

Eksamen

21.05.2025

REA3039 Fysikk 2



Se eksamenstips på baksiden!

Nynorsk

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	Eksamen varer i 5 timar. Del 1 skal leverast inn etter 2 timar. Del 2 skal leverast inn seinast etter 5 timar. Du kan byrje å løyse oppgåvene i del 2 når som helst, men du kan ikkje bruke hjelpemiddel før etter 2 timar – etter at du har levert svara for del 1.
Tillatne hjelpemiddel under eksamen	Del 1: skrivesaker, passar, linjal, vinkelmålar og vedlegg i oppgåvesettet Del 2: Alle hjelpemiddel er lov, bortsett frå opent internett og andre verktøy som gjer det mogleg å kommunisere, som mobiltelefon, programvare for samskriving, chat eller liknande. Du har ikkje lov til å bruke kunstig intelligens som hjelpemiddel under eksamen. Programmeringsprogram o.l. må vere installert lokalt på din eining før eksamen. GeoGebra klassisk (versjon 6.0) vil vere tilgjengeleg som nettbasert hjelpemiddel.
Bruk av kjelder	Dersom du bruker kjelder i svaret ditt, skal du alltid føre dei opp på ein slik måte at lesaren kan finne fram til dei. Du skal føre opp forfattar og fullstendig tittel på både lærebøker og annan litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitat frå internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	1 Faktavedlegg 2 Formelvedlegg 3 Programmeringsvedlegg 4 Eige svarark for oppgåve 1
Vedlegg som skal leverast inn	Vedlegg 4: Eige svarark for oppgåve 1 finn du bakarst i eksamenssettet.

Informasjon om oppgåvene	Oppgåve 1 har 20 fleirvalsoppgåver med fire svaralternativ: A, B, C og D. Det er berre <i>eitt</i> rett svaralternativ for kvar fleirvalsoppgåve. Blankt svar blir rekna som feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du meiner er mest korrekt. Du kan berre svare med <i>eitt</i> svaralternativ: A, B, C eller D. Skriv svara for oppgåve 1 på eige svarark i vedlegg 4, som ligg heilt til sist i eksamenssettet. Svararket skal du rive laus frå oppgåvesettet og levere inn. Du skal altså ikkje levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten. Del 1 har 2 oppgåver. Del 2 har 5 oppgåver.
Informasjon om vurderinga	Vurderingskriteria er grupperte i fire kompetanseområde: • problemløysing • databehandling • programmering • presentasjon Dei to delane av svaret, del 1 og del 2, vil bli vurderte som ein heilskap ved bruk av vurderingskriteria og sensorane sitt faglege skjønn. Sensorane skal først og fremst sjå etter fysikkforståinga i svaret. Det er derfor viktig at svara på oppgåve 2 og del 2 er grunngitt, og at resonnementa kjem tydeleg fram. Du vil ikkje nødvendigvis tene på å skrive svært langt. Eit kortare og klart svar er ofte betre enn eit langt og utflytande svar. Karakteren ved sluttvurderinga blir fastsett etter ei heilskapleg vurdering av eksamenssvaret. Dei to delane av svaret, del 1 og del 2, blir vurderte under eitt. Oppgåve 1 og 2 på del 1 tel omtrent likt. Del 2 tel omtrent 60 prosent av heile settet.
Kjelder	Grafar, bilete og figurar: Utdanningsdirektoratet

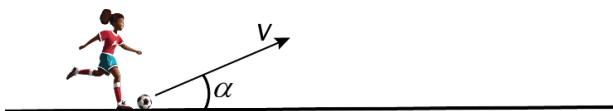
Del 1

Oppgave 1 Fleirvalsoppgåver

Skriv svara for oppgave 1 på eige svarark i vedlegg 4.

(Du skal altså *ikkje* levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.)

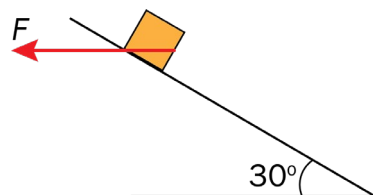
- a) Ein ball blir sparka på skrått med startfart v . Startfarten dannar ein vinkel α med horisontalplanet. Sjå bort frå luftmotstand.



Kor stor er farten til ballen når han er i det høgaste punktet i bana?

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

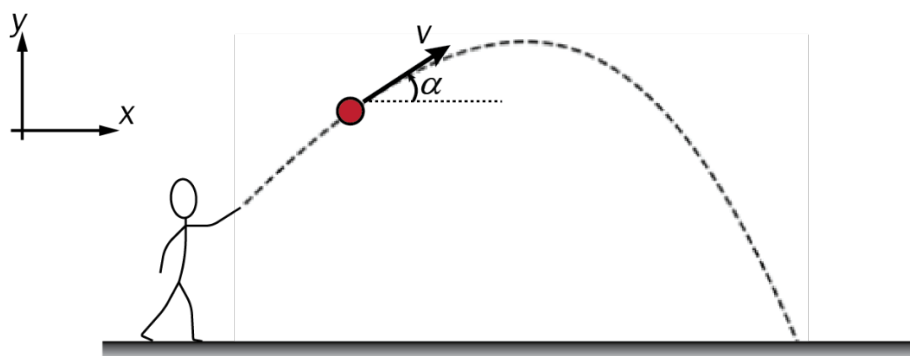
- b) Ein kloss glir friksjonsfritt ned eit skråplan med hellingsvinkel 30° . I tillegg til tyngdekrafta G og normalkrafta N verkar det ei horisontal kraft F på klossen som vist på figuren.



Kor stor er normalkrafta?

- 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 $N = G \cos 30^\circ - F \cos 30^\circ$

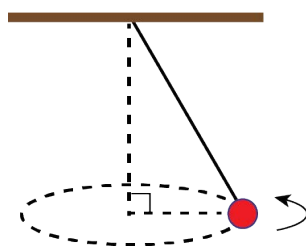
- c) Ein ball med masse m blir kasta på skrått. Vinkelen α mellom horisontalen og farten v er vist i figuren. Luftmotstanden som verkar på ballen, $L = kv^2$, der k er ein konstant.



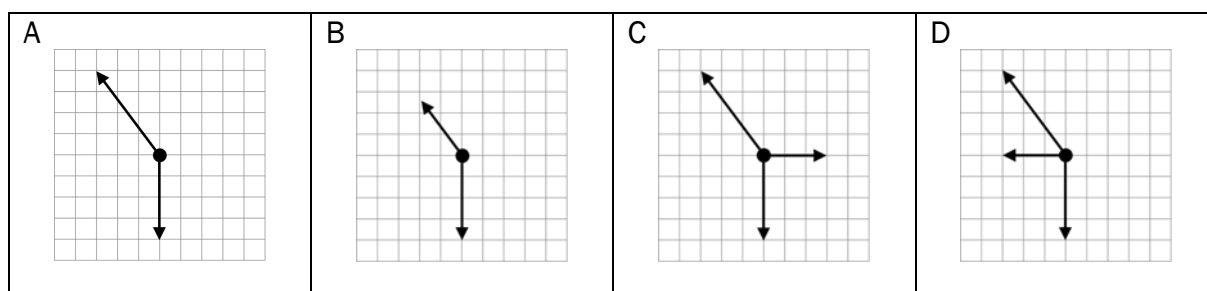
Kva er rett uttrykk for akselerasjonen i y -retning når ballen er i posisjonen vist i figuren?

- 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 $-g - \frac{kv^2 \sin \alpha}{m}$

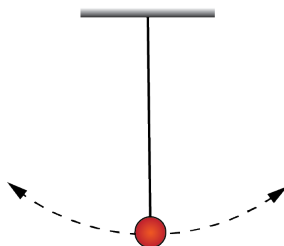
- d) Kula i ein kjeglependel bevegar seg med konstant banefart i ei horisontal sirkelbane. Sjå bort frå luftmotstand.



Kva for ein figur viser kreftene som verkar på kula når ho er i posisjonen som vist i figuren?



- e) Ei pendelkule svingar fram og tilbake. Lars lurar på kva for nokre krefter som verkar på kula i det nedste punktet i bevegelsen.



Han bruker ein samtalerobot («chatbot») for å prøve å finne eit svar. Sjå utklippet nedanfor.

LARS

Kva for nokre krefter verkar på ei pendelkule i det nedste punktet i pendelbevegelsen?

