

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 og vinkelmålar Del 2: Alle hjelpemiddel er tillatne, bortsett frå ope internett og andre verktøy som kan brukast til kommunikasjon. Når du bruker 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 et 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 i 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 5 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 sensor vurderer i kva grad du: - viser fysikkfagleg forståing - løyer 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) Ei kule blir send med horisontal fart v utfor kanten av eit bord. Kula treffer golvet i ein horisontal avstand x frå bordet. Høgda y av bordet er gitt ved formelen

$$y = \frac{gx^2}{2v^2}.$$

Den relative uvissa for avstanden x er 1 %. Den relative uvissa for farten v er 2 %.

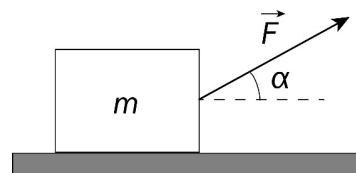
Kva er den relative uvissa for høgda y av bordet?

- A. 3 %
- B. 5 %
- C. 6 %
- D. 9 %

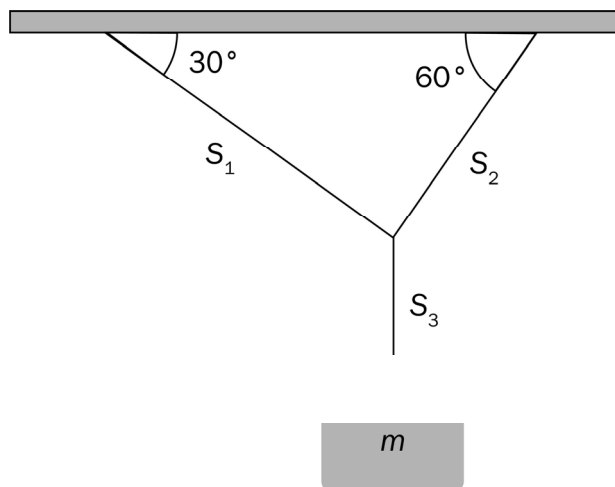
- b) Ein kloss blir dregen med konstant fart av ei kraft F . Friksjonstalet for friksjonen mellom klossen og underlaget er μ .

Kva er det rette uttrykket for storleiken på friksjonskrafta?

- A. μmg
- B. $\mu F \cos \alpha$
- C. $\mu F \sin \alpha$
- D. $\mu(mg - F \sin \alpha)$



- c) Eit lodd med masse m heng i ro. Sjå figur. Snor 1 og 2 dannar vinklar på høvesvis 30° og 60° med horisontalplanet. Snor 3 er festa i knutepunktet mellom snor 1 og snor 2. Vi har snorkreftene S_1 , S_2 og S_3 på høvesvis snor 1, 2 og 3.

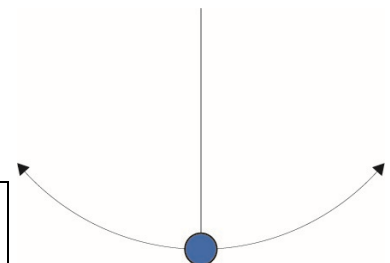
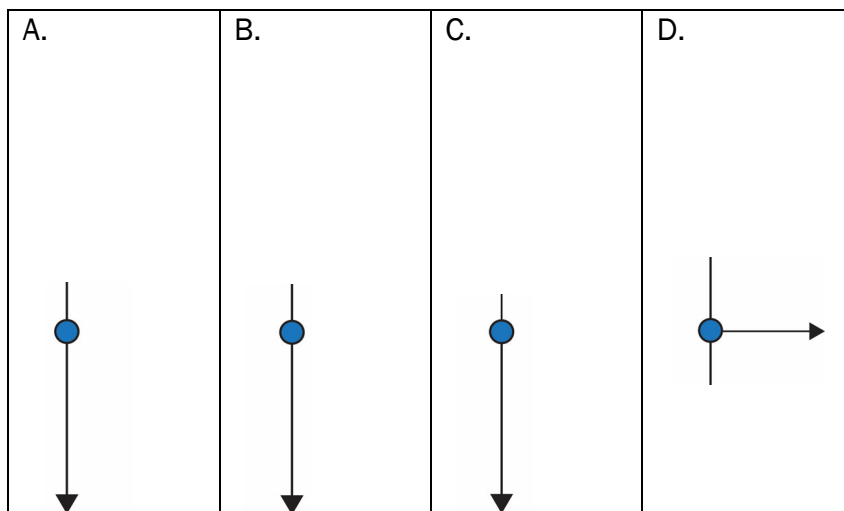


Kva er rett om snorkreftene?

