

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 gjør det mulig å kommunisere, som mobiltelefon, programvare for samskriving, chat eller lignende. Du har ikke lov til å bruke kunstig intelligens som hjelpemiddel under eksamen. Programmeringsprogrammer o.l. må være installert lokalt på din enhet før eksamen. GeoGebra klassisk (versjon 6.0) vil være tilgjengelig som nettbasert hjelpemiddel.
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 eksamenssettet.

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. Blankt svar blir regnet som 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 eksamenssettet. 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 5 oppgaver.
Informasjon om vurderingen	Vurderingskriteriene er gruppert i fire kompetanseområder: • problemløsning • databehandling • programmering • presentasjon De to delene av besvarelsen, del 1 og del 2, vil bli vurdert som en helhet ved bruk av vurderingskriteriene og sensorenes faglige skjønn. Sensorene skal først og fremst se etter fysikkforståelsen i besvarelsen. Det er derfor viktig at svarene på oppgave 2 og del 2 er begrunnet, og at resonnementene kommer tydelig fram. Du vil ikke nødvendigvis tjene på å skrive svært langt. Et kortere og klart svar er ofte bedre enn et langt og utflytende svar. 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 prosent av hele settet.
Kilder	Grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet

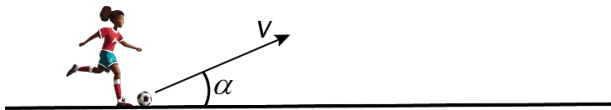
Del 1

Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarark i vedlegg 4.

(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

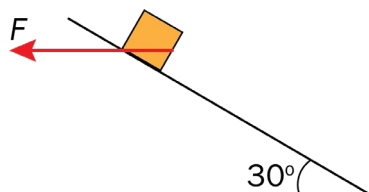
- a) En ball sparkes på skrått med startfart v . Startfarten danner en vinkel α med horisontalplanet. Se bort fra luftmotstand.



Hvor stor er farten til ballen når den er i det høyeste punktet i banen?

- A 0
- B v
- C $v \sin \alpha$
- D $v \cos \alpha$

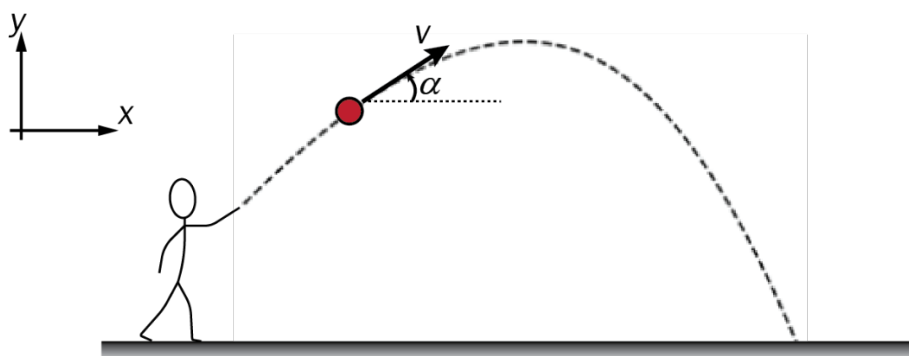
- b) En kloss glir friksjonsfritt ned et skråplan med helningsvinkel 30° . I tillegg til tyngdekraften G og normalkraften N virker det en horisontal kraft F på klossen som vist på figuren.



Hvor stor er normalkraften?

- A $N = G \cos 30^\circ + F \sin 30^\circ$
- B $N = G \cos 30^\circ - F \sin 30^\circ$
- C $N = G \cos 30^\circ + F \cos 30^\circ$
- D $N = G \cos 30^\circ - F \cos 30^\circ$

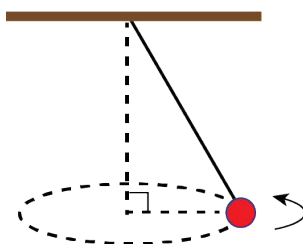
- c) En ball med masse m kastes på skrått. Vinkelen α mellom horisontalen og farten v er vist i figuren. Luftmotstanden som virker på ballen, $L = kv^2$, der k er en konstant.



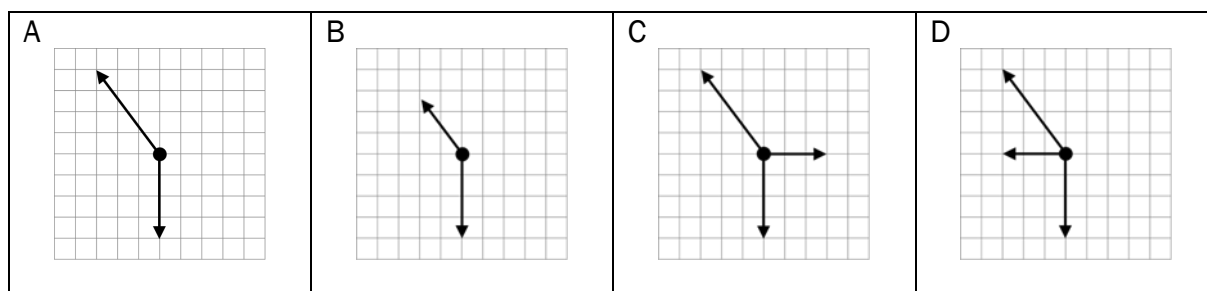
Hva er riktig uttrykk for akselerasjonen i y -retning når ballen er i posisjonen vist i figuren?