SAMTALEROBOT

I det nedste punktet av pendelbevegelsen verkar to hovudkrefter på pendelkula: tyngdekrafta og snorkrafta. Tyngdekrafta verkar rett nedover, mens snorkrafta verkar oppover og er nødvendig for å balansere tyngdekrafta og halde pendelkula i likevekt. I det nedste punktet er tyngdekrafta større enn snorkrafta, slik at pendelkula kan bli verande i bevegelse i den sirkulære bana.

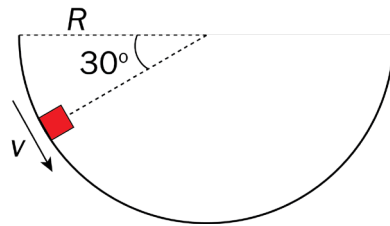
Det er gitt to påstandar:

- 1 I tillegg til kreftene samtaleroboten omtaler, verkar det ei sentripetalkraft.
- 2 Samtaleroboten har rett om storleiksforholdet mellom kreftene.

Kva er rett?

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

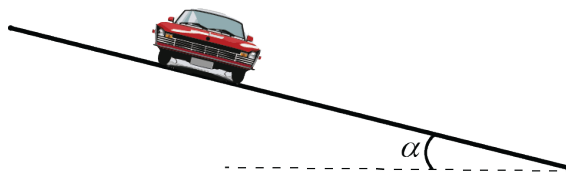
- f) Ein kloss med masse m glir i ein vertikal halvsirkel med radius R . Når klossen er i posisjonen vist i figuren, er farten til klossen v , og vinkelen mellom horisontalen og linjestykket frå sentrum av halvsirkelen til klossen sin posisjon er 30° . Sjå bort frå all friksjon og luftmotstand.



Kor stor er normalkrafta N på klossen når han 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) Ein bil køyrer med ein konstant banefart v i ein dossert sving med radius r og dosseringsvinkel α . Banefarten er slik at det ikkje verkar sidevegs friksjon.



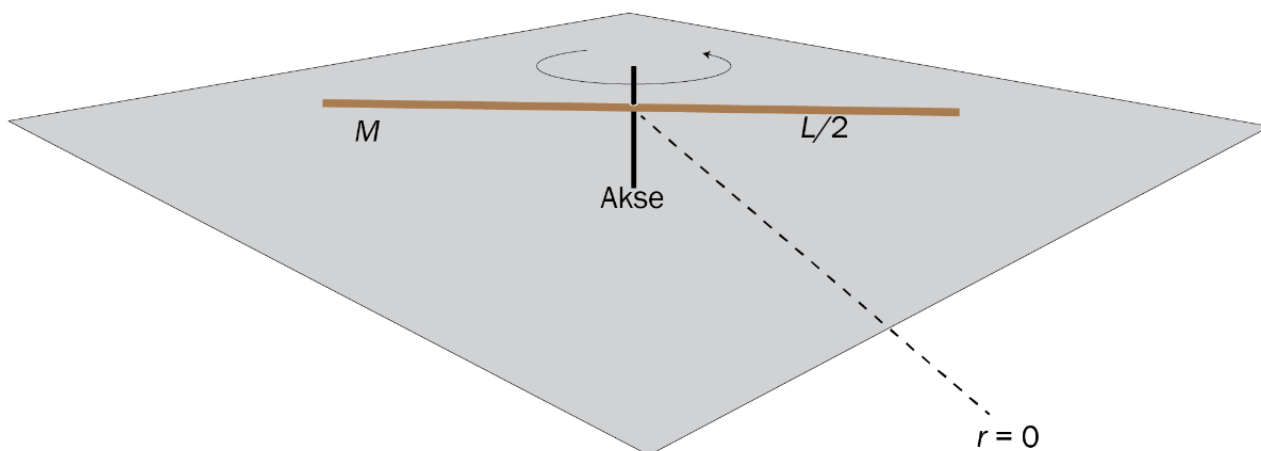
Det er gitt to påstandar om absoluttverdien til normalkrafta N og absoluttverdien til tyngdekrafta G som verkar på bilen:

- 1 Storleiken på normalkrafta N er mindre enn tyngdekrafta G .
- 2 Banefarten v er avhengig av dosseringsvinkelen α .

Kva er rett?

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

- h) Ei stong med masse $M = 0,10$ kg, og lengd $L = 1,0$ m, roterer i eit horisontalt plan om ein vertikal akse som går gjennom midten av stonga. Vinkelfarten er konstant, og rundetida er $0,15$ s.



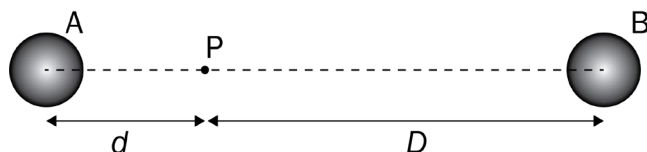
Vi tenkjer oss at stonga er bygd opp av $N = 1000$, like store enkeltdealar med masse dM . Programmet skal berekne den kinetiske energien til heile stonga.

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 ($2 * E$)

Kva 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) Eit punkt P ligg på linja mellom to planetar, planet A og planet B. Avstanden frå punktet P til sentrum av planet A er d , og avstanden frå punktet P til sentrum av planet B er $D > d$. Massen til planetane er lik. Gravitasjonsfeltstyrken frå planet A i punktet P er g .



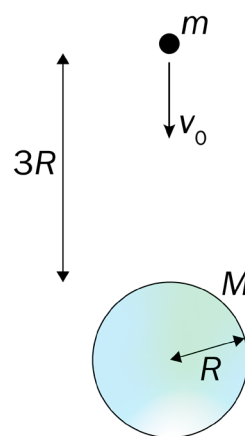
Den samla gravitasjonsfeltstyrken i punktet P er

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

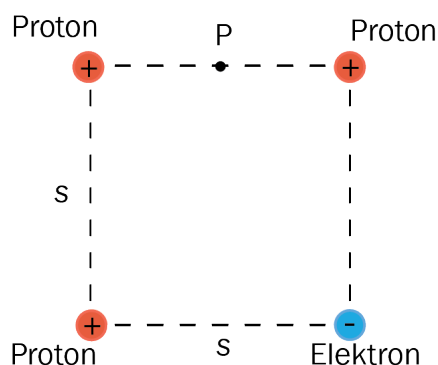
- j) Ein asteroide med masse m fell mot jorda. Asteroiden har farten v_0 når avstanden frå jordoverflata er $3R$, og farten v like før han treffer jordoverflata. Jorda har radius R og masse M . $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Sjå bort frå luftmotstand.

Kva for eit uttrykk er rett for å rekne 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 $\frac{1}{2}mv^2 - \gamma \frac{mM}{R} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \gamma \frac{mM}{4R}$



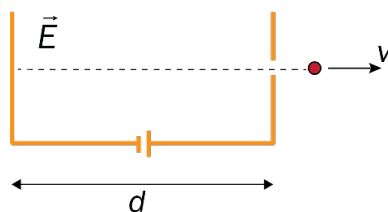
- k) Eit kvadrat har eit proton i kvart av tre hjørne og eit elektron i det fjerde hjørnet som vist i figuren. Punktet P ligg midt mellom dei to øvste protona.



Kva er rett retning for den elektriske feltstyrken i punktet P?

A	B	C	D

- l) Eit elektron blir akselerert frå ro over ein avstand d i eit homogent elektrisk felt med feltstyrke E .



Kva er rett uttrykk for farten v elektronet har etter at det er akselerert?

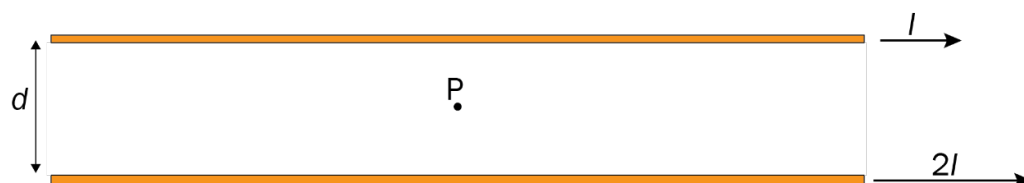
A $\sqrt{\frac{2eEd}{m_e}}$

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

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

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

- m) To lange, parallelle, rette leiarar med avstanden d fører straum mot høgre i papirplanet. Den øvste leiaren fører ein straum I , og den nedste leiaren fører ein straum $2I$.

