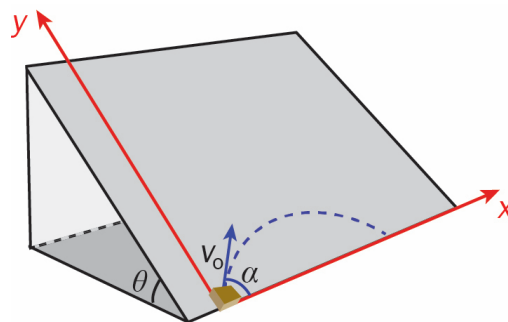
Når den elektriske energien skal overførast til forbrukarane, blir effektivverdien auka frå 0,71 kV til 132 kV gjennom ein transformator. Sjå bort frå energitap i transformatoren.

- f) Bestem forholdet mellom talet på vindingar på sekundær- og primærsida, og bestem kva side som har flest vindingar.



Oppgave 5

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



Sjå bort frå luftmotstand i heile oppgåva, og sjå bort frå friksjon i oppgåve a, b, c og d.

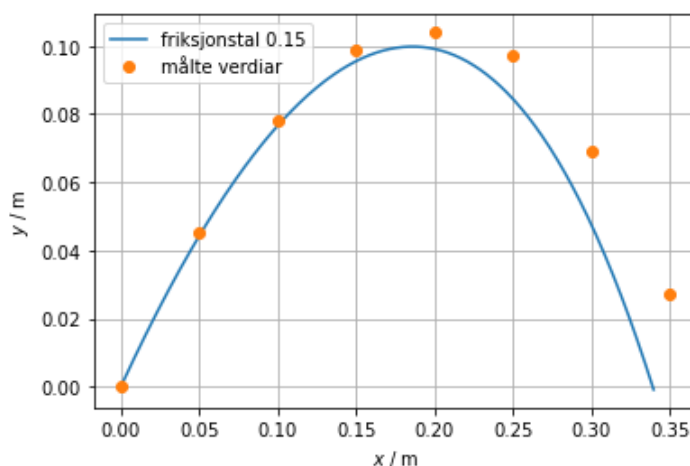
- Forklar at storleiken på akselerasjonen til klossen er $g/2$ der g er tyngdeakselerasjonen.
- Vis at klossen bruker $0,43 \text{ s}$ frå start til han har komme ned frå skråplanet.
- Kor langt frå startposisjonen er klossen når han har komme ned frå skråplanet?
- Vis at posisjonen til klossen er gitt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

Ole gjennomfører eit fysikkforsøk som beskrive ovanfor. Tabellen nedanfor viser måleverdiane frå 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 oppgåve d gjeld for alle verdiane i tabellen.

Ole antek at friksjonstalet i forsøket er $0,15$. Han ønskjer å undersøkje om dette stemmer med måleresultata. Ole gjer nødvendige berekningar og lagar eit program som teiknar grafen nedanfor.



- Har Ole anteke ein for låg eller høg verdi for friksjonstalet?

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	$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$v = v_0 + a t$	$v^2 - v_0^2 = 2 a s$	$s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$
	$v(t) = s'(t)$	$s(t) = \int v(t) dt$	$a(t) = v'(t)$	$v(t) = \int a(t) dt$
	$a = \frac{v^2}{r}$	$v = \frac{2\pi r}{T}$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	$f = \frac{1}{T}$
	$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow v = \text{konstant}$	$\Sigma F = m a$	$F^* = -F$	$R = \mu N$
	$W = F \cdot s = F s \cos(\alpha)$	$W = \int_a^b F ds$	$E_p = m g h$	$E_k = \frac{1}{2} m v^2$
	$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$	$p = m v$	$L = k v, \quad L = k v^2$	$m = \rho V$
Gravitasjon	$G = \gamma \frac{M m}{r^2}$	$g = \frac{G}{m}$	$E_p = -\gamma \frac{M m}{r}$	
Elektrisitet og magnetisme	$F_e = k_e \frac{Q q}{r^2}$	$E = \frac{F_e}{q}$	$U = \frac{W}{q}$	$E = \frac{U}{d}$
	$I = \frac{Q}{t}$	$R = \frac{U}{I}$	$P = U I$	$B = k_m \cdot \frac{I}{r}$
	$F_m = q v \times B$	$F_m = I l \times B$	$F_m = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \cdot l$	
	$\phi = B \cdot A = B A \cos(\alpha)$	$\varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$	$\varepsilon = v B l$	
	$U = U_m \sin(\omega t)$	$U_s I_s = U_p I_p$	$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$	
Relativitetsteori	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$	$t = \gamma t_0$	$L = \frac{L_0}{\gamma}$	$p = \gamma m v$
	$E_0 = m c^2$	$E = E_k + E_0 = \gamma m c^2$	$E^2 = (m c^2)^2 + (p c)^2$	
Kvantefysikk	$E_f = h f$	$h f = W + E_k$	$\lambda = \frac{h}{p}$	$p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$
	$c = \lambda f$	$E_n = -\frac{B}{n^2}$	$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$	$\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$

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	$a \cdot b = a \cdot b \cos(v)$		$ a \times b = a \cdot b \sin(v)$
	$[x_1, y_1] + [x_2, y_2] = [x_1 + x_2, y_1 + y_2]$		$a \times b \perp a$ $a \times b \perp b$
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.*