

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, passsar, linjal, vinkelmålar og vedlegg i oppgåvesettet Del 2: Alle hjelpemiddel er tillatne, bortsett frå ope internett og andre verktøy som kan brukast til kommunikasjon. Ved bruk av nettbaserte hjelpemiddel under eksamen har du ikkje lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måtar å utveksle informasjon med andre på er ikkje tillatne. Du kan ikkje bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarende 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 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

Oppgåve 1 Fleirvalsoppgåver

Skriv svara for oppgåve 1 på eit eige svarark i vedlegg 4.

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

- a) Ein fallskjermhopper kastar seg ut frå eit fly som beveger seg med konstant og horisontal fart. I løpet av 15 sekund får fallskjermhopparen tilnærma konstant, rettlinja fart.

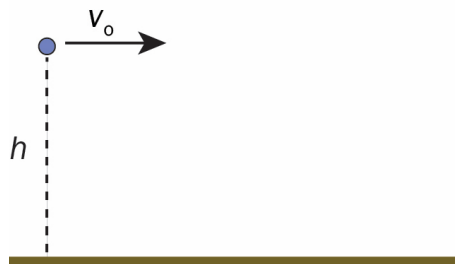


Kva for ei utsegn er rett for tidsintervallet på 15 sekund?

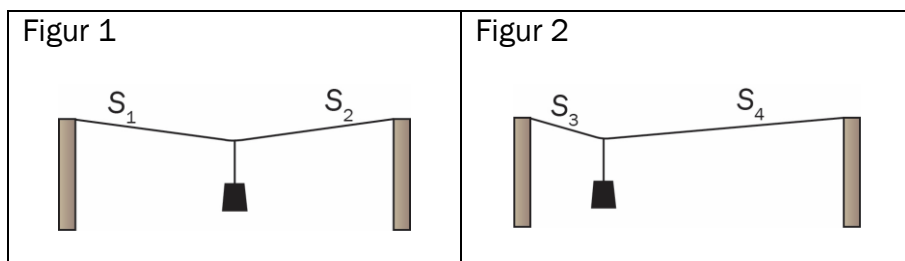
- A Absoluttverdien av den horisontale fartskomponenten er konstant.
 - B Absoluttverdien av den horisontale akselerasjonskomponenten er konstant.
 - C Absoluttverdien av den vertikale fartskomponenten minkar.
 - D Absoluttverdien av den vertikale akselerasjonskomponenten minkar.
- b) Ei kule blir skoten ut med ein horisontal fart v_0 frå eit gevær i ei høgd h over eit horisontalt underlag. Sjå bort frå luftmotstand.

Kor lang tid tek det før kula treffer underlaget?

- A $\sqrt{\frac{2h}{g}}$
- B $\sqrt{\frac{h}{g}}$
- C $\frac{2h}{g}$
- D $\frac{h}{g}$



- c) Figurane viser eit lodd som heng i ro. Loddet er festa til to snorer, som igjen er festa til toppen av to like høge stolpar. I figur 1 heng loddet midt mellom stolpane. I figur 2 heng loddet til venstre for midten. Vi har snorkreftene S_1, S_2, S_3 og S_4 på høvesvis snor 1, 2, 3 og 4.



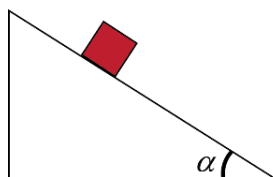
Det er gitt to påstandar:

- 1 $S_1 > S_2$
- 2 $S_3 > S_4$

Kva er rett?

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

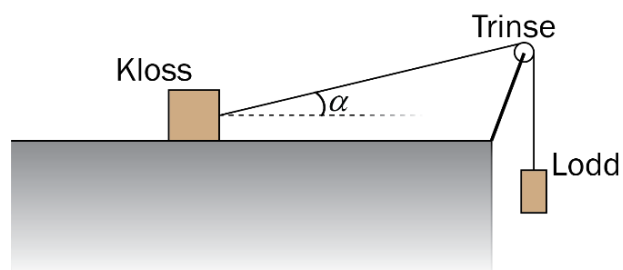
- d) Ein kloss glir nedover eit skråplan med hellingsvinkel α . Friksjonstalet mellom klossen og skråplanet er 0,20. Sjå bort frå luftmotstand.



Kor stor er akselerasjonen til klossen når han glir nedover skråplanet?

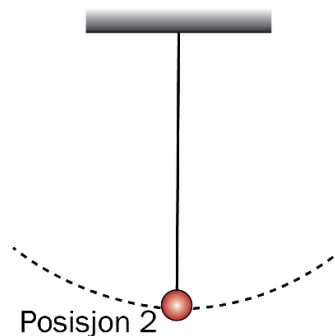
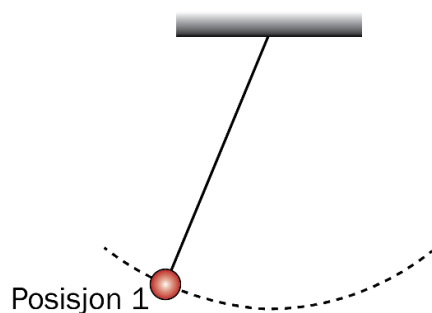
- A $g \sin \alpha$
- B $g(\sin \alpha - 0,20 \cos \alpha)$
- C $g(\sin \alpha + 0,20 \cos \alpha)$
- D $g(\cos \alpha + 0,20 \sin \alpha)$

- e) Ein kloss blir trekt horisontalt langs eit bord av ei snor. Snora går over ei trinse og vidare til eit lodd. Snora dannar vinkelen α med horisontalen. Vinkelen endrar seg når klossen beveger seg. Heile undersida på klossen er i kontakt med bordet under bevegelsen. Sjå bort frå all friksjon og luftmotstand.



Når klossen beveger seg, vil

- A akselerasjonen auke
 - B akselerasjonen avta
 - C akselerasjonen vere konstant
 - D akselerasjonen vere null
- f) Ei kule er festa i ei masselaus snor og svingar fram og tilbake mellom to ytterstillingar. Vi ser på kula når ho er ved to ulike posisjonar. Sjå bort frå luftmotstand.



Det er gitt to påstandar om summen av kreftene på kula:

- 1 Summen av kreftene peikar i same retning som snorkrafta når kula er i posisjon 1.
- 2 Summen av kreftene peikar i same retning som snorkrafta når kula er i posisjon 2.