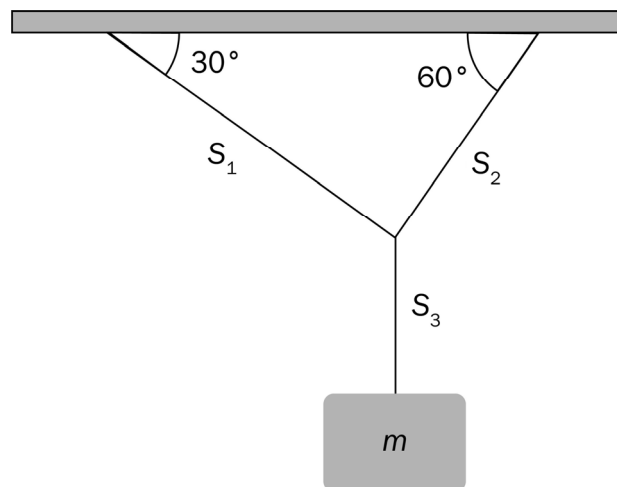
- A. $S_1 = S_2 = S_3$
- B. $S_1 = S_2 < S_3$
- C. $S_2 < S_1$
- D. $S_1 < S_2$

- d) Ei pendelkule svingar fram og tilbake. Vi ser på kula når ho passerer det nedste punktet i pendelrørsla.

Kva figur viser best kreftene som verkar på kula?



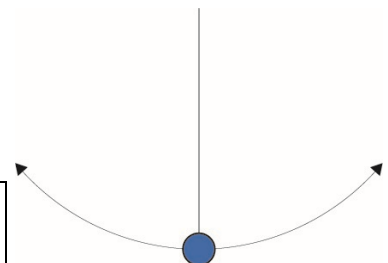
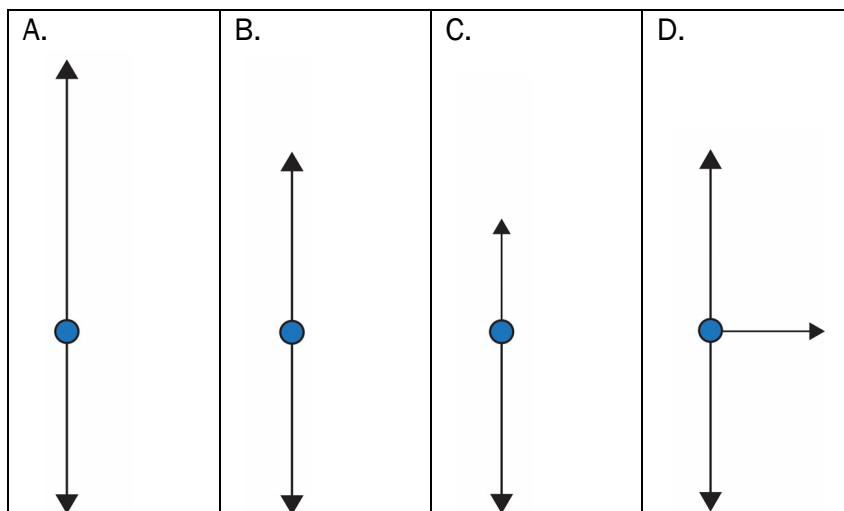
- c) Eit lodd med masse m heng i ro. Sjå figur. Snor 1 og 2 danner vinklar på høvesvis 30° og 60° med horisontalplanet. Snor 3 er festa i knutepunktet mellom snor 1 og snor 2. Vi har snorkreftene S_1 , S_2 og S_3 på høvesvis snor 1, 2 og 3.



Kva er rett om snorkreftene?

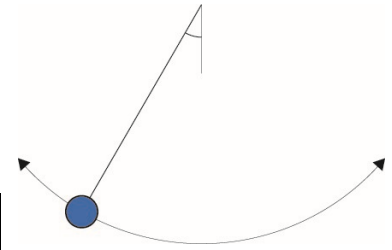
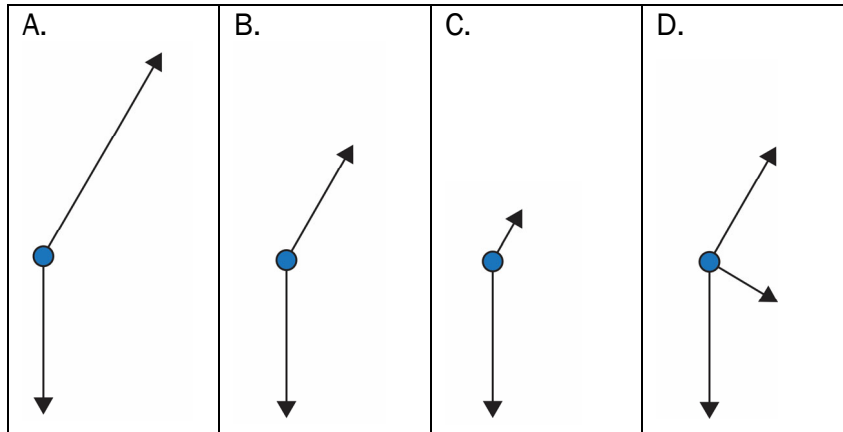
- A. $S_1 = S_2 = S_3$
 - B. $S_1 = S_2 < S_3$
 - C. $S_2 < S_1$
 - D. $S_1 < S_2$
- d) Ei pendelkule svingar fram og tilbake. Vi ser på kula når ho passerer det nedste punktet i pendelrørsla.