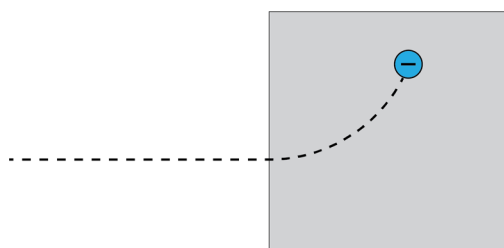


Eit punkt P ligg i papirplanet midt mellom leiarane.

Kva er rett om den magnetiske flukstettleiken (feltstyrken) og retninga til det magnetiske feltet i punktet P?

	Absoluttverdien til den magnetiske flukstettleiken	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

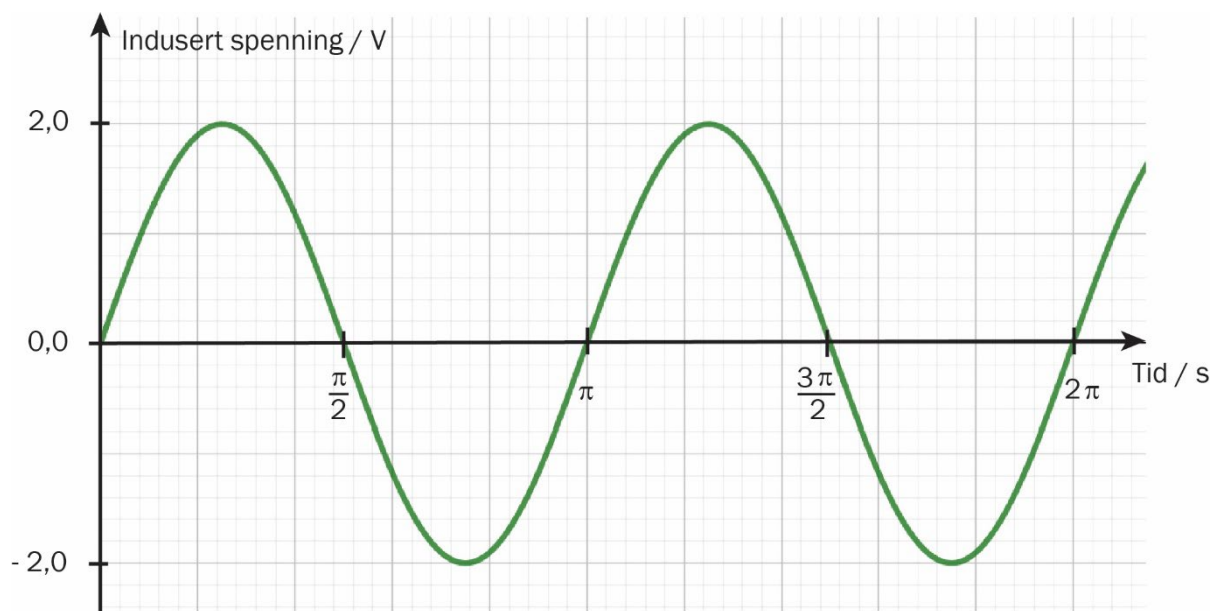
- n) Eit elektron bevegar seg mot høgre inn i eit område der det er eit homogent magnetfelt. Elektronet blir bøygde av i papirplanet slik figuren nedanfor viser.



Kva er rett retning for det magnetiske feltet?

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

- o) Ein spole med tverrsnittareal $0,010 \text{ m}^2$ og 100 vindingar roterer i eit homogent magnetfelt. Grafen viser den induserte spenninga som oppstår i spolen som ein funksjon av tid.



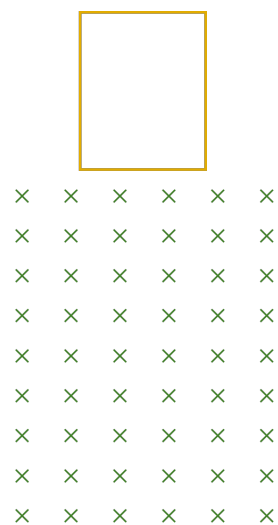
Kor stor er den magnetiske flukstettleiken gjennom spolen?

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

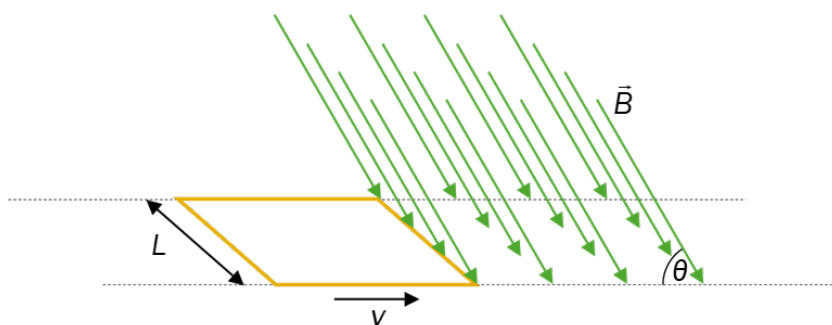
- p) Ei rektangulær sløyfe blir sleppt frå ro over eit homogent magnetfelt. Magnetfeltet har retning inn i papiret og står normalt på sløyfeplanet. Sjå bort frå luftmotstand.

Kva er rett om akselerasjonen til leiarsløyfa og retninga på den induserte straumen som oppstår i leiarsløyfa, når sløyfa er på veg inn i magnetfeltet?

	Absoluttverdien til akselerasjonen er	Retninga på den induserte straumen 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 straumsløyfe blir ført med ein konstant fart v inn i eit homogent magnetfelt med magnetisk flukstettleik B . Sidelengda i straumsløyfa er L . Retninga til det magnetiske feltet danner vinkelen θ med sløyfeplanet.



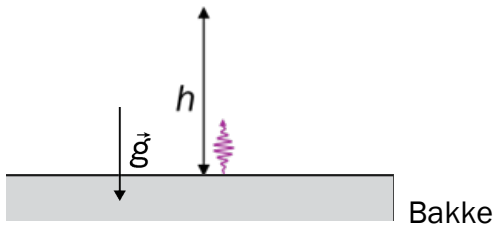
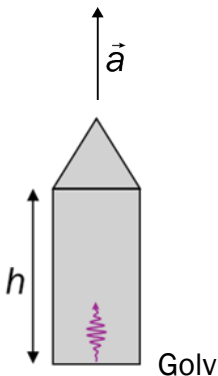
Kor stor er den induserte spenninga ε , når sløyfa er på veg inn i magnetfeltet?

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

- r) Kva er rett om tida og lysfarten i eit gravitasjonsfelt i forhold til tida og lysfarten utanfor gravitasjonsfeltet?

	Tida går	Lysfarten er
A	saktare i gravitasjonsfeltet	lågare i gravitasjonsfeltet
B	saktare i gravitasjonsfeltet	den same i gravitasjonsfeltet
C	fortare i gravitasjonsfeltet	lågare i gravitasjonsfeltet
D	fortare i gravitasjonsfeltet	den same i gravitasjonsfeltet

s) Vi har to situasjonar.

Situasjon 1: Lys med bølgelengde λ_0 blir sendt frå bakken og oppover i eit gravitasjonsfelt. Ved høgda h over bakken blir bølgelengda til lyset målt til λ_1. Gravitasjonsfeltet er sterkare ved bakken enn ved høgda h. Ved bakken er gravitasjonsfeltstyrken g. 	Situasjon 2: Eit romskip langt unna jorda og andre himmellekamar har ein akselerasjon med absoluttverdi $a = g$. Lys med bølgelengde λ_0 blir sendt frå golvet i romskipet og i same retning som romskipet akselererer. Ved høgda h frå golvet blir bølgelengda til lyset målt til λ_2. 
---	--

Kva er rett?