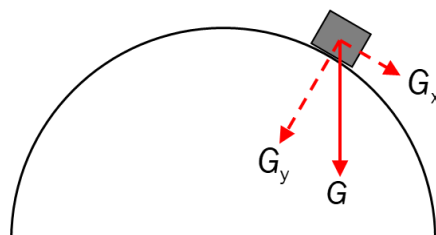
Kva er rett?

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

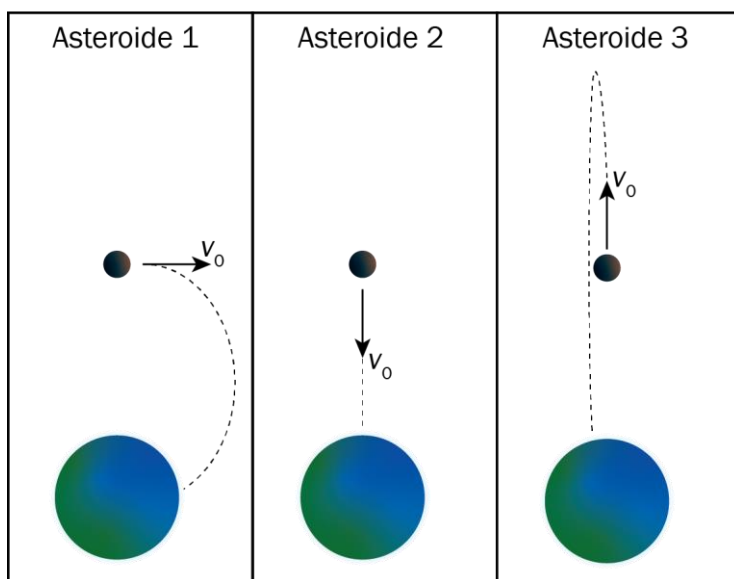
- g) Ein kloss med masse m glir ned overflata på ei sirkelforma bane med radius r . Figuren viser korleis tyngdekrafta G blir dekomponert i eit gitt punkt der klossen glir med farten v .

Kva er rett uttrykk for normalkrafta N ?

- A $N = G$
- B $N = G_y - \frac{mv^2}{r}$
- C $N = \frac{mv^2}{r} - G_y$
- D $N = G_y + \frac{mv^2}{r}$



- h) Tre identiske asteroidar kolliderer med jorda. Alle asteroidane har farten v_0 når dei er i ein bestemt avstand frå jorda, men retninga dei beveger seg i når dei er i denne avstanden, er forskjellig. Sjå figur. Sjå bort frå luftmotstand.

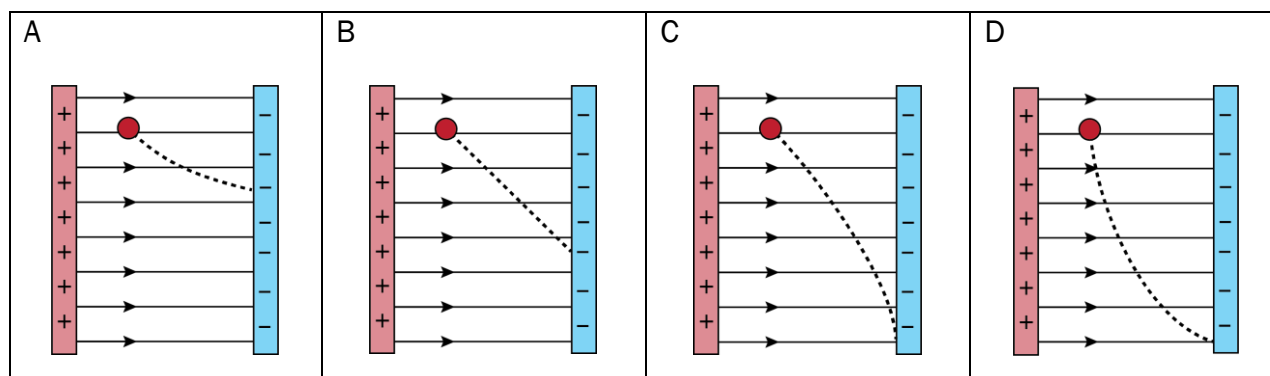


Kva er rett?

- A Asteroide 1 treffer jorda med minst fart.
- B Asteroide 2 treffer jorda med minst fart.
- C Asteroide 3 treffer jorda med minst fart.
- D Asteroidane treffer jorda med like stor fart.

- i) Ein positivt ladd partikkel blir sleppt **frå ro** i eit område mellom to vertikale plater der det er eit homogent elektrisk felt og eit homogent gravitasjonsfelt. Det elektriske feltet er vassrett og peikar mot høgre, og gravitasjonsfeltet peikar nedover. Partikkelen er berre påverka av tyngdekrafta og krafta frå det elektriske feltet.

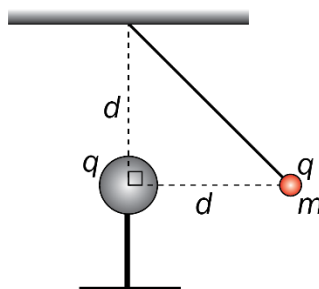
Kva bane vil partikkelen følgje?



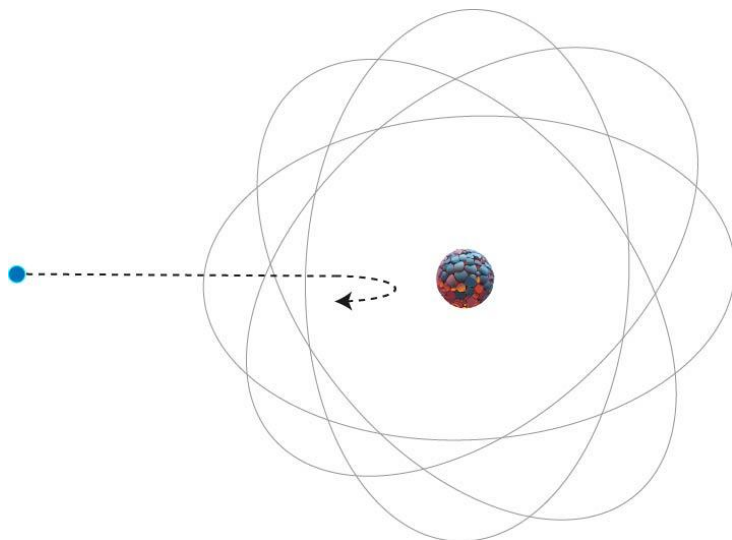
- j) Ei kule med masse m heng i ro i ei snor i det elektriske feltet frå ei anna kule. Den andre kula er festa til ei stong vertikalt nedanfor opphengingspunktet. Begge kulene har ladning q . Opphengingspunktet og kulene danner ein rettviskila trekant, der katetane har lengd d .