Kva figur viser best kreftene som verkar på kula?



- e) Ei pendelkule svingar fram og tilbake. Vi ser på kula når ho passerer punktet vist i figuren.

Kva figur viser best kreftene som verkar på kula?



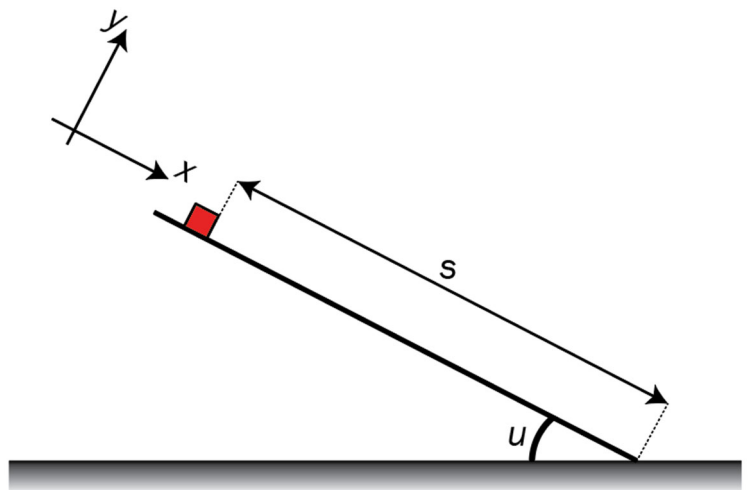
- f) Ein kloss glir nedover eit skråplan. Vi kan sjå vekk ifrå friksjonen mellom klossen og underlaget, men vi kan ikkje sjå vekk ifrå luftmotstanden. Luftmotstanden er proporsjonal med farten.

Programmet nedanfor finn farten klossen har i botnen av skråplanet.

```

1  k = 0.70
2  m = 2.0
3  g = 9.81
4  v = 0
5  s = 0
6  sinu = 0.5
7  dt = 0.00001
8
9  while s < 0.5:
10     a =
11     v = v + a*dt
12     s = s + v*dt
13
14  print(v)

```



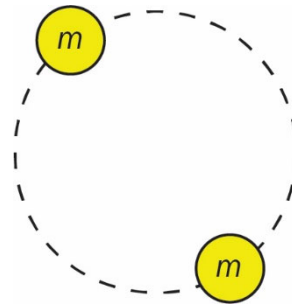
Kva er rett kode for linje 10?

- A. $a = g \cdot \sin u - k \cdot v / m$
- B. $a = g \cdot \sin u + k \cdot v / m$
- C. $a = -g \cdot \sin u - k \cdot v / m$
- D. $a = -g \cdot \sin u + k \cdot v / m$

- i) To stjerner går i sirkelbane rundt eit felles sentrum. Stjernene har lik masse m og baneradius r .

Kor stor er banefarten til stjernene?

- A. $v = \sqrt{\frac{2\gamma m}{r}}$
B. $v = \sqrt{\frac{\gamma m}{r}}$
C. $v = \sqrt{\frac{\gamma m}{2r}}$
D. $v = \sqrt{\frac{\gamma m}{4r}}$



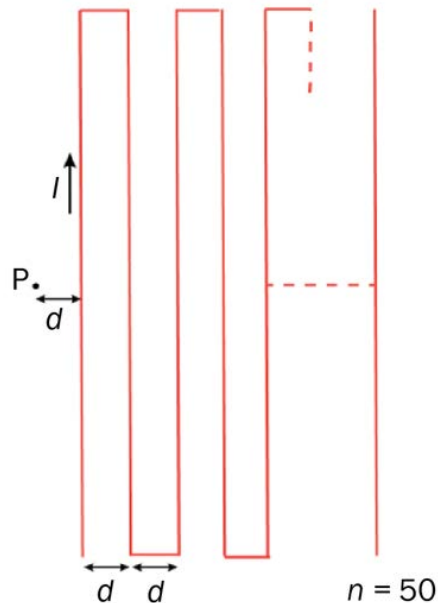
- j) Ein satellitt med fart v har høgda h over jordoverflata. Jordradiusen er R , og jordmassen er M . Farten v er parallell med jordoverflata og er gitt ved

$$v = \sqrt{\frac{3\gamma M}{R+h}}.$$

Kva er rett?

- A. Satellitten slepp ut av gravitasjonsfeltet til jorda.
B. Satellitten går i sirkelbane rundt jorda.
C. Satellitten går i ellipsebane rundt jorda.
D. Satellitten kolliderer med jorda.