- A $-g + \frac{k(v \sin \alpha)^2}{m}$
- B $-g - \frac{k(v \sin \alpha)^2}{m}$
- C $-g + \frac{kv^2 \sin \alpha}{m}$
- D $-g - \frac{kv^2 \sin \alpha}{m}$

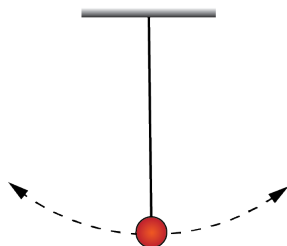
- d) Kula i en kjeglependel beveger seg med konstant banefart i en horisontal sirkelbane. Se bort fra luftmotstand.



Hvilken figur viser kreftene som virker på kula når den er i posisjonen som vist i figuren?



- e) Ei pendelkule svinger fram og tilbake. Lars lurar på hvilke krefter som virker på kula i det nederste punktet i bevegelsen.



Han bruker en samtalerobot («chatbot») for å prøve å finne et svar. Se utklippet nedenfor.

LARS

Hvilke krefter virker på en pendelkule i det nederste punktet i pendelbevegelsen?

SAMTALEROBOT

I det nederste punktet av pendelbevegelsen virker to hovedkrefter på pendelkula: tyngdekraften og snorkraften. Tyngdekraften virker rett nedover, mens snorkraften virker oppover og er nødvendig for å balansere tyngdekraften og holde pendelkula i likevekt. I det nederste punktet er tyngdekraften større enn snorkraften, slik at pendelkula kan forbli i bevegelse i den sirkulære banen.

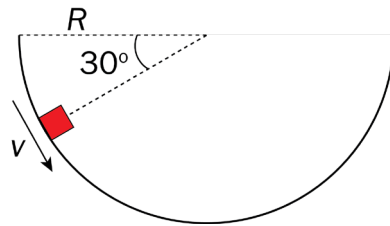
Det er gitt to påstander:

- 1 I tillegg til kreftene samtaleroboten omtaler, virker det en sentripetalkraft.
- 2 Samtaleroboten har riktig om størrelsesforholdet mellom kreftene.

Hva er riktig?

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

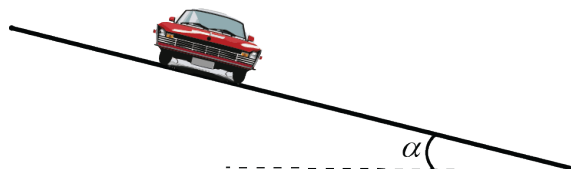
- f) En kloss med masse m glir i en vertikal halvsirkel med radius R . Når klossen er i posisjonen vist i figuren, er farten til klossen v , og vinkelen mellom horisontalen og linjestykket fra sentrum av halvsirkelen til klossen sin posisjon er 30° . Se bort fra all friksjon og luftmotstand.



Hvor stor er normalkraften N på klossen når den er i posisjonen vist i figuren?

- A $N = \frac{mg}{2}$
- B $N = \frac{mg\sqrt{3}}{2}$
- C $N = m\left(\frac{v^2}{R} + \frac{g}{2}\right)$
- D $N = m\left(\frac{v^2}{R} + \frac{g\sqrt{3}}{2}\right)$

- g) En bil kjører med en konstant banefart v i en dossert sving med radius r og dosseringsvinkel α . Banefarten er slik at det ikke virker sideveis friksjon.



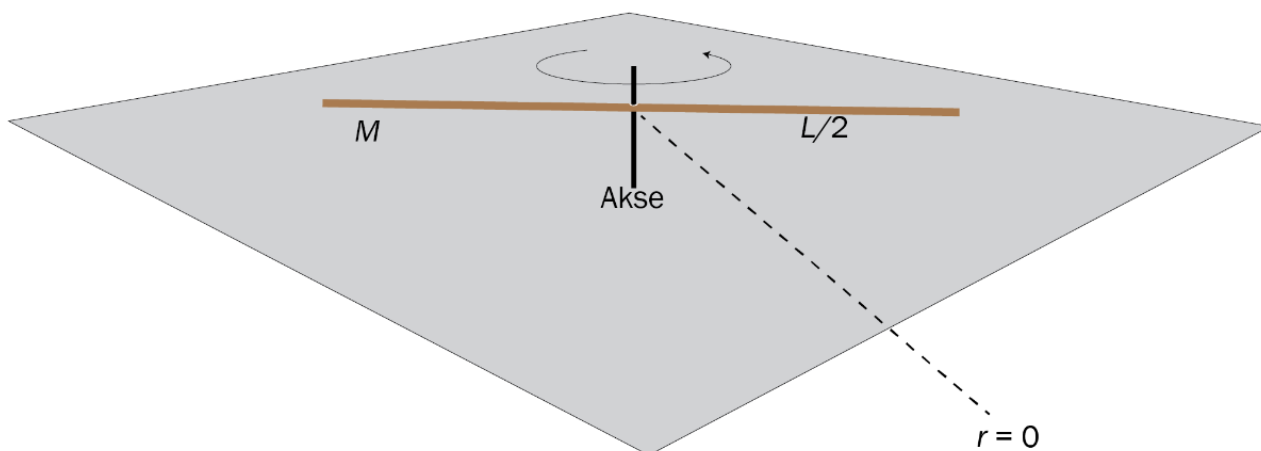
Det er gitt to påstander om absoluttverdien til normalkraften N og absoluttverdien til tyngdekraften G som virker på bilen:

- 1 Størrelsen på normalkraften N er mindre enn tyngdekraften G .
- 2 Banefarten v er avhengig av dosseringsvinkelen α .

Hva er riktig?

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

- h) Ei stang med masse $M = 0,10$ kg, og lengde $L = 1,0$ m, roterer i et horisontalt plan om en vertikal akse som går gjennom midten av stanga. Vinkelfarten er konstant, og rundetiden er $0,15$ s.