Kva er rett uttrykk for ladninga q ?

- A $q = d \cdot \sqrt{\frac{mg}{2k_e}}$
 B $q = d \cdot \sqrt{\frac{mg}{k_e}}$
 C $q = d \cdot \sqrt{\frac{2mg}{k_e}}$
 D $q = 2d \cdot \sqrt{\frac{mg}{k_e}}$



- k) Ein heliumkjerne blir send mot ein større atomkjerne. Programmet nedanfor finn tida det tek for heliumkjernen å bevege seg frå ein avstand r til ein avstand d frå den større kjernen.

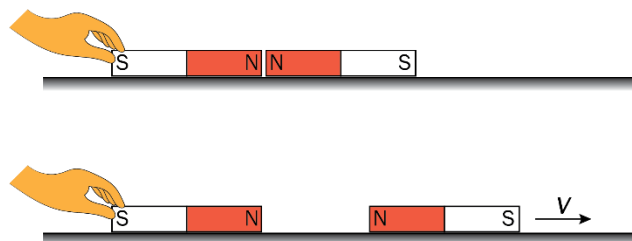


```
1  q = 2*1.60E-19
2  Q = 79*1.60E-19
3  k = 8.99E9
4  m = 6.645E-27
5
6  r = 1E-10
7  v = 2.9E7
8  d = 1.1E-13
9  t = 0
10 dt = 1.0E-22
11
12 while r > d:
13     a =
14     v = v + a*dt
15     r = r - v*dt
16     t = t + dt
17 print(t)
```

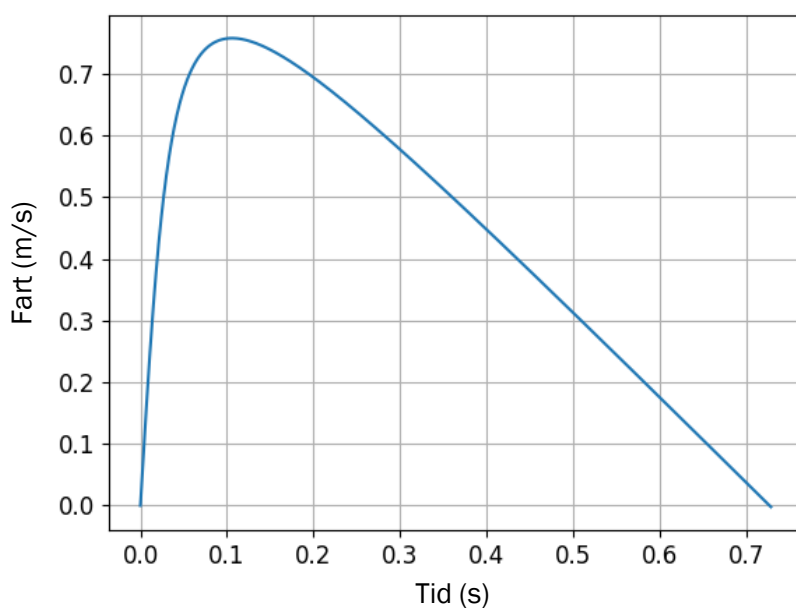
Kva skal stå på linje 13?

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

- l) To magnetar ligg inntil kvarandre og med like polar mot kvarandre. Magneten til venstre blir halden fast. Magneten til høgre blir sleppt og beveger seg rett fram på eit horisontalt underlag før han stansar. Det verkar friksjon mellom magneten og underlaget. Sjå bort frå luftmotstand.



Grafen viser magneten til høgre sin fart v som funksjon av tida.



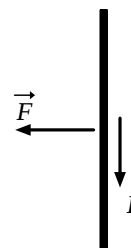
Kva er rett?

- A Ved tida 0,1 s er akselerasjonen til magneten størst.
- B Ved tida 0,1 s er friksjonskrafta og den magnetiske fråstøytingskrafta like store.
- C Ved tida 0,2 s er friksjonskrafta mindre enn den magnetiske fråstøytingskrafta.
- D Magneten beveger seg høgst 15 cm før han stansar.

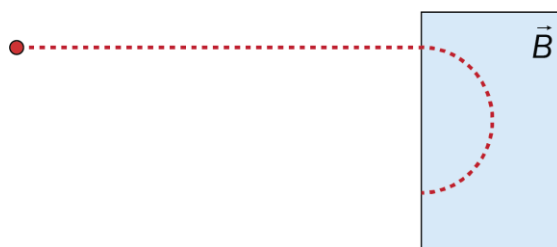
- m) Ein rett, straumførande leiar er i eit homogent magnetfelt med flukstettleik (feltstyrke) $0,50\text{ T}$. Magnetfeltet har retning vinkelrett på papiplanet. Den magnetiske krafta som verkar på $0,25\text{ m}$ av leiaren, er $2,0\text{ N}$ og har retning til venstre. Straumretninga er nedover.

Kva retning har magnetfeltet, og kor stor er straumen gjennom leiaren?

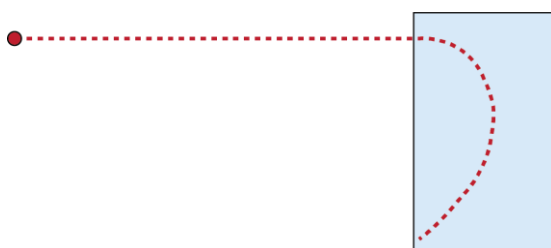
	Magnetfeltet	Straumen
A	inn i papiret	16 A
B	inn i papiret	8,0 A
C	ut av papiret	16 A
D	ut av papiret	8,0 A



- n) Ein ladd partikkel blir send inn i eit område med eit homogent magnetfelt med flukstettleik B . Magnetfeltet har retning vinkelrett på papiplanet. Figuren viser halvsirkelbana partikkelen følgjer.