- k) Figuren viser eit mønster av $n = 50$ lange, rette og parallelle straumleiarar som er kopla saman. Avstanden mellom leiarane $d = 0,010$ m. Straumen $I = 2,0$ A gjennom alle leiarane. Eit punkt P har avstanden d frå den første leiaren.



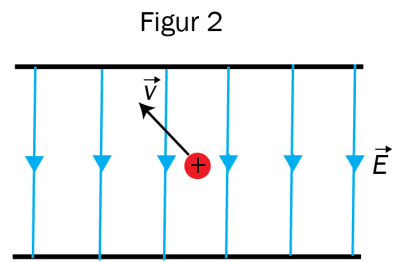
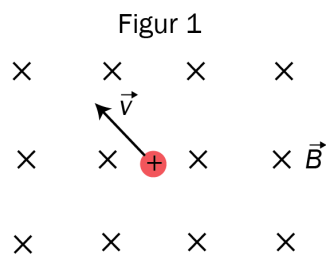
Programmet nedanfor reknar ut den totale magnetiske flukstettleiken (feltstyrken) B frå alle leiarane i punktet P.

1	$k = 2e-7$
2	$d = 0.01$
3	$I = 2$
4	$B = 0$
5	<code>for n in range(1, 51, 1):</code>
6	$B =$
7	<code>print(abs(B))</code>

Kva er rett kode for linje 6?

- A. $B = kI/(d*n)$
- B. $B = B + kI/(d*n)$
- C. $B = B + (-1)**n*kI/(d*n)$
- D. $B = B + kI**2/(d*n)$

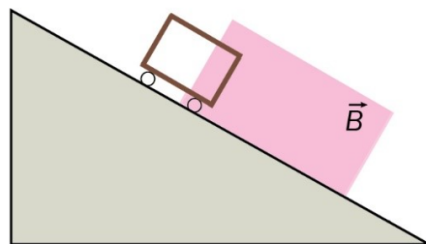
- l) Eit proton beveger seg i eit homogent magnetfelt med flukstettleik B og har på eit bestemt tidspunkt ei fartsretning som vist i figur 1. Eit anna proton beveger seg i eit homogent elektrisk felt med feltstyrke E og har på det same tidspunktet ei fartsretning som vist i figur 2.



Kva er rett retning på krafter som verkar på protona på det gitte tidspunktet?

	A.	B.	C.	D.
Figur 1				
Figur 2				

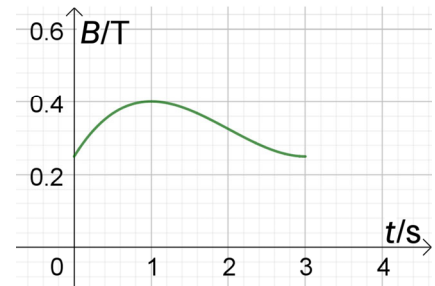
- m) Ei vogn trillar nedover eit skråplan. På vogna er det plassert ei vertikal leiarsløyfe. Når vogna er på veg inn i eit avgrensa homogent magnetfelt med flukstettleik B , er farten til vogna konstant, og den induserte straumen gjennom leiarsløyfa har retning mot klokka.



Kva er rett å seie om retninga på magnetfeltet med flukstettleik B og retninga på den magnetiske krafter som verkar på leiarsløyfa når ho er på veg inn i feltet?

	Retninga på magnetfeltet er	Retninga på den magnetiske krafter er
A.	ut av papiret	nedover skråplanet
B.	ut av papiret	oppover skråplanet
C.	inn i papiret	nedover skråplanet
D.	inn i papiret	oppover skråplanet

- n) Eit magnetfelt står vinkelrett på ei leiarsløyfe. Den magnetiske flukstettleiken gjennom leiarsløyfa varierer slik grafen viser.



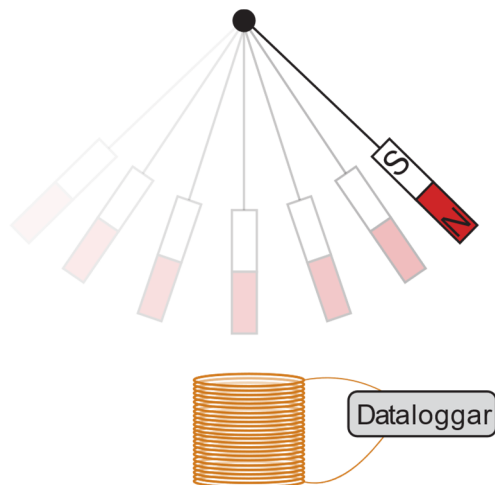
Det er gitt to påstandar:

1. Absoluttverdien til fluksen er minst når $t = 1$ s.
2. Absoluttverdien til den elektromotoriske spenninga er null når $t = 2$ s.