	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	$\lambda_1 < \lambda_0$	$\lambda_2 < \lambda_0$

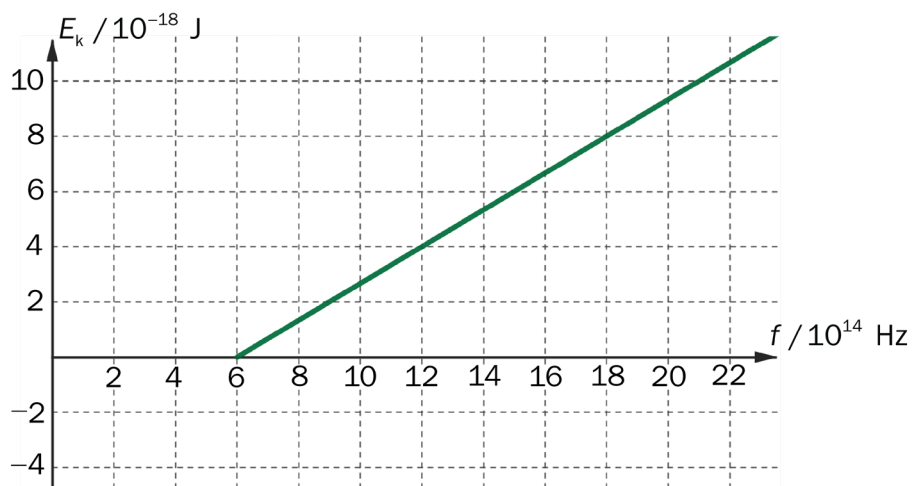
t) Comptoneffekten er når

- A to foton kolliderer, og begge fotona endrar retning og frekvens
- B to elektron kolliderer, og det oppstår eit foton
- C eit elektron kolliderer med eit metall, og det blir sendt ut stråling
- D eit foton kolliderer med eit elektron, og noko av energien til fotonet vert overført til elektronet

Oppgave 2

a) (3 poeng)

Lys med ulike frekvensar f vert sendt mot eit metall A. Grafen nedanfor viser den maksimale kinetiske energien E_k til dei lausrivne elektronane som funksjon av frekvensen f til lyset, for dette metallet.

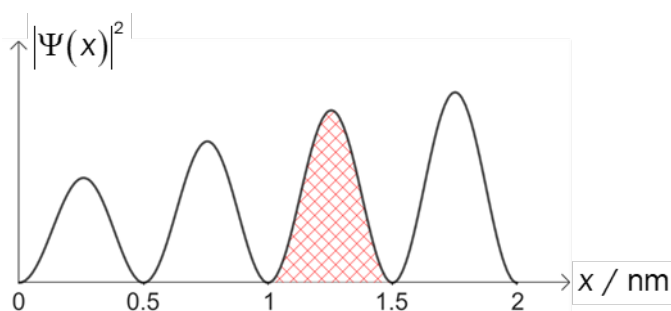


Lys vert sendt mot eit anna metall B. Metall B har dobbelt så stort lausrivningsarbeid som metall A.

- 1 Teikn ei skisse av grafen som viser den maksimale kinetiske energien E_k til dei lausrivne elektronane som funksjon av frekvensen f til lyset, for metall B.
- 2 Gjer greie for likskapar og ulikskapar mellom grafen for metall A og grafen for metall B.

b) (1 poeng)

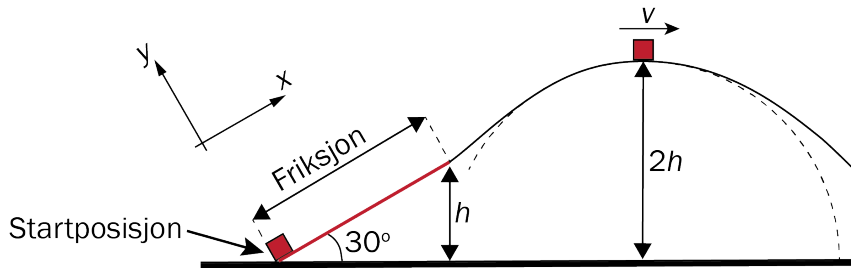
Figuren nedanfor viser den kvadrerte av absoluttverdien av bølgefunksjonen for ein kvantepartikkel.



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

c) (6 poeng)

Ein kloss blir send med ein startfart v_0 opp eit skråplan frå ein startposisjon. Skråplanet har hellingsvinkel 30° og toppen av skråplanet er h over startposisjonen. Etter skråplanet glir klossen vidare over ein bakketopp. Bakketoppen har høgda $2h$ over startposisjonen og er ein del av ein vertikal sirkel med radius $2h$.



Det verkar friksjon mellom klossen og underlaget på skråplanet. Friksjonstalet mellom klossen og skråplanet $\mu = \frac{1}{2\sqrt{3}}$. Sjå bort frå luftmotstand i heile oppgåva.

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

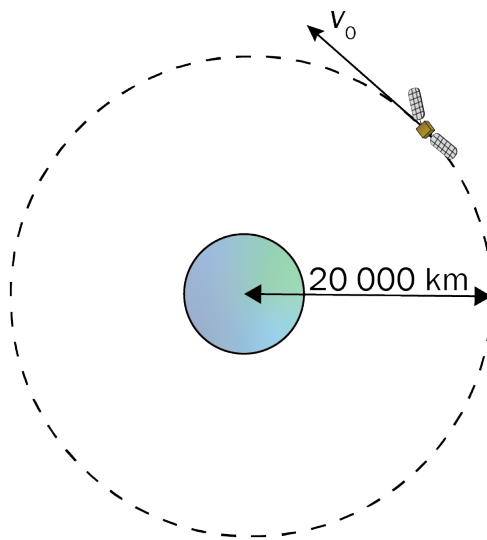
Etter skråplanet verkar det ikkje friksjon. Klossen greier akkurat å passere toppunktet utan å miste kontakt med underlaget.

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

Del 2

Oppgave 3 (8 poeng)

Eit romfartøy med masse 950 kg går i ei sirkelbane med radius 20 000 km rundt jorda.

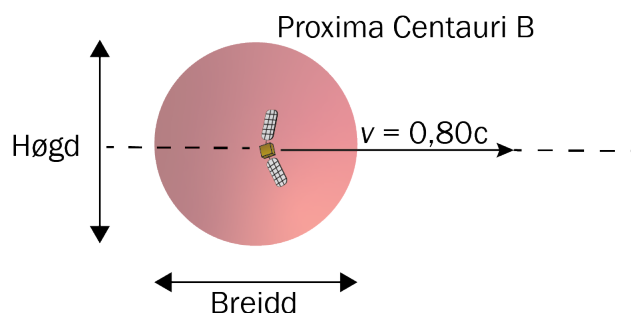


- a) Vis at banefarten til romfartøyet $v_0 = 4,46$ km/s.
- b) Kor mykje energi må tilførast romfartøyet for at det skal sleppe fri frå gravitasjonsfeltet til jorda? Sjå bort frå alle andre gravitasjonsfelt enn gravitasjonsfeltet til jorda.

Vi tenkjer oss vidare at romfartøyet reiser med ein konstant fart $0,80c$ frå solsystemet vårt til planeten Proxima Centauri B. I referansesystemet vårt er planeten $4,0 \cdot 10^{16}$ m unna solsystemet vårt.

- c) Kor lang tid vil ei klokke om bord i romfartøyet vise at reisa tek?

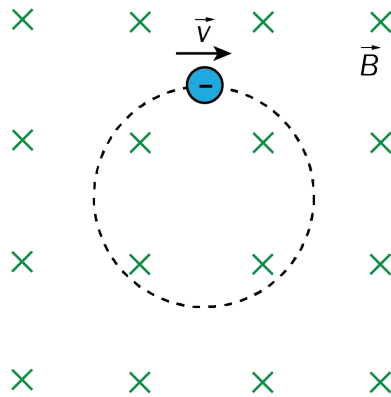
I sitt eige referansesystem er Proxima Centauri B kuleforma med ein radius $9,8 \cdot 10^7$ m. Romfartøyet passerer planeten med ein rettlinja fart. Farten er $0,80c$ i forhold til planeten.



- d) Kor høg og kor brei er planeten målt i romfartøyet sitt referansesystem?

Oppgåve 4 (5 poeng)

Eit elektron bevegar seg med ein fart $v = 8,0 \cdot 10^6$ m/s, vinkelrett på eit homogent magnetfelt med flukstettleik $B = 3,20$ mT. Sj  bort frå alle andre krefter enn den magnetiske krafta på elektronet.



- a) Forklar kvifor elektronet bevegar seg i ei sirkelbane.
- b) Bestem baneradiusen og rundetida til elektronet.