Ein identisk partikkel med like stor fart blir send inn i det same området. Flukstettleiken er framleis B idet partikkelen kjem inn, men endrar seg mens partikkelen beveger seg i området. Magnetfeltet skiftar ikkje retning under bevegelsen. Figuren nedanfor viser bana partikkelen følgjer. Sjå bort frå alle andre krefter enn den magnetiske krafta.

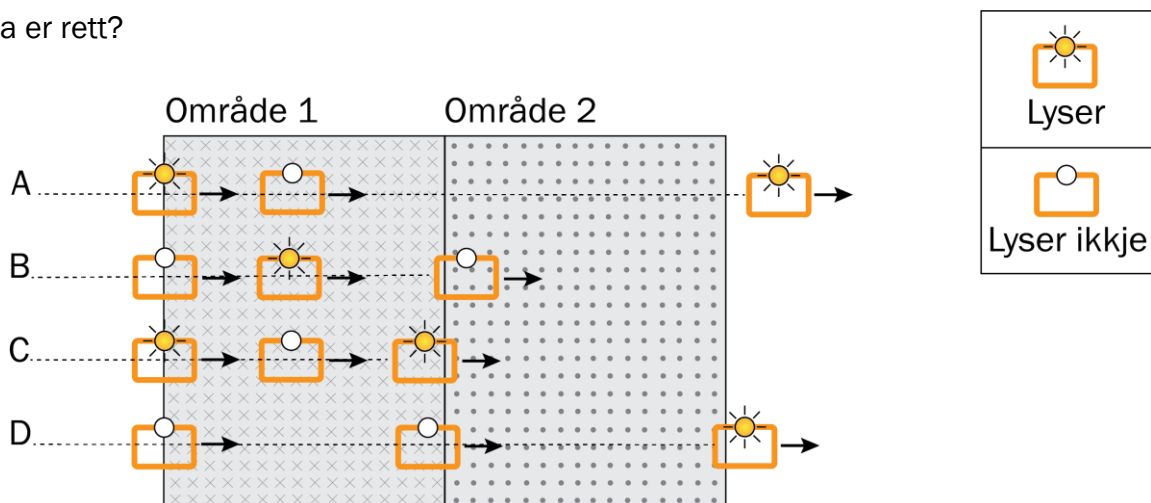


Kva er rett?

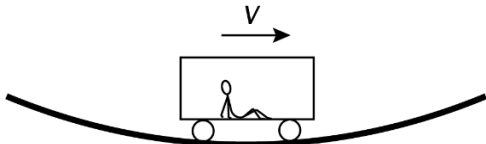
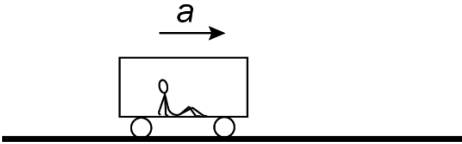
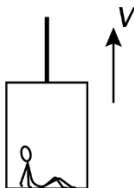
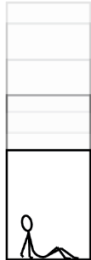
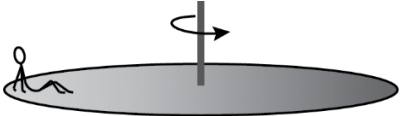
- A Både flukstettleiken og farten minkar.
- B Flukstettleiken minkar, men farten endrar seg ikkje.
- C Både flukstettleiken og farten aukar.
- D Flukstettleiken aukar, men farten endrar seg ikkje.

- o) Ei lukka strømsløyfe er kopla til ei lyspære. Lyspæra lyser når det går straum gjennom sløyfa, og lyser ikkje når det ikkje går straum gjennom sløyfa, uansett straumretning. Sløyfa går med ein konstant fart gjennom to område med motsett retta magnetfelt.

Kva er rett?



- p) Figuren viser ein person i fem ulike referansesystem i eit homogent gravitasjonsfelt.

System 1  Ei vogn med konstant banefart i botnen av ein bakke.	System 2  Ei vogn som beveger seg rettlinja med konstant akselerasjon.	
System 3  Ein heis som beveger seg vertikalt med konstant fart.	System 4  Ei kasse i fritt fall.	System 5  Ein karusell som roterer med konstant periode.

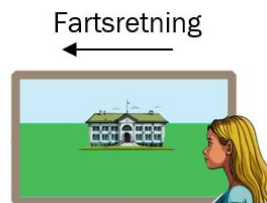
Kva system er eit tregleikssystem ifølgje den **spesielle** relativitetsteorien?

- A berre system 1 og 3
- B berre system 1 og 5
- C berre system 2 og 4
- D berre system 3

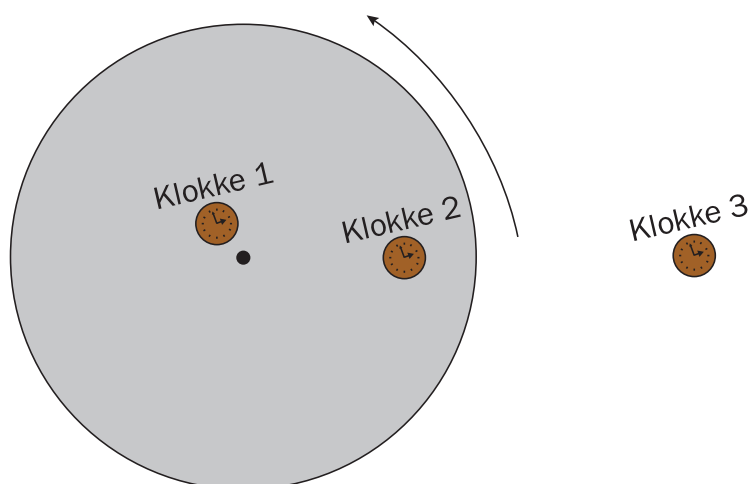
- q) Line er på skulen og måler at skulebygninga er 36 m lang. I eit tankeeksperiment passerer ho skulebygninga i eit tog med svært stor fart, slik at lorentzfaktoren $\gamma = 4,0$. Fartsretninga til toget er vist i figuren.

Kor lang er skulebygninga observert frå togvindauset?

- A 9,0 m
- B 18 m
- C 32 m
- D 0,14 km



- r) Klokke 1 og klokke 2 er festa til ei hurtig roterande skive som ligg horisontalt. Klokke 1 er festa nær sentrum, og klokke 2 er festa nær kanten av skiva. Klokke 3 ligg i ro på utsida av skiva i same høgd som dei andre klokkene.