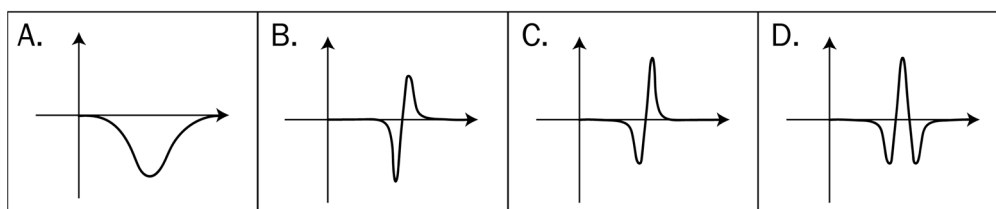
Kva er rett?

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

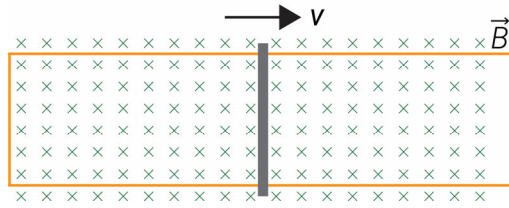
- o) Ein magnet svingar i ei pendelrørsle over ein spole. Vi måler spenninga over spolen når magneten svingar frå det eine ytterpunktet til det andre.



Kva for ein av grafane viser best den induserte spenninga som funksjon av tida?



- p) Ein U-forma elektrisk leiar ligg horisontalt i eit homogent magnetisk felt med retning inn i papiret. Metallstaven blir skubba i gang mot høgre og sleppt.



Kva påstand er rett etter at staven er sleppt?

- A. Det blir indusert ein straum med klokka, og farten til staven vil avta.
- B. Det blir indusert ein straum mot klokka, og farten til staven vil avta.
- C. Det blir indusert ein straum med klokka, og farten til staven vil auke.
- D. Det blir indusert ein straum mot klokka, og farten til staven vil auke.

- q) Eit romskip har farten $v = 0,60c$ i forhold til jorda. Ei hending om bord i romskipet tek $2,0 \mu\text{s}$ sett frå jorda. Ein fart på $v = 0,60c$ gir ein lorentzfaktor $\gamma = 1,25$.

Kor lang tid tek hendinga sett frå romskipet?

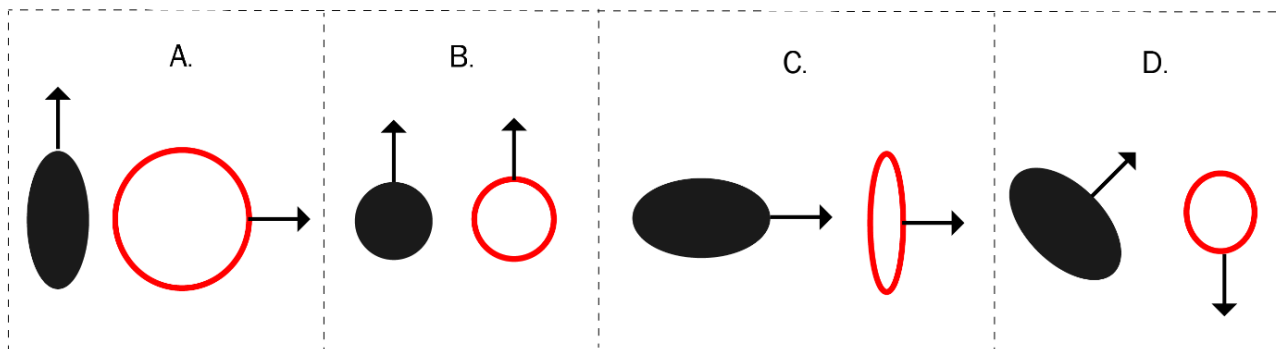
- A. $0,75 \mu\text{s}$
- B. $1,6 \mu\text{s}$
- C. $2,0 \mu\text{s}$
- D. $2,5 \mu\text{s}$

r) To figurar, ein sirkel og ein ellipse, er i ro i forhold til ein observatør.

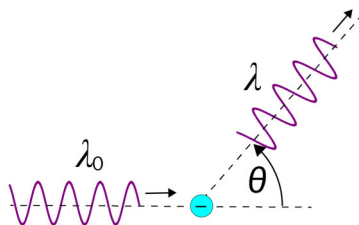


Deretter blir dei sende av stad med same banefart i ulike retningar.

Kva form får figurane sett frå observatøren når pilene viser fartsretningane?



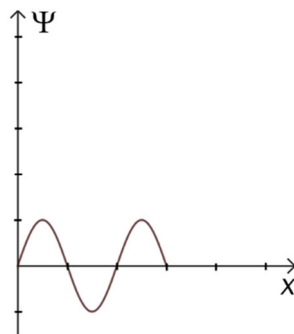
s) Figuren viser eit kjent fenomen frå kvantefysikken.



Kva for eit fenomen er dette, og kva bølgjelengd er størst?