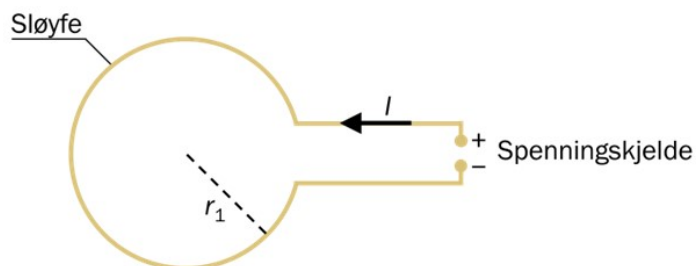
Kvar gong elektronet har gått ein heil runde, blir flukstettleiken auka momentant med 0,20 mT.

- c) Kor lang tid tek det frå første gong flukstettleiken blir auka, og til elektronet har fullført 15 rundar? Du kan ta utgangspunkt i koden nedanfor.

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>

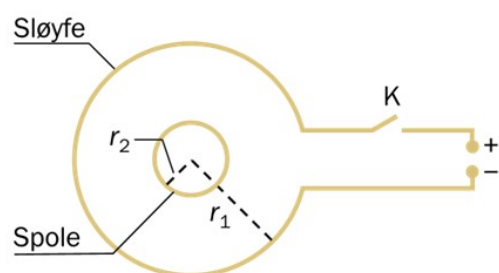
Oppgåve 5 (8 poeng)

Ei sirkulær sløyfe med radius r_1 ligg på eit bord. Sløyfa er kopla til ei spenningskjelde. Det går ein konstant straum I i sløyfa. Straumretninga er som vist i figuren.



- a) Bestem retninga til magnetfeltet gjennom sløyfa. Hugs   grunngi svaret.

Ein spole blir plassert i sentrum av sløyfa. Ein brytar K er kopla til kretsen. Til å begynne med er brytaren open.



- b) 1 Forklar kvifor det blir indusert ein straum i spolen idet brytaren blir lukka.
2 Kva for ei retning har den induserte straumen i spolen?

Magnetfeltstyrken gjennom spolen kan bereknast ved formelen

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

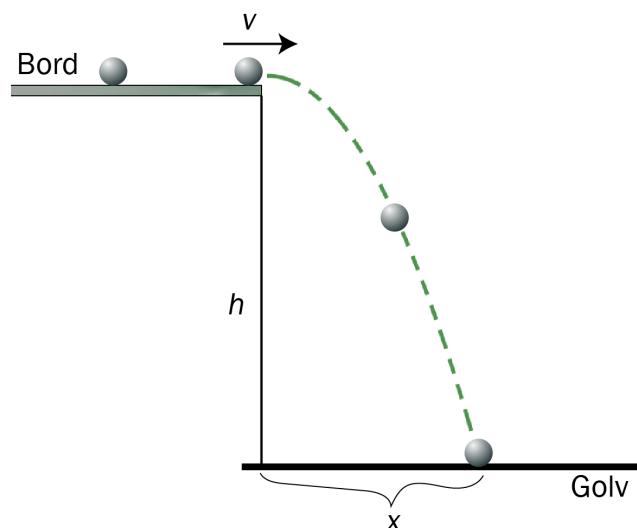
der I er straumen i sløyfa, $k_m = 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$ og $r_1 = 30 \text{ cm}$.

Straumen I blir endra fr  10 A til 20 A i løpet av 0,020 sekund.
Spolen har radius $r_2 = 5,0 \text{ cm}$, $N = 600$ vindingar, og resistans $R = 4,0 \Omega$.

- c) 1 Bestem absoluttverdien til den magnetiske fluksendringa gjennom spolen.
2 Bestem absoluttverdien til den gjennomsnittlege induserte straumen i spolen.

Oppgave 6 (5 poeng)

Nokre elevar vil undersøkje om luftmotstanden har noko å seie for lengda av eit horisontalt kast. Dei gjer eit forsøk der dei sender ei stålkule med horisontal fart utfor kanten av eit bord. Ein fartsmålar på kanten av bordet registrerer startfarten v .



Høgda på bordet $h = 0,905$ m. Kastelengda x blir målt med ein meterstokk.

Elevane gjentek forsøket fleire gonger med ulike startfartar. Dei gjer éi måling av kastelengd x for kvar startfart v . Måleresultata blir viste i kolonne A og B i tabellen nedanfor. Teoretisk kastelengd i kolonne E er berekna som eit horisontalt kast utan luftmotstand.

Usikkerheita i målt kastelengd x er 0,01 m. Sjå bort frå usikkerheit i v og h .

	Kolonne A	Kolonne B	Kolonne C	Kolonne D	Kolonne E
	Målt startfart v (m/s)	Målt kastelengd x (m)	Minste måleverdi kastelengd (m)	Største måleverdi kastelengd (m)	Teoretisk kastelengd (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			

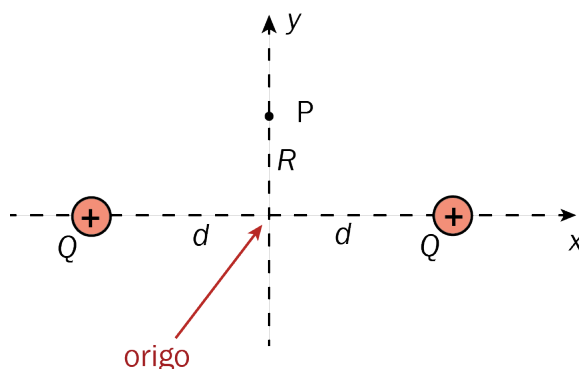
- Vis korleis elevane har komme fram til verdiane i rad 1 i tabellen.
- Skriv av tabellen, og fyll ut resten av tabellen.

Elevane har ein hypotese om at luftmotstanden ikkje er viktig i dette forsøket.

- Bruk resultata i tabellen til å vurdere hypotesen til elevane.

Oppgave 7 (5 poeng)

To små positivt ladde kuler er i ein avstand $2d$ frå kvarandre, der $d = 4,0$ cm. Kulene er på x-aksen, og origo er midt mellom dei. Kulene blir heile tida haldne i ro. Eit punkt P på y-aksen har ein avstand $R = 2,0$ cm frå origo. Ladninga til kvar av kulene $Q = 7,0 \cdot 10^{-9}$ C.



- Kor stor er den elektriske feltstyrken i origo?
- Teikn ein figur som viser retninga til den elektriske feltstyrken i punktet P.

Ein liten negativ ladd gjenstand med ladning $q = -5,0 \cdot 10^{-9}$ C, og masse $m = 1,0$ g, blir sleppt frå ro i punktet P. Sjå bort frå alle andre krefter enn den elektriske krafta som verkar på gjenstanden. Det kan visast at absoluttverdien til den elektriske feltstyrken i punktet P er

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

- Vis at absoluttverdien til akselerasjonen til gjenstanden er

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

når han er ein avstand R frå origo.

- Kor lang tid vil det ta frå gjenstanden blir sleppt, og til han kjem tilbake til punktet P?
Du kan ta utgangspunkt i koden ved sida 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)

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.

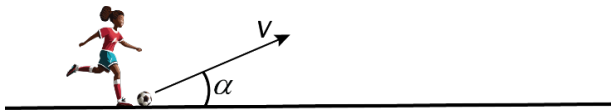
Informasjon om oppgavene	Oppgave 1 har 20 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Blankt svar blir regnet som feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare 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.)

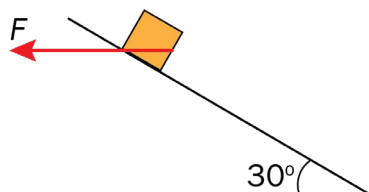
- a) En ball sparkes på skrått med startfart v . Startfarten danner en vinkel α med horisontalplanet. Se bort fra luftmotstand.



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

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

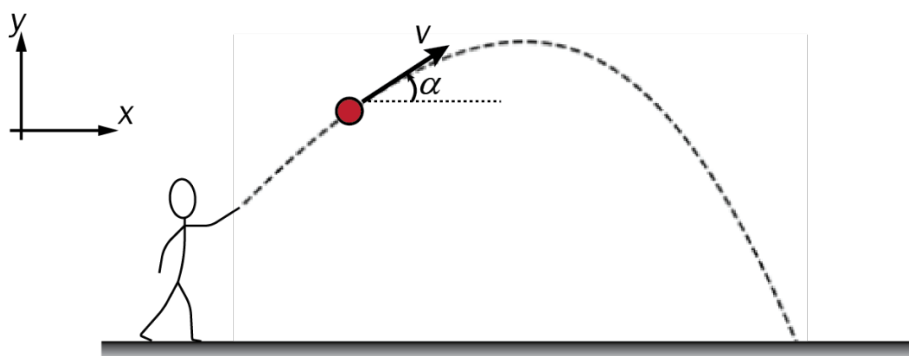
- b) En kloss glir friksjonsfritt ned et skråplan med helningsvinkel 30° . I tillegg til tyngdekraften G og normalkraften N virker det en horisontal kraft F på klossen som vist på figuren.