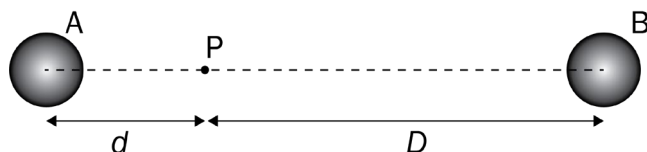
Vi tenker oss at stanga er bygget opp av $N = 1000$, like store enkeltdeler med masse dM . Programmet skal beregne den kinetiske energien til hele stanga.

1	$N = 1000$
2	$T = 0.15$
3	$M = 0.10$
4	$dM = M/N$
5	$r = 0$
6	$L = 1$
7	$dr = L/N$
8	$E = 0$
9	
10	while $r < L/2$:
11	$r = r + dr$
12	$v =$
13	$E =$
14	print ($2 * E$)

Hva skal stå på linje 12 og 13?

	Linje 12	Linje 13
A	$v = 2 * 3.14 * r / T$	$E = 0.5 * dM * v ** 2$
B	$v = 2 * 3.14 * r / T$	$E = E + 0.5 * dM * v ** 2$
C	$v = 2 * 3.14 * r * T$	$E = 0.5 * dM * v ** 2$
D	$v = 2 * 3.14 * r * T$	$E = E + 0.5 * dM * v ** 2$

- i) Et punkt P ligger på linjen mellom to planeter, planet A og planet B. Avstanden fra punktet P til sentrum av planet A er d , og avstanden fra punktet P til sentrum av planet B er $D > d$. Massen til planetene er lik. Gravitasjonsfeltstyrken fra planet A i punktet P er g .



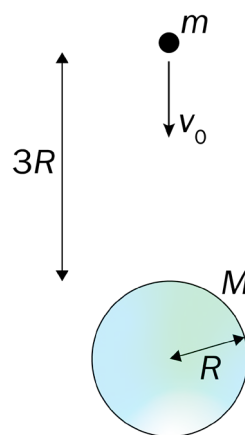
Den samlede gravitasjonsfeltstyrken i punktet P er

- A større enn $2g$
- B mellom g og $2g$
- C mellom 0 og g
- D 0

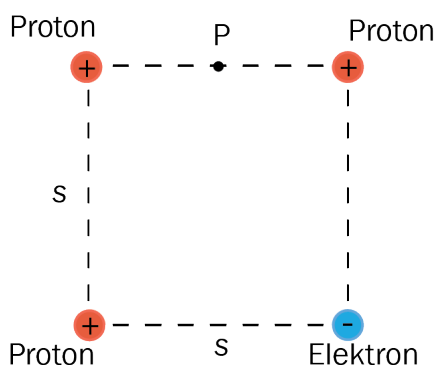
- j) En asteroide med masse m faller mot jorda. Asteroiden har farten v_0 når avstanden fra jordoverflata er $3R$, og farten v like før den treffer jordoverflata. Jorda har radius R og masse M . $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Se bort fra luftmotstand.

Hvilket uttrykk er riktig for å regne ut farten v ?

- A $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mg \cdot 3R$
- B $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \gamma \frac{mM}{3R}$
- C $\frac{1}{2}mv^2 - \gamma \frac{mM}{4R} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \gamma \frac{mM}{R}$
- D $\frac{1}{2}mv^2 - \gamma \frac{mM}{R} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \gamma \frac{mM}{4R}$



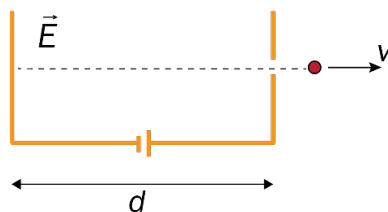
- k) Et kvadrat har et proton i hvert av tre hjørner og et elektron i det fjerde hjørnet som vist i figuren. Punktet P ligger midt mellom de to øverste protonene.



Hva er riktig retning for den elektriske feltstyrken i punktet P?

A	B	C	D

- l) Et elektron akselereres fra ro over en avstand d i et homogent elektrisk felt med feltstyrke E .



Hva er riktig uttrykk for farten v elektronet har etter at det er akselerert?

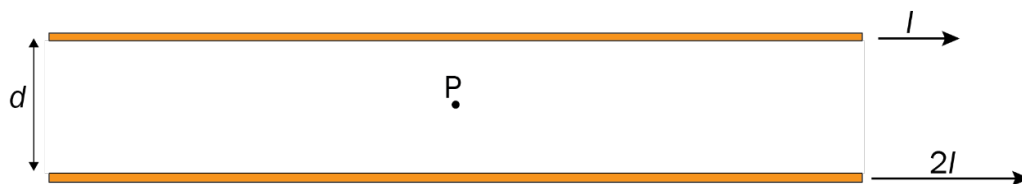
A $\sqrt{\frac{2eEd}{m_e}}$

B $\sqrt{\frac{2eE}{m_e}}$

C $\frac{2eEd}{m_e}$

D $\frac{2eE}{m_e}$

- m) To lange, parallelle, rette ledere med avstanden d fører strøm mot høyre i papirplanet. Den øverste lederen fører en strøm I , og den nederste lederen fører en strøm $2I$.

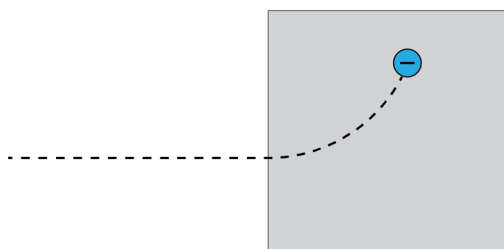


Et punkt P ligger i papirplanet midt mellom lederne.