Det er gitt to påstandar:

- 1 Klokke 1 og klokke 2 går like raskt.
- 2 Klokke 2 går raskare enn klokke 3.

Kva er rett?

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

- s) Eit lyssignal blir sendt frå overflata av planet A til overflata av planet B. Planetane er identiske. Sjå bort frå bevegelsen til planetane og alle andre himmellekamar.



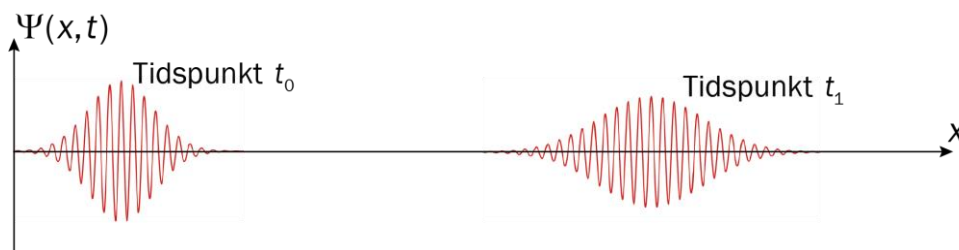
Det er gitt to påstandar:

- 1 Signalet blir først blåforskyvd og deretter raudforskyvd.
- 2 Bølgjelengda til signalet når det blir sendt ut frå planet A, er lik bølgjelengda til signalet når det blir teke imot ved planet B.

Kva er rett?

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

- t) Ein kvantepartikkel beveger seg mot høgre i x -retning. Eigenskapane til kvantepartikkelen blir beskrivne av ein bølgefunksjon Ψ som er avhengig av posisjon og tid. Figuren nedanfor viser bølgefunksjonen ved to ulike tidspunkt, t_0 og t_1 .



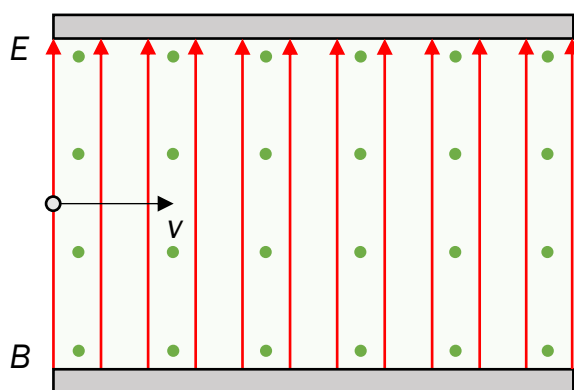
Ved tidspunktet t_0 er uskarpleiken i posisjonen Δx_0 , og den minste moglege uskarpleiken i bevegelsesmengda er Δp_0 .

Kva er rett om uskarpleikane Δx_1 og Δp_1 ved tidspunktet t_1 ?

- A $\Delta x_1 > \Delta x_0$ og $\Delta p_1 > \Delta p_0$
- B $\Delta x_1 > \Delta x_0$ og $\Delta p_1 < \Delta p_0$
- C $\Delta x_1 < \Delta x_0$ og $\Delta p_1 > \Delta p_0$
- D $\Delta x_1 < \Delta x_0$ og $\Delta p_1 < \Delta p_0$

Oppgave 2

- a) Eit elektron beveger seg inn i eit område med både eit homogent elektrisk felt med feltstyrke E , og eit homogent magnetisk felt med flukstettleik B . Det elektriske feltet har retning oppover, mens retninga til det magnetiske feltet er ut av papirplanet. Idet elektronet kjem inn i området, er farten v vinkelrett på begge felta. Sjå bort frå alle andre felt enn det elektriske og det magnetiske feltet.



Elektronet beveger seg i ei rettlinja bane gjennom området.

- 1 Vis at farten til elektronet er gitt ved $v = \frac{E}{B}$.

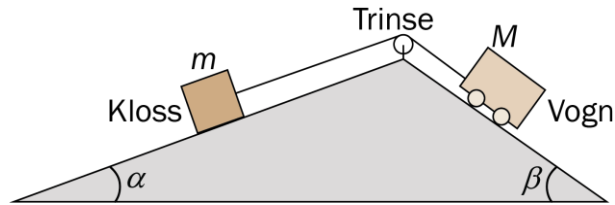
Eit nytt elektron kjem inn i feltet med same fartsretning som det første elektronet, men med ein mindre fart.

Håkon påstår at kraftsummen på det nye elektronet har retning nedover like etter at det kjem inn i området.

Johanna påstår at storleiken på den magnetiske krafta på det nye elektronet vil vere konstant så lenge elektronet beveger seg i området.

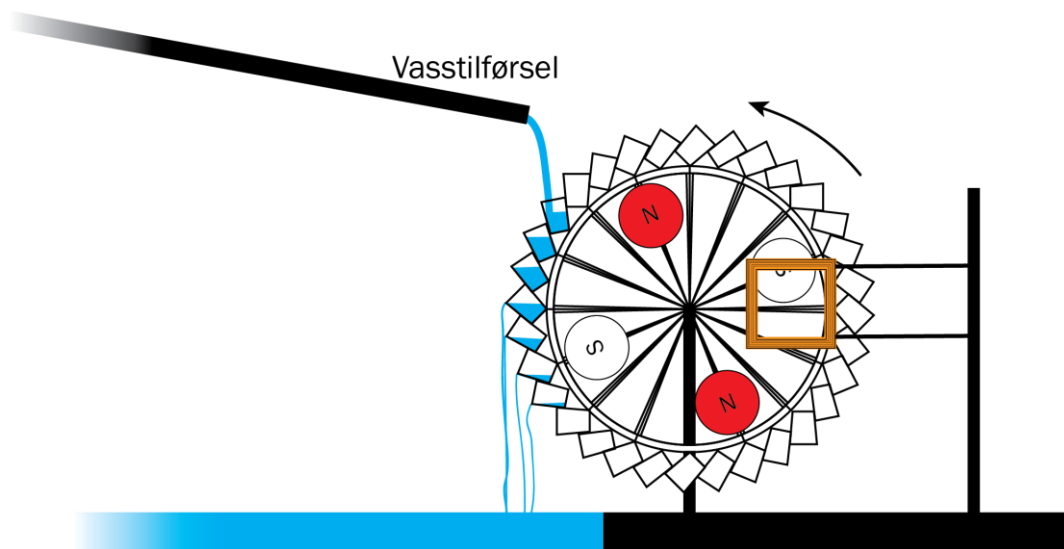
- 2 Vurder påstandane til Håkon og Johanna.