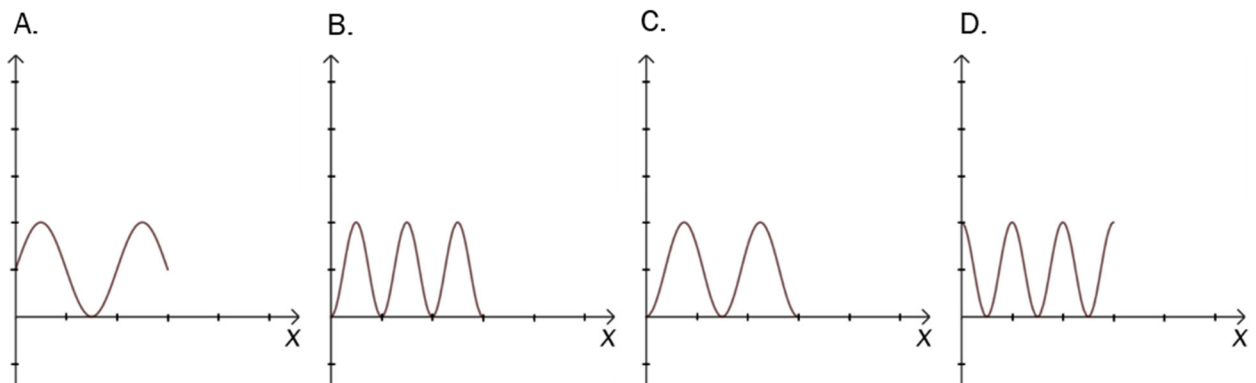
	Fenomen	Bølgjelengd
A.	fotoelektrisk effekt	λ_0
B.	comptoneffekt	
C.	fotoelektrisk effekt	λ
D.	comptoneffekt	λ

t) Figuren viser bølgefunksjonen til ein partikkel som funksjon av posisjonen.



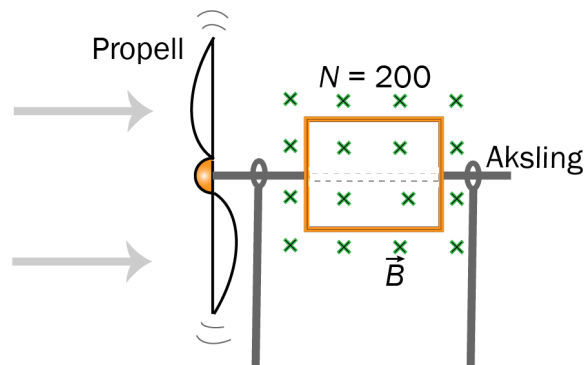
Verdiane på andreaksen i grafane under viser sannsynstettleiken til kvantepartikkelen sin posisjon.

Kva graf kan beskrive sannsynsfordelinga til kvantepartikkelen sin posisjon?



Oppgave 2

- a) Beskriv fenomenet fotoelektrisk effekt.
- b) Ei enkel vindmølle er laga av ein propell, ein aksling og ein spole. Når propellen blir dreia, gjer akslingen at spolen dreiar like mykje.



Spolen har eit tverrsnittareal på $0,0050 \text{ m}^2$ og har $N = 200$ vindingar. Spolen roterer med konstant vinkelfart i eit homogent magnetfelt med flukstettleik $B = 0,10 \text{ T}$.

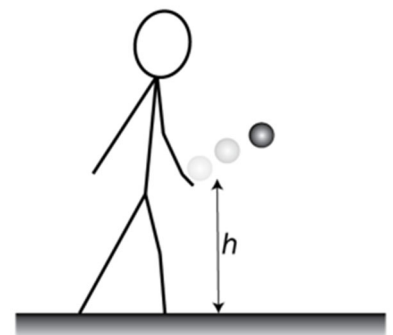
1. Kva er maksimalverdien for fluksen gjennom spolen?
2. Kva straumretning får vi i spolen når han blir dreia litt vidare frå posisjonen som er vist i figuren over? Er det då viktig å vite kva veg spolen blir dreia?

Propellen gjer 5 omdreiingar på eitt sekund.

3. Kva er maksimalverdien for den elektromotoriske spenninga i spolen?

- c) Ein elev kastar ein ball frå ei høgd h over eit horisontalt underlag. Startfarten i horisontal retning er $8,0 \text{ m/s}$, og startfarten i vertikal retning er $4,0 \text{ m/s}$ oppover. Ballen landar etter $1,0 \text{ s}$. Bruk $g = 10 \text{ m/s}^2$ for tyngdeakselerasjonen. Sjå bort frå luftmotstand.

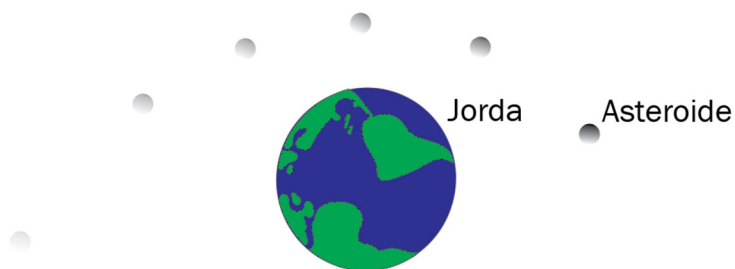
1. Bestem høgda h .
2. Bestem lengda på kastet.