Hva er riktig om den magnetiske flukstettheten (feltstyrken) og retningen til det magnetiske feltet i punktet P?

	Absoluttverdien til den magnetiske flukstettheten	Retning
A	$\frac{k_m 2I}{d}$	ut av papirplanet
B	$\frac{k_m 2I}{d}$	oppover
C	$\frac{k_m 6I}{d}$	ut av papirplanet
D	$\frac{k_m 6I}{d}$	oppover

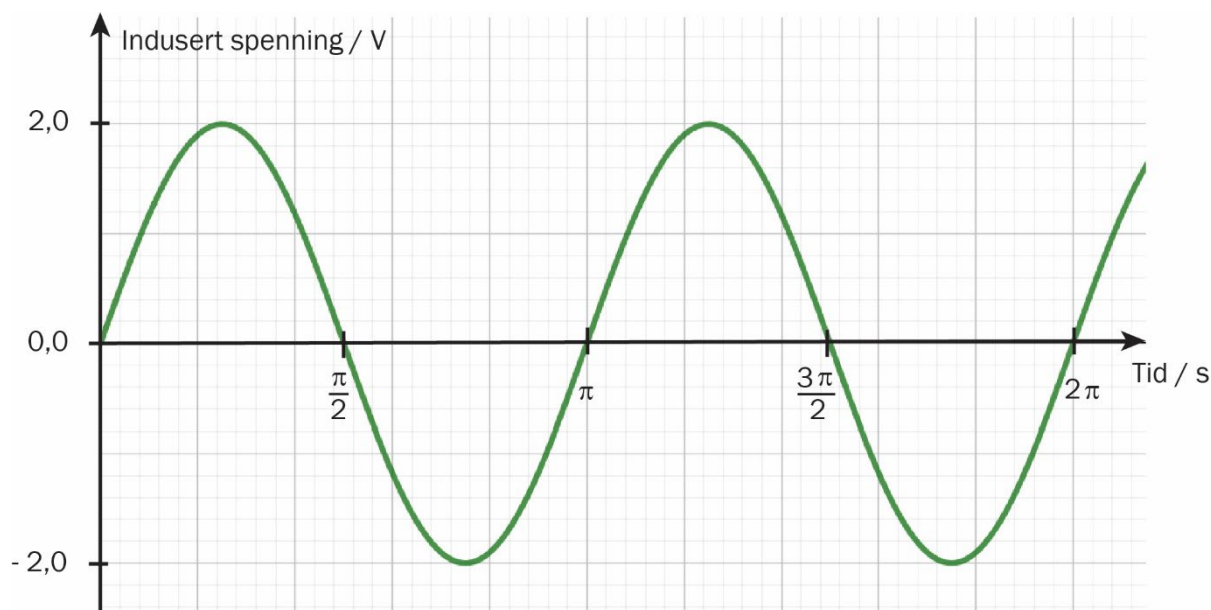
- n) Et elektron beveger seg mot høyre inn i et område der det er et homogent magnetfelt. Elektronet blir avbøyd i papirplanet slik figuren nedenfor viser.



Hva er riktig retning for det magnetiske feltet?

- A oppover
- B nedover
- C inn i papirplanet
- D ut av papirplanet

- o) En spole med tverrsnittareal $0,010 \text{ m}^2$ og 100 vindinger roterer i et homogent magnetfelt. Grafen viser den induerte spenningen som oppstår i spolen som en funksjon av tid.



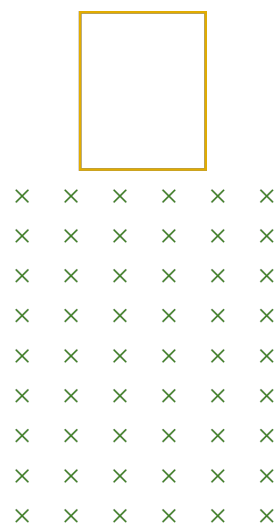
Hvor stor er den magnetiske flukstettheten gjennom spolen?

- A 1,0 T
- B 2,0 T
- C 3,0 T
- D 4,0 T

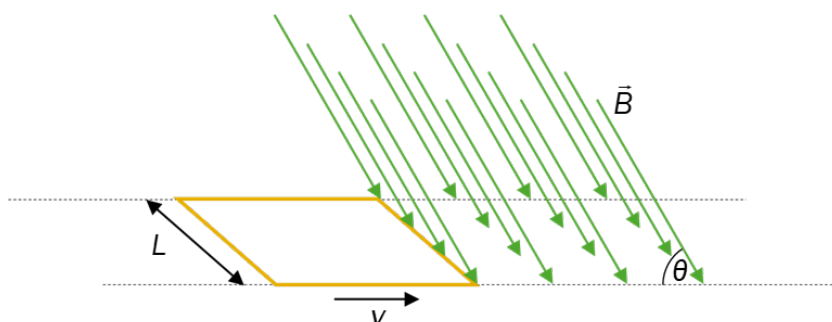
- p) Ei rektangulær sløyfe slippes fra ro over et homogent magnetfelt. Magnetfeltet har retning inn i papiret og står normalt på sløyfeplanet. Se bort fra luftmotstand.

Hva er riktig om akselerasjonen til ledersløyfa og retningen på den induerte strømmen som oppstår i ledersløyfa, når sløyfa er på vei inn i magnetfeltet?