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 $N = G \cos 30^\circ - F \cos 30^\circ$

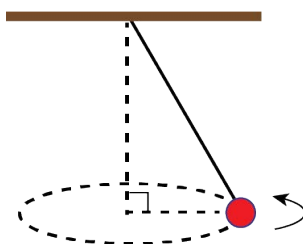
- c) En ball med masse m kastes på skrått. Vinkelen α mellom horisontalen og farten v er vist i figuren. Luftmotstanden som virker på ballen, $L = kv^2$, der k er en konstant.



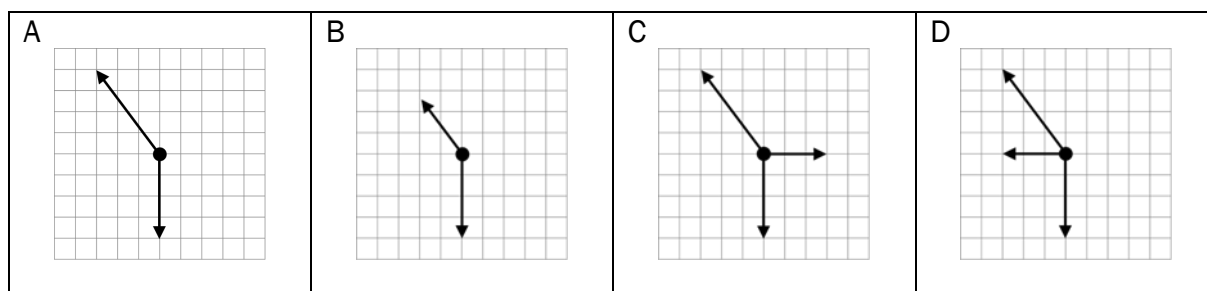
Hva er riktig uttrykk for akselerasjonen i y -retning når ballen er i posisjonen vist i figuren?

- 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 $-g - \frac{kv^2 \sin \alpha}{m}$

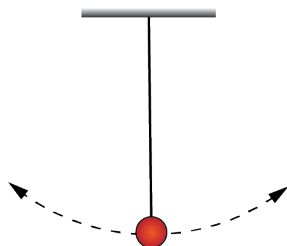
- d) Kula i en kjeglependel beveger seg med konstant banefart i en horisontal sirkelbane. Se bort fra luftmotstand.



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.

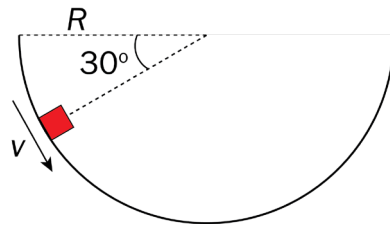
Det er gitt to påstander:

- 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

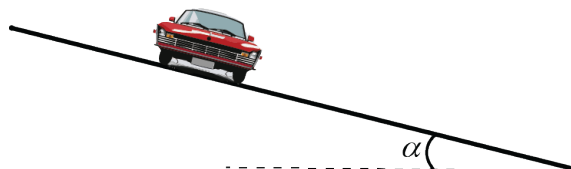
- f) En kloss med masse m glir i en vertikal halvsirkel med radius R . Når klossen er i posisjonen vist i figuren, er farten til klossen v , og vinkelen mellom horisontalen og linjestykket fra sentrum av halvsirkelen til klossen sin posisjon er 30° . Se bort fra all friksjon og luftmotstand.



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 dobert sving med radius r og dosseringsvinkel α . Banefarten er slik at det ikke virker sideveis friksjon.



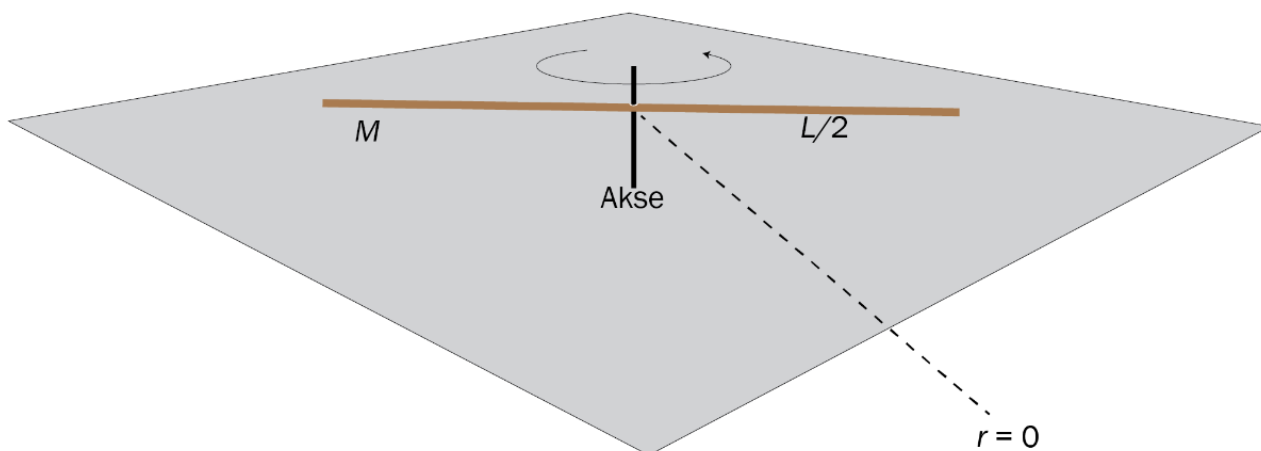
Det er gitt to påstander om absoluttverdien til normalkraften N og absoluttverdien til tyngdekraften G som virker på bilen:

- 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.



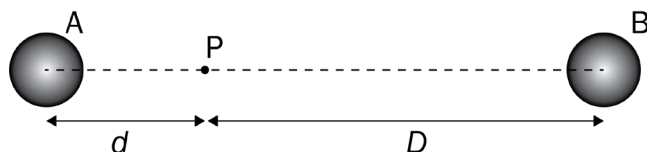
Vi tenker oss at stanga er bygget opp av $N = 1000$, like store enkeltdeler med masse dM . Programmet skal beregne den kinetiske energien til hele stanga.

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 .



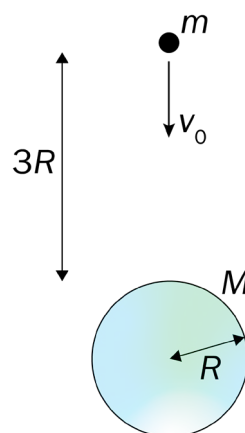
Den samlede gravitasjonsfeltstyrken i punktet P er

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

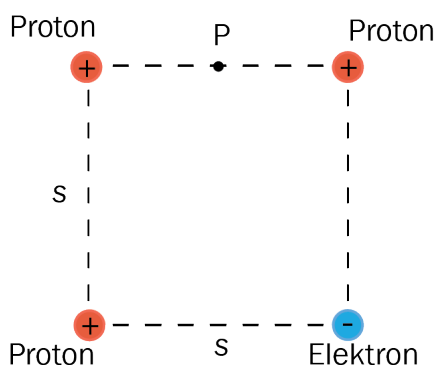
- j) En asteroide med masse m faller mot jorda. Asteroiden har farten v_0 når avstanden fra jordoverflata er $3R$, og farten v like før den treffer jordoverflata. Jorda har radius R og masse M . $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Se bort fra luftmotstand.

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 $\frac{1}{2}mv^2 - \gamma \frac{mM}{R} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \gamma \frac{mM}{4R}$



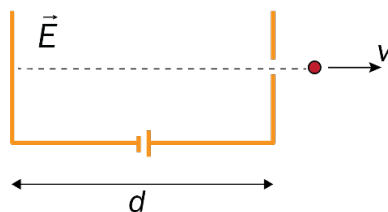
- k) Et kvadrat har et proton i hvert av tre hjørner og et elektron i det fjerde hjørnet som vist i figuren. Punktet P ligger midt mellom de to øverste protonene.