Del 2

Oppgave 3

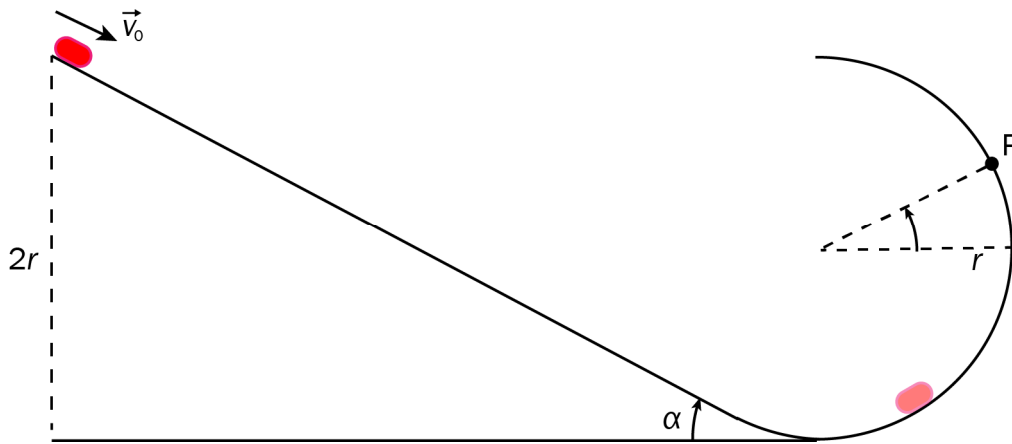
Ein asteroide har tilnærma ingen fart og er svært langt frå jorda. På grunn av gravitasjonskreftene vil han falle mot oss. På det næraste er han 5000 km over jordoverflata. Etter passeringa vil han forsvinne ut i verdsrommet og aldri komme tilbake. Sjå vekk ifrå alle andre massar enn jorda og asteroiden.



Kva blir den største farten til asteroiden?

Oppgåve 4

Ein kloss med masse 0,10 kg blir send nedover eit skråplan med skr planvinkel $\alpha = 28^\circ$. Startfarten til klossen er v_0 . Etter skråplanet beveger han seg vidare over i ei halvsirkelforma vertikal bane med radius $r = 0,12$ m. Toppen av skråplanet har ei høgd på $2r$. Friksjonstalet mellom skråplanet og klossen er 0,27. Sj  vekk ifrå friksjonen mellom klossen og den halvsirkelforma bana. Sj  vekk ifrå luftmotstand i heile oppgåva.



- a) Vis at farten i botnen av skråplanet er 1,5 m/s dersom startfarten $v_0 = 0,20$ m/s.
- b) Finn normalkrafta som verkar på klossen fr  bana i det lågaste punktet i halvsirkelen.

Klossen blir på nytt send nedover fr  toppen av skråplanet. Like før klossen forl t halvsirkelen i det øvste punktet, mistar han kontakten med bana.

- c) Kva startfart må klossen ha på toppen av skråplanet for at dette skal skje?

Klossen blir end  ein gong send nedover fr  toppen av skråplanet. Farten til klossen er no 1,8 m/s i det lågaste punktet i halvsirkelen. I eit punkt P som vist på figuren vil klossen miste kontakt med banen.

- d) Bestem kor h gt over det lågaste punktet i halvsirkelen punktet P er.

Oppgave 5

Figuren viser to parallelle metallplater. Mellom platene er det eit homogent elektrisk felt der den elektriske feltstyrken E er bestemd av ei spenning $U = 500$ V. I områda V og H på begge sider av det elektriske feltet er det to identiske homogene magnetfelt. Magnetfeltet står vinkelrett på papirplanet. Proton frå ei protonkjelde K blir akselererte i det elektriske feltet.

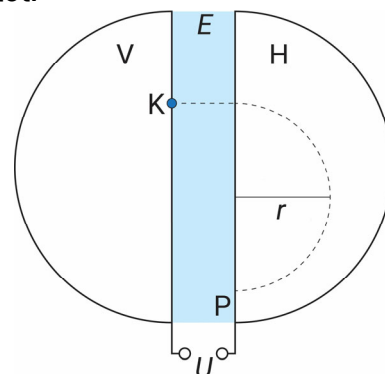
Eit proton som er i ro i K, blir akselerert av det elektriske feltet.

- a) Bestem farten til protonet etter det har passert det elektriske feltet.

Protonet kjem så inn i magnetfeltet i område H og følgjer ei halvsirkelbane fram til punktet P.