	Absoluttverdien til akselerasjonen er	Retningen på den induerte strømmen er
A	større enn g	med klokka
B	mindre enn g	med klokka
C	større enn g	mot klokka
D	mindre enn g	mot klokka



- q) Ei kvadratisk strømsløyfe føres med en konstant fart v inn i et homogent magnetfelt med magnetisk flukstetthet B . Sidelengden i strømsløyfa er L . Retningen til det magnetiske feltet danner vinkelen θ med sløyfeplanet.



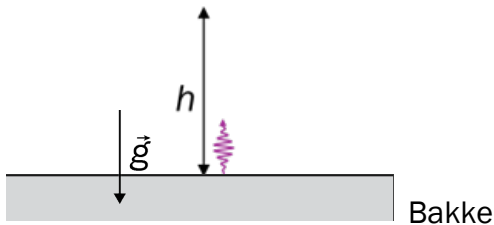
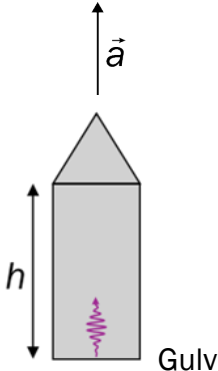
Hvor stor er den induserte spenningen ε , når sløfa er på vei inn i magnetfeltet?

- A $\varepsilon = vBL$
- B $\varepsilon = vBL \cos \theta$
- C $\varepsilon = vBL \sin \theta$
- D 0

- r) Hva er riktig om tiden og lysfarten i et gravitasjonsfelt i forhold til tiden og lysfarten utenfor gravitasjonsfeltet?

	Tiden går	Lysfarten er
A	saktere i gravitasjonsfeltet	lavere i gravitasjonsfeltet
B	saktere i gravitasjonsfeltet	den samme i gravitasjonsfeltet
C	fortere i gravitasjonsfeltet	lavere i gravitasjonsfeltet
D	fortere i gravitasjonsfeltet	den samme i gravitasjonsfeltet

s) Vi har to situasjoner.

Situasjon 1: Lys med bølgelengde λ_0 blir sendt fra bakken og oppover i et gravitasjonsfelt. Ved høyden h over bakken blir bølgelengden til lyset målt til λ_1. Gravitasjonsfeltet er sterkere ved bakken enn ved høyden h. Ved bakken er gravitasjonsfeltstyrken g. 	Situasjon 2: Et romskip langt unna jorda og andre himmellegemer har en akselerasjon med absoluttverdi $a = g$. Lys med bølgelengde λ_0 blir sendt fra gulvet i romskipet og i samme retning som romskipet akselererer. Ved høyden h fra gulvet blir bølgelengden til lyset målt til λ_2. 
---	---

Hva er riktig?

	Situasjon 1	Situasjon 2
A	$\lambda_1 > \lambda_0$	$\lambda_2 > \lambda_0$
B	$\lambda_1 > \lambda_0$	$\lambda_2 < \lambda_0$
C	$\lambda_1 < \lambda_0$	$\lambda_2 > \lambda_0$
D	$\lambda_1 < \lambda_0$	$\lambda_2 < \lambda_0$

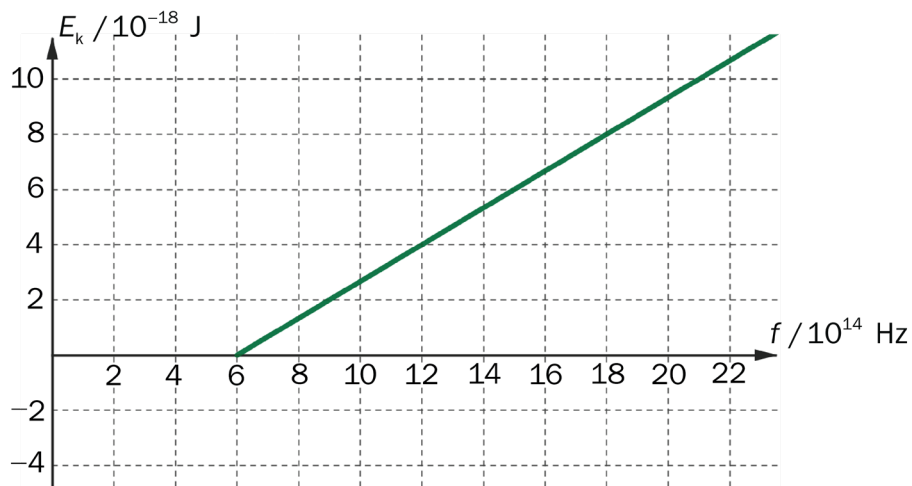
t) Comptoneffekten er når

- A to fotoner kolliderer, og begge fotonene endrer retning og frekvens
- B to elektroner kolliderer, og det oppstår et foton
- C et elektron kolliderer med et metall, og det sendes ut stråling
- D et foton kolliderer med et elektron, og noe av energien til fotonet overføres til elektronet

Oppgave 2

a) (3 poeng)

Lys med ulike frekvenser f sendes mot et metall A. Grafen under viser den maksimale kinetiske energien E_k til de frigjorte elektronene som funksjon av frekvensen f til lyset, for dette metallet.

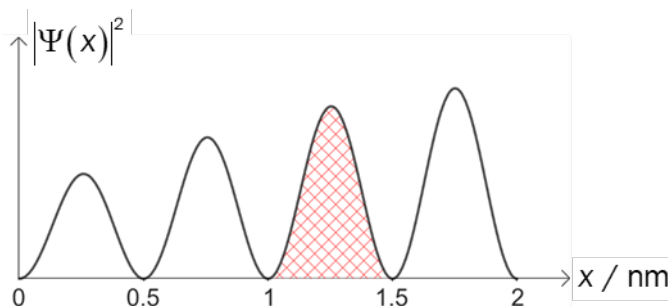


Lys sendes mot et annet metall B. Metall B har dobbelt så stort løsrivningsarbeid som metall A.