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?

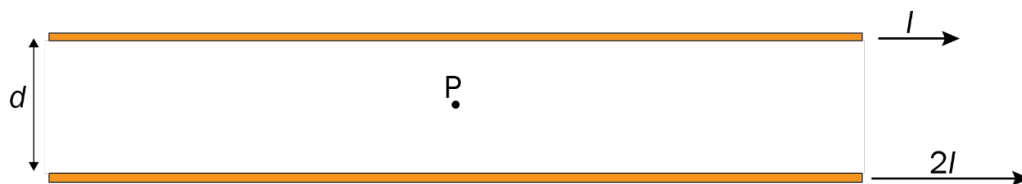
A $\sqrt{\frac{2eEd}{m_e}}$

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 $2I$.

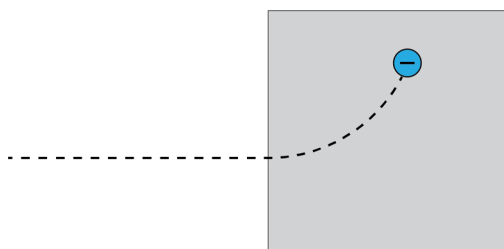


Et punkt P ligger i papirplanet midt mellom lederne.

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

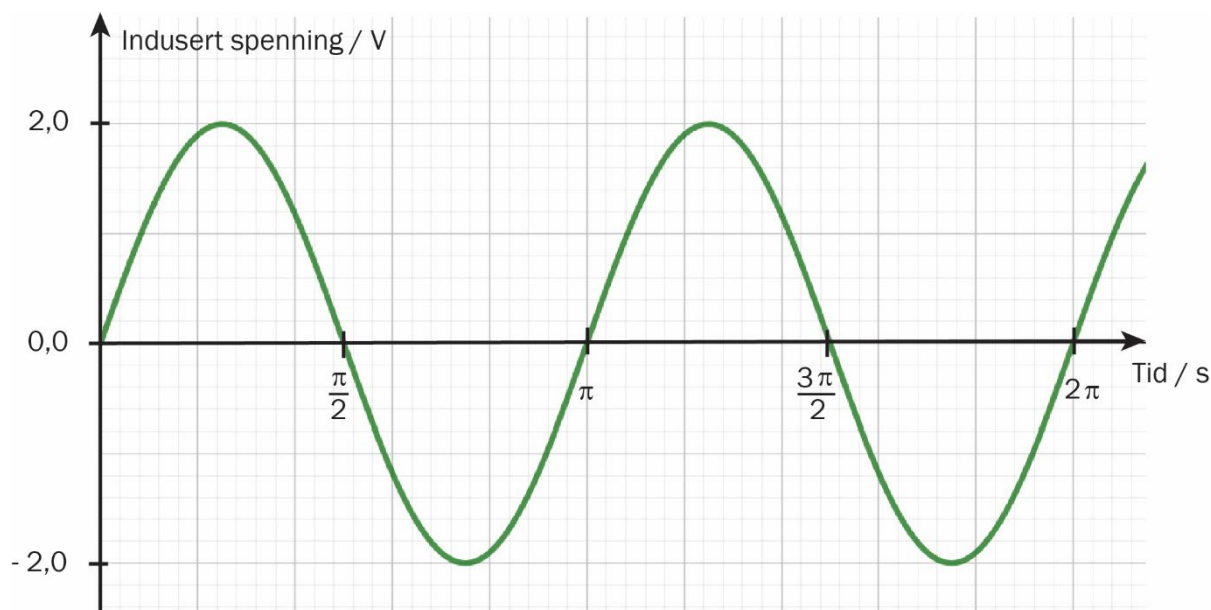
- n) Et elektron beveger seg mot høyre inn i et område der det er et homogent magnetfelt. Elektronet blir avbøyd i papirplanet slik figuren nedenfor viser.



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.

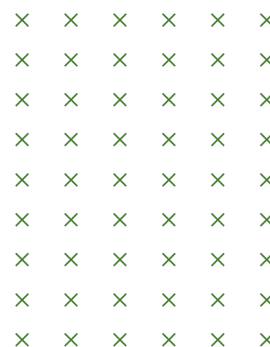


Hvor stor er den magnetiske flukstettheten gjennom spolen?

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

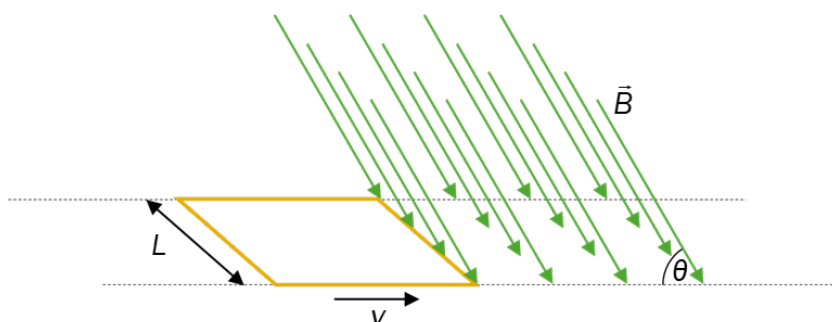
- p) Ei rektangulær sløyfe slippes fra ro over et homogent magnetfelt. Magnetfeltet har retning inn i papiret og står normalt på sløyfeplanet. Se bort fra luftmotstand.

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.



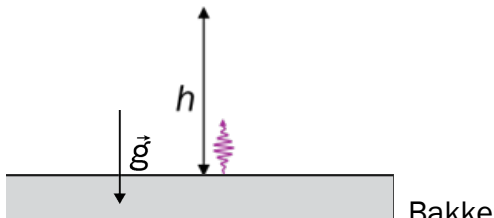
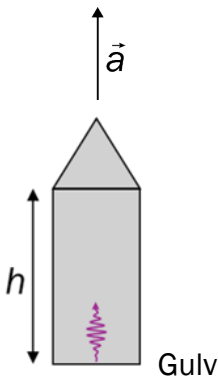
Hvor stor er den induserte spenningen ε , når sløfa er på vei inn i magnetfeltet?

- 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	$\lambda_1 < \lambda_0$	$\lambda_2 < \lambda_0$

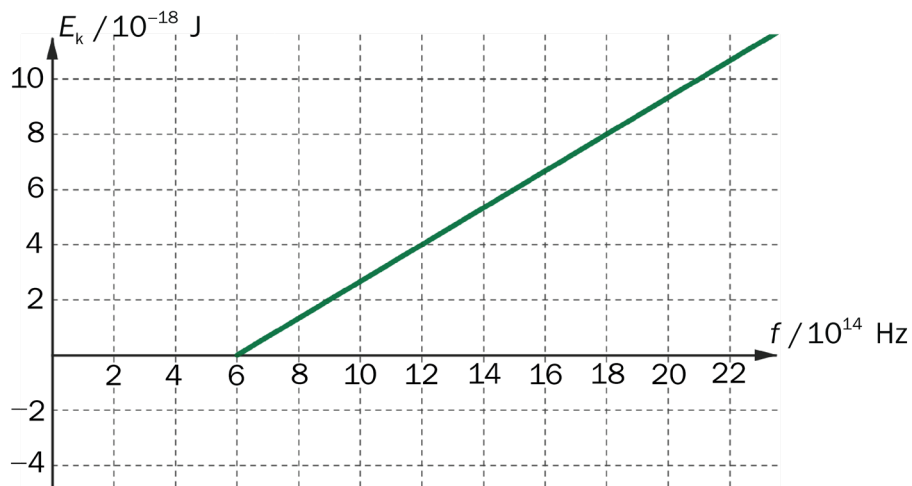
t) Comptoneffekten er når

- 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.

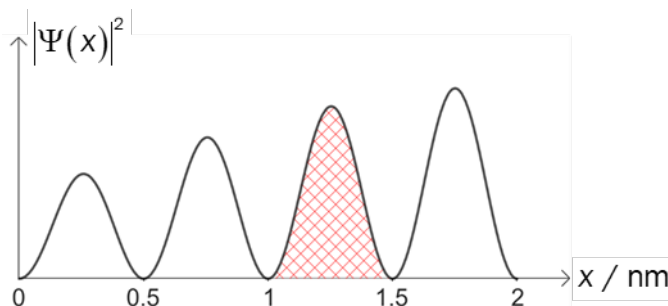


Lys sendes mot et annet metall B. Metall B har dobbelt så stort løsrivningsarbeid som metall A.