- b) Ein kloss med masse m og ei vogn med masse $M = 2m$ er forbundne med ei snor som går over ei trinse. Gjenstandane er plasserte på kvart sitt skråplan der vinkelen $\beta > \alpha$. Klossen og vogna beveger seg med stram snor. Sjå bort frå friksjon og luftmotstand.



- 1 Teikn ein figur som viser kreftene på klossen.
- 2 Teikn ein figur som viser kreftene på vogna.
- 3 Bestem eit uttrykk for absoluttverdien til akselerasjonen til klossen og vogna.

- c) Eit enkelt vasskraftverk består av eit hjul med vassbeger. Ein vasstilførsel fyller begera, noko som får hjulet til å rotere. Fire magnetar er plasserte på hjulet, med nord- og sørpolen vend utover annankvar gong, som vist i figuren. Magnetane passerer ein spole som blir halden oppe av eit stativ.



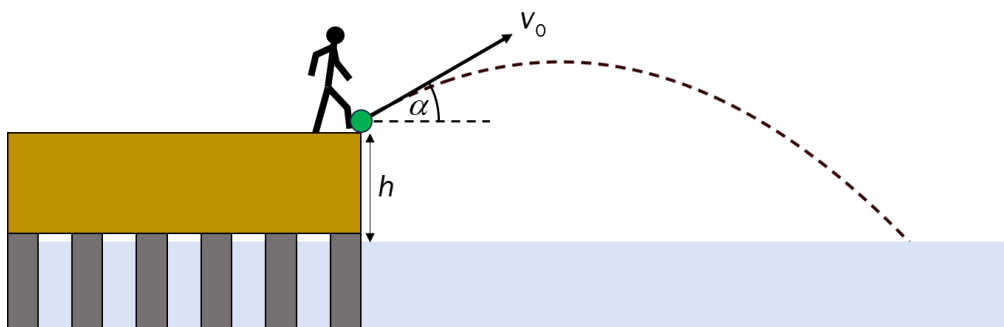
Korleis kan auka vasstilførsel auke den maksimale induserte spenninga i spolen?
Grunngi svaret ditt med Faradays induksjonslov.

Del 2

Oppgåve 3

Sjå bort frå luftmotstand i heile oppgåva.

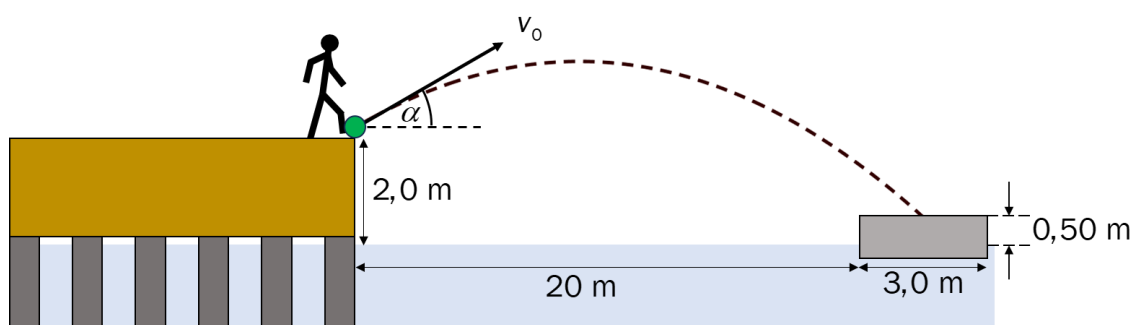
Ein ball blir sparka på skrå ut frå kanten av ei bryggje. Bryggja har ei høgd $h = 2,0$ m over vassflata. Startfarten til ballen $v_0 = 15$ m/s, og utgangsvinkelen $\alpha = 30^\circ$.



- a) Vis at det tar 1,8 s fr  ballen blir sparka og til han treffer vatnet.
- b) Kor langt frå bryggjekanten målt horisontalt treffer ballen vatnet?

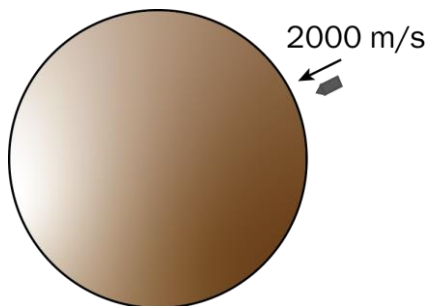
Uti vatnet ligg ein fl te. Fl ten har høgd 0,50 m over vassoverflata. Lengda av fl ten er 3,0 m. Fl ten ligg 20 m frå bryggjekanten. Ballen blir sparka på nytt med same utgangsvinkel fr  bryggjekanten.

- c) Bestem farten ballen må ha for å treffe midt på fl ten.



Oppgave 4

I august 2023 kolliderte romsonden Luna-25 med månen. Anta at romsonden hadde ein masse på 30,0 kg og ein fart på 2000 m/s då han kolliderte, og at han berre var påverka av gravitasjonsfeltet frå månen.



- a) Vis at farten til romsonden var 1,44 km/s då han var 900 km unna overflata til månen.

Vi antar at romsonden fall rettlinja mot månen.

- b) Kor lang tid tok det frå romsonden var 900 km unna overflata, til han trefte månen?
Du kan ta utgangspunkt i koden nedanfor.

1	<code>r =</code>
2	<code>v =</code>
3	<code>t =</code>
4	<code>dt = 0.001</code>
5	
6	<code>while</code> <code>:</code>
7	<code>a =</code>
8	<code>v =</code>
9	<code>r =</code>
10	<code>t = t + dt</code>
11	<code>print()</code>

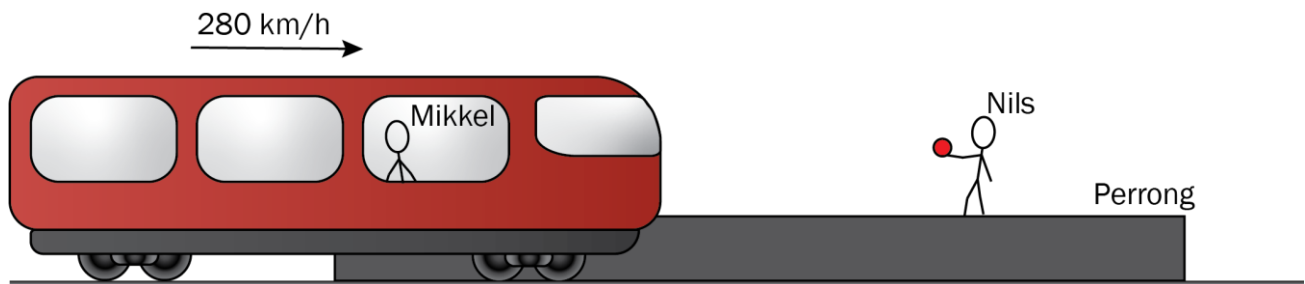
Ein annan romsonde går i ein sirkelbane 900 km over overflata til månen.