- 1 Tegn en skisse av grafen som viser den maksimale kinetiske energien E_k til de frigjorte elektronene som funksjon av frekvensen f til lyset, for metall B.
- 2 Gjør rede for likheter og ulikheter mellom grafen for metall A og grafen for metall B.

b) (1 poeng)

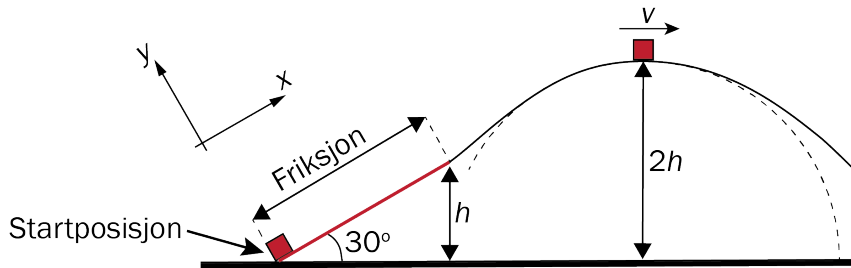
Figuren nedenfor viser den kvadrerte av absoluttverdien av bølgefunksjonen for en kvantepartikkel.



Hvilken informasjon kan arealet av det markerte området mellom $x = 1$ nm, og $x = 1,5$ nm, gi oss om kvantepartikkelen?

c) (6 poeng)

En kloss sendes med en startfart v_0 opp et skråplan fra en startposisjon. Skråplanet har helningsvinkel 30° og toppen av skråplanet er h over startposisjonen. Etter skråplanet glir klossen videre over en bakketopp. Bakketoppen har høyden $2h$ over startposisjonen og er en del av en vertikal sirkel med radius $2h$.



Det virker friksjon mellom klossen og underlaget på skråplanet. Friksjonstallet mellom klossen og skråplanet $\mu = \frac{1}{2\sqrt{3}}$. Se bort fra luftmotstand i hele oppgaven.

- 1 Tegn en figur som viser kreftene på klossen når den glir opp skråplanet.
- 2 Vis at akselerasjonen til klossen når den glir opp skråplanet, $a = -\frac{3}{4}g$.

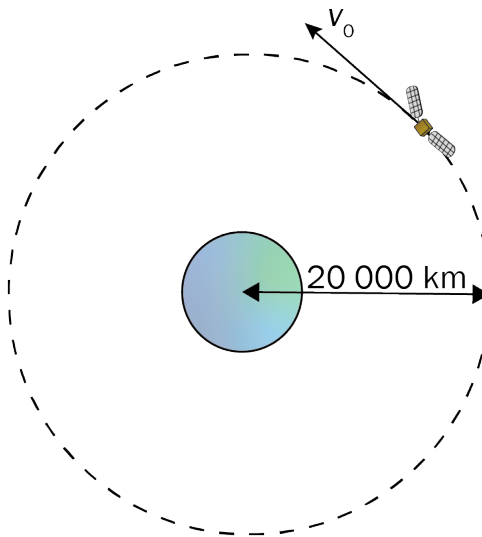
Etter skråplanet virker det ikke friksjon. Klossen greier akkurat å passere toppunktet uten å miste kontakt med underlaget.

- 3 Vis at farten til klossen i toppunktet $v = \sqrt{2hg}$.
- 4 Bestem et uttrykk for startfarten v_0 til klossen i startposisjonen.

Del 2

Oppgave 3 (8 poeng)

Et romfartøy med masse 950 kg går i en sirkelbane med radius 20 000 km rundt jorda.

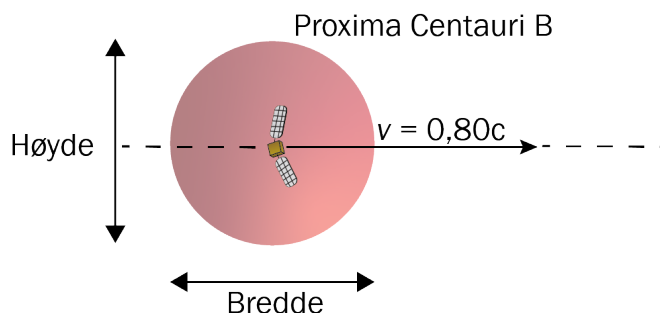


- a) Vis at banefarten til romfartøyet $v_0 = 4,46$ km/s.
- b) Hvor mye energi må tilføres romfartøyet for at det skal unnslippe gravitasjonsfeltet til jorda?
Se bort fra alle andre gravitasjonsfelt enn gravitasjonsfeltet til jorda.

Vi tenker oss videre at romfartøyet reiser med en konstant fart $0,80c$ fra vårt solsystem til planeten Proxima Centauri B. I vårt referansesystem er planeten $4,0 \cdot 10^{16}$ m unna vårt solsystem.

- c) Hvor lang tid vil ei klokke om bord i romfartøyet vise at reisen tar?

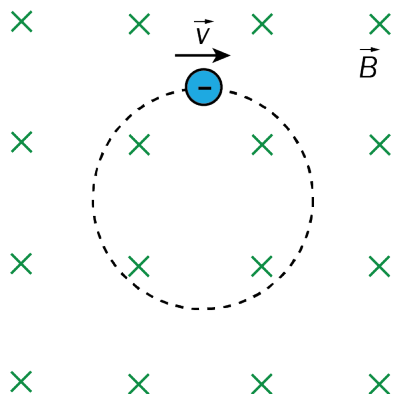
I sitt eget referansesystem er Proxima Centauri B kuleformet med en radius $9,8 \cdot 10^7$ m. Romfartøyet passerer planeten med en rettlinjert fart. Farten er $0,80c$ i forhold til planeten.