- b) Kva retning har det elektriske feltet og det magnetiske feltet?

Retninga til det elektriske feltet veksar slik at protonet heile tida får ein fartsauke i det elektriske feltet. Absoluttverdien av spenninga U blir halden konstant.



- c) Kva gjer programmet nedanfor i linje 10 og 11?

```
1  from pylab import *
2
3  q = 1.60e-19
4  m = 1.6726e-27
5  B = 0.045
6  U = 500
7  v = 0 # Startfart
8
9  N = 10
10 for i in range(N):
11     v = sqrt(v**2 + 2*q*U/m)
12
13 print(v)
```

- d) Lag eit program som reknar ut baneradiusen til protonet den tredje gongen protonet bevegar seg i området V. Du kan ta utgangspunkt i koden over. Den magnetiske flukstettleiken $B = 0,045$ T i begge områda.

Oppgave 6

Frå overflata av nøytronstjerna J0740+6620 blir det sendt ut foton med frekvens f_e . Radiusen til stjerna $R = 1,239 \cdot 10^4$ m. Ved overflata av stjerna er gravitasjonsfeltstyrken $1,80 \cdot 10^{12}$ m/s².

- a) Vis at massen til nøytronstjerna er $M = 4,14 \cdot 10^{30}$ kg.

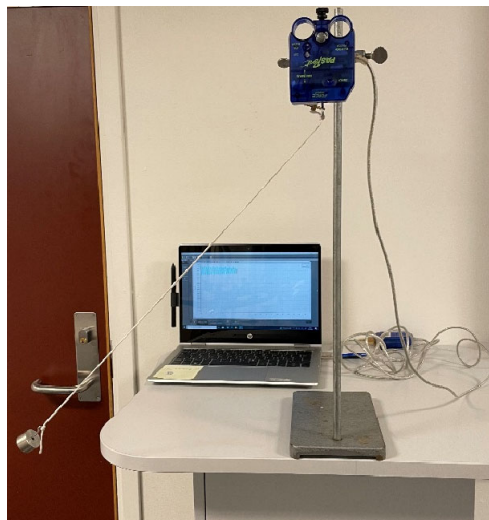
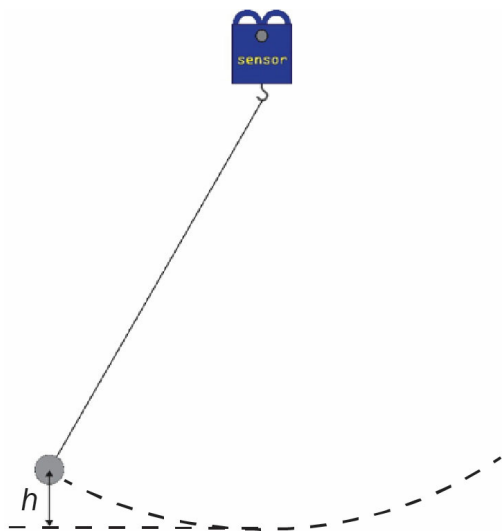
Formelen nedanfor viser samanhengen mellom frekvensen f_e til strålinga som blir send ut frå overflata av stjerna, og frekvensen f_r som kan observerast på stor avstand frå stjerna.

$$f_r = f_e \sqrt{1 - \frac{2\gamma M}{Rc^2}}$$

- b) Vis at forholdet mellom frekvensen til fotona som blir observerte utanfor gravitasjonsfeltet til stjerna, og frekvensen til fotona som blir sende ut frå overflata, er 0,71.
- c) Ei hending på overflata varer i eitt år. Kor lenge vil ein observatør utanfor gravitasjonsfeltet til stjerna oppleve at den same hendinga varer?
- d) Vurder om svara på b og c er i tråd med generell relativitetsteori.

Oppgåve 7

Ei kule med masse $m = 1,00$ kg er festa i ei snor med lengd $L = 2,00$ m. Snora er festa i ein kraftm lar som igjen er festa i eit stativ. Kula blir dregen ut til sida og sleppt. Kraftm laren måler snordraget n r kula er på det lågaste punktet. Dette blir teke opp att for fleire ulike h gder h over det lågaste punktet i pendelrørsla.



- a) Vis at formelen for snorkrafta i det lågaste punktet er $S(h) = mg \left(1 + \frac{2h}{L} \right)$ viss vi ser bort frå luftmotstand.

Nedanfor ser du resultatata av forsøket.

h / m	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
S / N	10,8	11,8	12,8	13,7	14,6	15,4	16,2	17,1	18,0	18,7

- b) Utforsk og vurder om formelen i a gjeld for alle verdiar av h i tabellen.

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

Utskrift	<code>print()</code>
Regneoperatorer	<code>+ - * ** / //</code>
Definere variabel	<code>a = <verdi></code>
Tilordne variabel ny verdi	<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>asin()</code> <code>cos()</code> <code>acos()</code> <code>tan()</code> <code>atan()</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.