- 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)

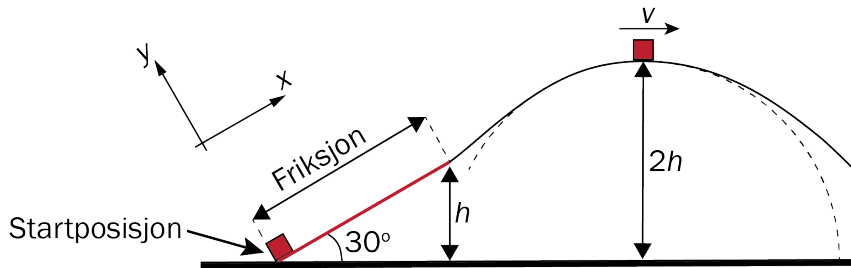
Figuren nedenfor viser den kvadrerte av absoluttverdien av bølgefunksjonen for en kvantepartikkel.



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, $a = -\frac{3}{4}g$.

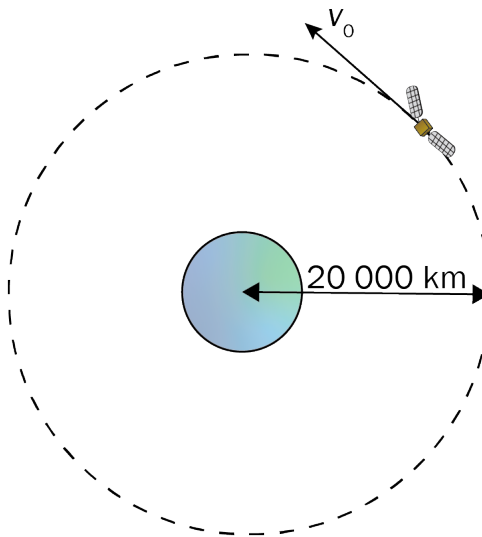
Etter skråplanet virker det ikke friksjon. Klossen greier akkurat å passere toppunktet uten å miste kontakt med underlaget.

- 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.

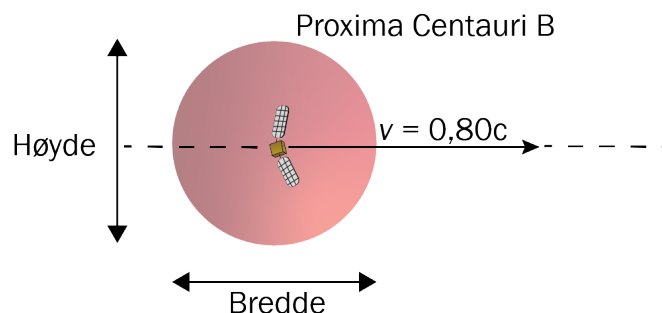


- a) Vis at banefarten til romfartøyet $v_0 = 4,46$ km/s.
- b) Hvor mye energi må tilføres romfartøyet for at det skal unnslippe gravitasjonsfeltet til jorda?
Se bort fra alle andre gravitasjonsfelt enn gravitasjonsfeltet til jorda.

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?

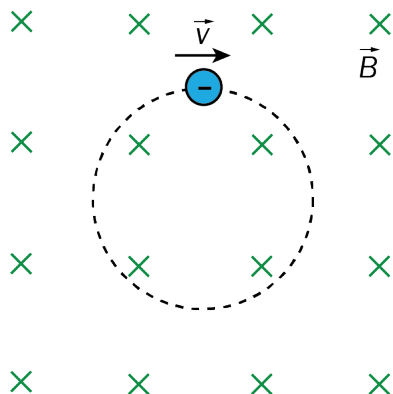
I sitt eget referansesystem er Proxima Centauri B kuleformet med en radius $9,8 \cdot 10^7$ m. Romfartøyet passerer planeten med en rettlinjert fart. Farten er $0,80c$ i forhold til planeten.



- 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.

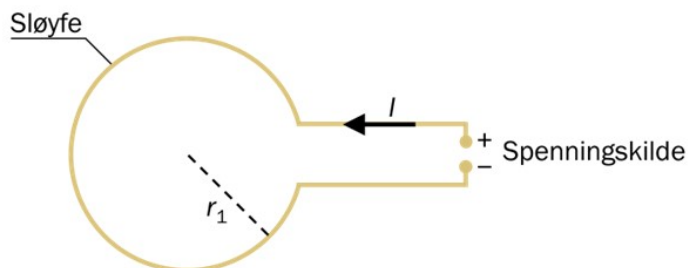
Hver gang elektronet har gått en hel runde, økes flukstettheten momentant med 0,20 mT.

- 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>

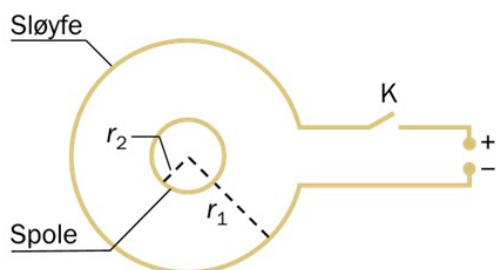
Oppgave 5 (8 poeng)

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

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

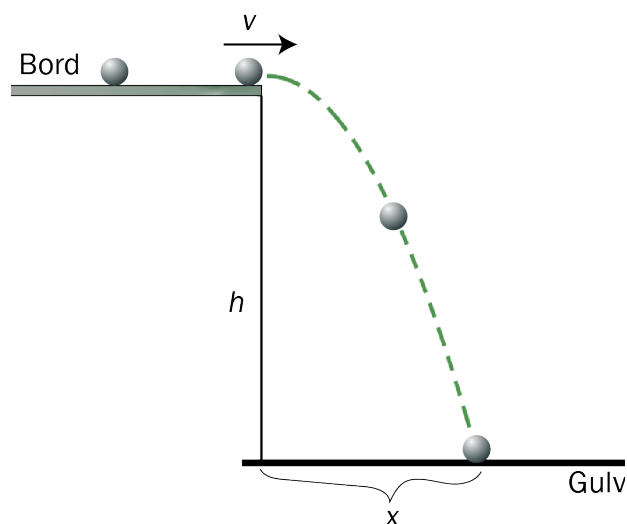
der I er strømmen i sløyfa, $k_m = 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$ og $r_1 = 30 \text{ cm}$.

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			

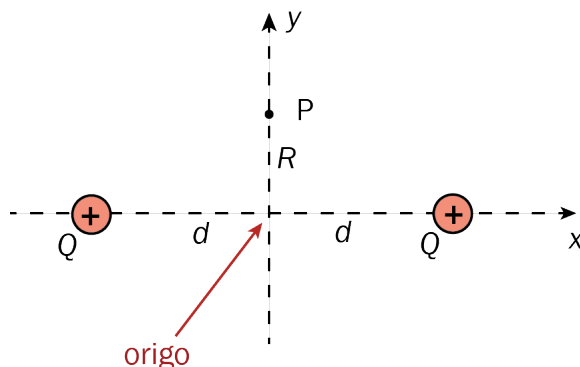
- Vis hvordan elevene har kommet fram til verdiene i rad 1 i tabellen.
- Skriv av tabellen, og fyll ut resten av tabellen.

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.



- Hvor stor er den elektriske feltstyrken i origo?
- 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

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

- 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.

- 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.

TIPS TIL DEG SOM AKKURAT HAR FÅTT EKSAMENSOPPGÅVA:

- Start med å lese oppgaveinstruksen godt.
- Hugs å føre opp kjeldene i svaret ditt dersom du bruker kjelder.
- Les gjennom det du har skrive, før du leverer.
- Bruk tida. Det er lurt å drikke og ete undervegs.

Lykke til!

TIPS TIL DEG SOM AKKURAT HAR FÅTT EKSAMENSOPPGAVEN:

- Start med å lese oppgaveinstruksen godt.
- Husk å føre opp kildene i svaret ditt hvis du bruker kilder.
- Les gjennom det du har skrevet, før du leverer.
- Bruk tiden. Det er lurt å drikke og spise underveis.

Lykke til!