- d) Hvor høy og hvor bred er planeten målt i romfartøyet sitt referansesystem?

Oppgave 4 (5 poeng)

Et elektron beveger seg med en fart $v = 8,0 \cdot 10^6$ m/s, vinkelrett på et homogent magnetfelt med flukstetthet $B = 3,20$ mT. Se bort fra alle andre krefter enn den magnetiske kraften på elektronet.



- a) Forklar hvorfor elektronet beveger seg i en sirkelbane.
- b) Bestem baneradien og rundetiden til elektronet.

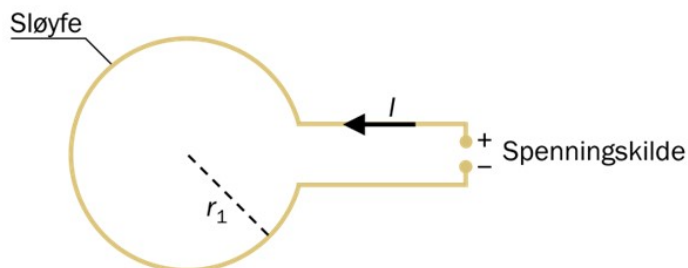
Hver gang elektronet har gått en hel runde, økes flukstettheten momentant med 0,20 mT.

- c) Hvor lang tid tar det fra første gang flukstettheten økes, og til elektronet har fullført 15 runder? Du kan ta utgangspunkt i koden nedenfor.

1	<code>e = 1.602E-19</code>
2	<code>m = 9.109E-31</code>
3	<code>v = 8.0E6</code>
4	<code>t = 0</code>
5	<code>B = 3.20E-3</code>
6	<code>dB = 0.20E-3</code>
7	
8	<code>for n in range(15):</code>
9	<code> B = B + dB</code>
:	<code> :</code>

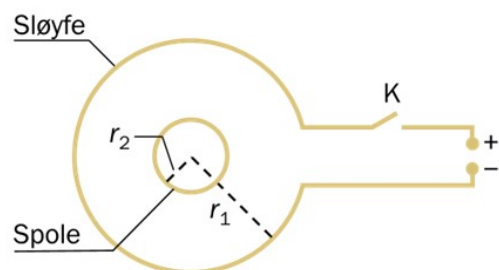
Oppgave 5 (8 poeng)

Ei sirkulær sløyfe med radius r_1 ligger på et bord. Sløyfa er koblet til en spenningskilde. Det går en konstant strøm I i sløyfa. Strømretningen er som vist i figuren.



- a) Bestem retningen til magnetfeltet gjennom sløyfa. Husk å begrunne svaret.

En spole plasseres i sentrum av sløyfa. En bryter K er koblet til kretsen. Til å begynne med er bryteren åpen.



- b) 1 Forklar hvorfor det induseres en strøm i spolen idet bryteren lukkes.
2 Hvilken retning har den induserte strømmen i spolen?

Magnetfeltstyrken gjennom spolen kan beregnes ved formelen

$$B = \frac{\pi \cdot k_m \cdot I}{r_1},$$

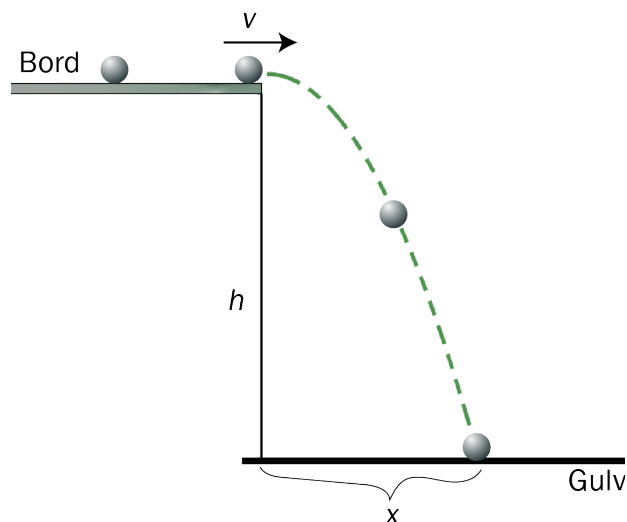
der I er strømmen i sløyfa, $k_m = 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$ og $r_1 = 30 \text{ cm}$.

Strømmen I endres fra 10 A til 20 A i løpet av 0,020 sekunder.
Spolen har radius $r_2 = 5,0 \text{ cm}$, $N = 600$ vindinger, og resistans $R = 4,0 \Omega$.

- c) 1 Bestem absoluttverdien til den magnetiske fluksendringen gjennom spolen.
2 Bestem absoluttverdien til den gjennomsnittlige induserte strømmen i spolen.

Oppgave 6 (5 poeng)

Noen elever vil undersøke om luftmotstanden har noe å si for lengden av et horisontalt kast. De gjør et forsøk der de sender ei stålkule med horisontal fart utfor kanten av et bord. En fartsmåler på kanten av bordet registrerer startfarten v .



Høyden på bordet $h = 0,905$ m. Kastelengden x måles med en meterstokk.

Elevene gjentar forsøket flere ganger med ulike startfarter. De gjør én måling av kastelengde x for hver startfart v . Måleresultatene vises i kolonne A og B i tabellen nedenfor. Teoretisk kastelengde i kolonne E er beregnet som et horisontalt kast uten luftmotstand.