- c) Kor stor er rundetida til denne romsonden?

Oppgave 5

I eit tankeeksperiment er lysfarten 300 m/s , og ikkje $3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Eit tog køyrer med ein konstant rettlinja fart på 280 km/h forbi ein perrong. Mikkel er i toget, og Nils står på perrongen. Nils slepp ein kuleforma ball idet Mikkel passerer. Nils måler at falltida er $1,00 \text{ s}$, og at diameteren til ballen er $15,9 \text{ cm}$.



- Vil Mikkel måle ei lengre eller kortare falltid enn Nils?
- Kor lang falltid vil Mikkel måle?
- Teikn ei skisse av korleis ballen ser ut for Mikkel idet Mikkel passerer Nils. Bestem aktuelle lengdemål.

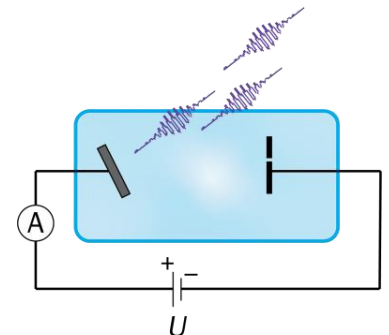
Oppgave 6

Foton med ei bølglengd på 245 nm treffer ei metalloverflate. Elektron blir frigjorde og får ein maksimal kinetisk energi på $1,18 \cdot 10^{-19}$ J.

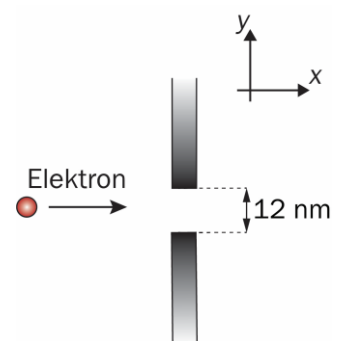
- a) Bestem det fotoelektriske frigjeringsarbeidet frå metalloverflata.

Figuren til høgre viser ein krets der foton treffer ei metalloverflate. Kretsen består også av ei variabel spenningskjelde og eit amperemeter.

- b) Ta utgangspunkt i figuren for å forklare korleis vi kan berekne den maksimale kinetiske energien til elektrona som blir frigjorde frå metalloverflata.



Den variable spenningskjelda blir skrudd av. Nokre av elektrona som blir frigjorde, går gjennom ei spalteopning i metallplata til høgre i kretsen. Elektrona beveger seg i x-retning, og spalta har ei opning på 12 nm i y-retning. Sjå figuren til høgre. Anta at posisjonen til elektrona som går gjennom spalta, har ein uskarpleik på 12 nm i y-retning.



- c) Bestem den minste moglege uskarpleiken til bevegelsesmengda til elektrona i y-retning.

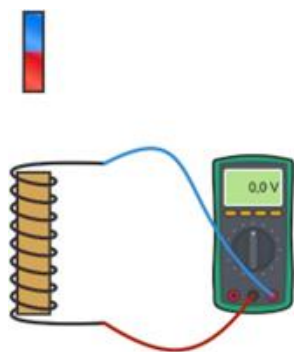
Ei anna spalte, med like stor opning, blir plassert på linje bak den første spalta.



- d) Ta utgangspunkt i at elektron er kvantepartiklar for å forklare at eit elektron som går gjennom den første spalta, ikkje nødvendigvis går gjennom den andre spalta.

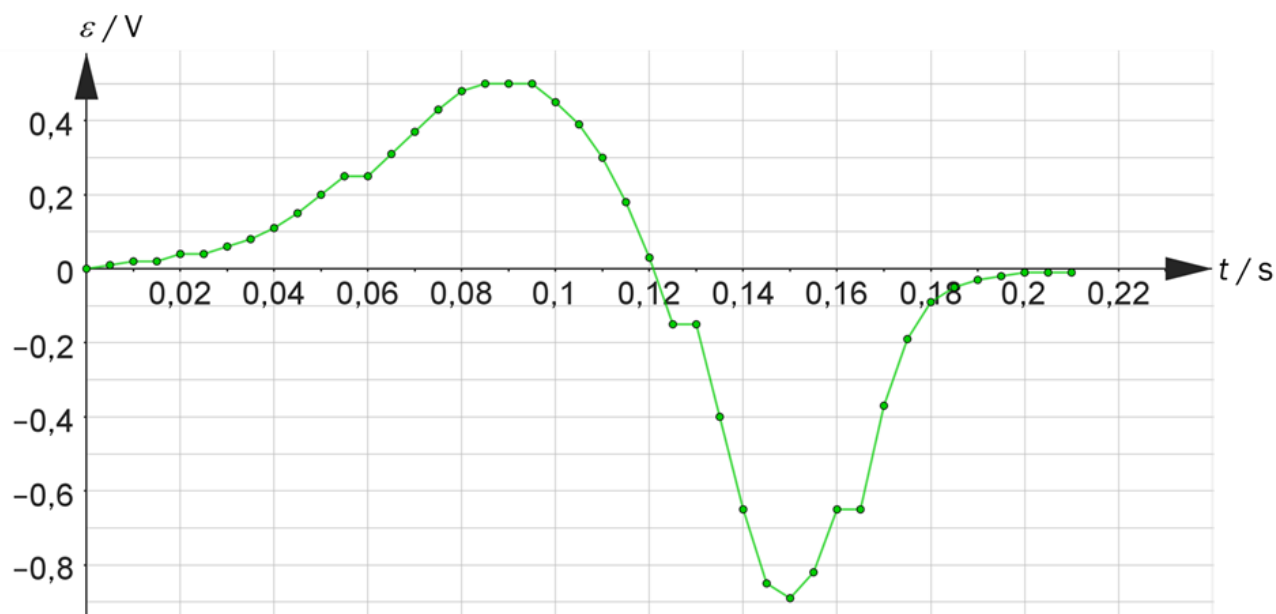
Oppgave 7

Ein stavmagnet blir sleppt frå ro, med nordpolen ned, gjennom ein spole.