Usikkerheten i målt kastelengde x er $0,01$ m. Se bort fra usikkerhet i v og h .

	Kolonne A	Kolonne B	Kolonne C	Kolonne D	Kolonne E
	Målt startfart v (m/s)	Målt kastelengde x (m)	Minste måleverdi kastelengde (m)	Største måleverdi kastelengde (m)	Teoretisk kastelengde (m)
Rad 1	0,29	0,12	0,11	0,13	0,12
Rad 2	0,43	0,20			
Rad 3	0,62	0,29			
Rad 4	0,80	0,34			
Rad 5	0,91	0,40			
Rad 6	0,98	0,42			
Rad 7	1,08	0,47			

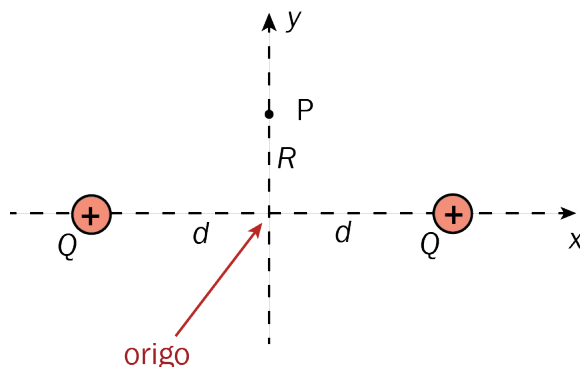
- Vis hvordan elevene har kommet fram til verdiene i rad 1 i tabellen.
- Skriv av tabellen, og fyll ut resten av tabellen.

Elevene har en hypotese om at luftmotstanden ikke er viktig i dette forsøket.

- Bruk resultatene i tabellen til å vurdere hypotesen til elevene.

Oppgave 7 (5 poeng)

To små positivt ladede kuler er i en avstand $2d$ fra hverandre, der $d = 4,0$ cm. Kulene er på x-aksen, og origo er midt mellom dem. Kulene holdes hele tiden i ro. Et punkt P på y-aksen har en avstand $R = 2,0$ cm fra origo. Ladningen til hver av kulene $Q = 7,0 \cdot 10^{-9}$ C.



- a) Hvor stor er den elektriske feltstyrken i origo?
- b) Tegn en figur som viser retningen til den elektriske feltstyrken i punktet P.

En liten negativ ladet gjenstand med ladning $q = -5,0 \cdot 10^{-9}$ C, og masse $m = 1,0$ g, slippes fra ro i punktet P. Se bort fra alle andre krefter enn den elektriske kraften som virker på gjenstanden. Det kan vises at absoluttverdien til den elektriske feltstyrken i punktet P er

$$E = \frac{2k_e R Q}{(d^2 + R^2)^{3/2}}.$$

- c) Vis at absoluttverdien til akselerasjonen til gjenstanden er

$$a = \frac{2k_e R Q \cdot |q|}{m(d^2 + R^2)^{3/2}},$$

når den er en avstand R fra origo.

- d) Hvor lang tid vil det ta fra gjenstanden slippes, og til den kommer tilbake til punktet P?
Du kan ta utgangspunkt i koden ved siden av.

1	ke = 8.99E9
2	Q = 7.0E-9
3	q = -5.0E-9
4	d = 4.0E-2
5	R = 2.0E-2
6	m = 1.0E-3
7	v = 0
8	t = 0
9	dt = 0.01
10	while :
:	print(t)

Faktavedlegg

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

Fysikkonstantar	Atommasseeininga (u)	$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
	Biot-Savart-konstanten (k_m)	$2 \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ (eksakt)
	Coulombkonstanten (k_e)	$8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
	Elementærladninga (e)	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
	Gravitasjonskonstanten (γ)	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
	Lysfarten i vakuum (c)	$3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
	Planckkonstanten (h)	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
	Bohrs konstant (B)	$2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$
Partikkelmassar	Elektron (m_e)	$9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
	Muon (m_μ)	$1,884 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$
	Ladd pi-meson (m_π)	$2,488 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$
	Nøytralt pi-meson (m_{π^0})	$2,406 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$
	Proton (m_p)	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
	Nøytron (m_n)	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
	Alfapartikkel/heliumkjerne (m_α)	$6,645 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Jorda	Ekvatorradius	6378 km
	Polradius	6357 km
	Middelradius	6371 km
	Masse	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
	Tyngdeakselerasjon (standardverdi)	$9,80665 \text{ m/s}^2$
	Middelavstand frå sola	$1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$
Sola	Radius	$6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$
	Masse	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Månen	Middelradius	1737 km
	Masse	$7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
	Tyngdeakselerasjon	$1,62 \text{ m/s}^2$
	Middelavstand frå jorda	$3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$

Formelvedlegg

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

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

Fortsettelse vedlegg 2

Databehandling	$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$	$\Delta x = \frac{x_{\text{maks}} - x_{\text{min}}}{2}$
	$\Delta(x \pm y \pm \dots) = \Delta x + \Delta y + \dots$	$\frac{\Delta(x^n \cdot y^m \cdot \dots)}{x^n \cdot y^m \cdot \dots} = \frac{ n \cdot \Delta x}{x} + \frac{ m \cdot \Delta y}{y} + \dots$

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

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

En del av kommandoene er avhengig av å bruke ulike python-bibliotek. 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>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>

Vedlegg 4

Svarark

Oppgave 1 / Oppgave 1

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 oppgåve 2.
Vedlegg 4 skal leveres kl. 11.00 sammen med besvarelsen for oppgave 2.