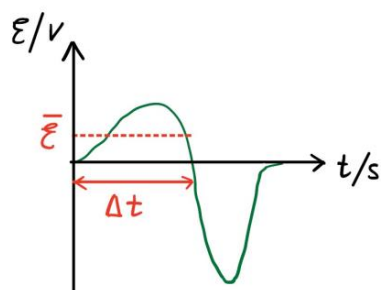
- a) 1 Kva retning har det induserte magnetfeltet inne i spolen når staven fell mot spolen?
2 Kva retning har det induserte magnetfeltet inne i spolen når staven forlèt spolen?

Nokre elevar gjør eit forsøk der dei bruker ein dataloggar til å måle den induserte spenninga ε (ems) over spolen når magneten fell gjennom spolen. Grafen nedanfor viser resultata av dette forsøket.



- b) Kvifor er absoluttverdien av den maksimale emsen mindre når magneten kjem inn i spolen, enn når magneten forlèt spolen?

Ut frå grafen har elevane funne at absoluttverdien av den gjennomsnittlege emsen $\bar{\varepsilon}$ når magneten kjem inn i spolen, er 0,23 V, og at absoluttverdien av den gjennomsnittlege emsen når magneten forlèt spolen, er 0,31 V. Spolen har 600 vindingar.



- c) Bruk Faradays induksjonslov til å bestemme absoluttverdien av endringa i magnetisk fluks i intervallet $0 < t < 0,12$ s, og i intervallet $0,12 \text{ s} < t < 0,21$ s. Kommenter svaret.

Elevane gjentek forsøket med ein ny magnet. Dei slepp magneten frå ulike høgder gjennom den same spolen. Dei måler den gjennomsnittlege emsen $\bar{\varepsilon}$ i tidsintervallet Δt når magneten kjem inn i spolen. Nedanfor ser du måleresultata. Anta at usikkerheita i tida Δt er 5 % og usikkerheita i $\bar{\varepsilon}$ er 1 %.

Forsøk	$\Delta t / \text{s}$	$\bar{\varepsilon} / \text{V}$
1	0,12	0,22
2	0,11	0,24
3	0,10	0,27
4	0,088	0,30
5	0,084	0,33
6	0,075	0,37
7	0,072	0,38
8	0,069	0,40

- d) Vurder om måleresultata er i samsvar med Faradays induksjonslov.

Faktavedlegg

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

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

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)	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
	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 brukast under både del 1 og del 2 av eksamen.

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

Mekanikk	$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$v = v_0 + a t$	$v^2 - v_0^2 = 2 a s$	$s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$
	$v(t) = s'(t)$	$s(t) = \int v(t) dt$	$a(t) = v'(t)$	$v(t) = \int a(t) dt$
	$a = \frac{v^2}{r}$	$v = \frac{2\pi r}{T}$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	$f = \frac{1}{T}$
	$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow v = \text{konstant}$	$\Sigma F = m a$	$F^* = -F$	$R = \mu N$
	$W = F \cdot s = F s \cos(\alpha)$	$W = \int_a^b F ds$	$E = E_0 + W_a$	$E_p = mgh$
	$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$	$p = mv$	$L = kv, \quad L = kv^2$	$E_k = \frac{1}{2} m v^2$
Gravitasjon	$G = \gamma \frac{Mm}{r^2}$	$g = \frac{G}{m}$	$E_p = -\gamma \frac{Mm}{r}$	
Elektrisitet og magnetisme	$F_e = k_e \frac{Qq}{r^2}$	$E = \frac{F_e}{q}$	$U = \frac{W}{q}$	$E = \frac{U}{d}$
	$I = \frac{Q}{t}$	$R = \frac{U}{I}$	$P = UI$	$B = k_m \frac{I}{r}$
	$F_m = q v \times B$	$F_m = I L \times B$	$F_m = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \cdot L$	
	$\Phi = B \cdot A = B A \cos(\alpha)$	$\bar{\varepsilon} = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	$\varepsilon = -N \cdot \Phi'(t)$	$\varepsilon = vBL$
	$\varepsilon = \varepsilon_{\text{maks}} \sin(\omega t)$	$\varepsilon_{\text{maks}} = NBA\omega$	$U_s I_s = U_p I_p$	$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$
Relativitetsteori	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$	$t = \gamma t_0$	$L = \frac{L_0}{\gamma}$	$p = \gamma m v$
	$E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$	$E = E_k + E_0$	$E_k = (\gamma - 1)mc^2$	$E_0 = mc^2$
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	$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$	$\Delta x = \frac{x_{\text{maks}} - x_{\text{min}}}{2}$
	$\Delta(x \pm y \pm \dots) = \Delta x + \Delta y + \dots$	$\frac{\Delta(x^n \cdot y^m \cdot \dots)}{x^n \cdot y^m \cdot \dots} = \frac{ n \cdot \Delta x}{\bar{x}} + \frac{ m \cdot \Delta y}{\bar{y}} + \dots$

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	$\int f(x)dx = F(x) + C, \text{ hvor } F'(x) = f(x)$		$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$
Vektorregning	$a \cdot b = a \cdot b \cos(v)$		$ a \times b = a \cdot b \sin(v)$
	$[x_1, y_1] + [x_2, y_2] = [x_1 + x_2, y_1 + y_2]$		$a \times b \perp a \quad a \times b \perp b$
Geometri	$O_{\text{sirkel}} = 2\pi r$	$A_{\text{sirkel}} = \pi r^2$	$A_{\text{kule}} = 4\pi r^2$
	$\sin v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hyp.}}$	$\cos v = \frac{\text{hos. kat.}}{\text{hyp.}}$	$\tan v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hos. kat.}}$
	$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(A)$		$\frac{\sin(A)}{a} = \frac{\sin(B)}{b} = \frac{\sin(C)}{c}$

	0°	30°	45°	60°	90°
sin v	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos v	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tan v	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	

Programmeringsvedlegg

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

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

En del av kommandoene er avhengig av å bruke pylab-biblioteket ved hjelp av `from pylab import *`.

Det er ikke kommentert spesifikt hvilke kommandoer som krever dette.

Utskrift	<code>print()</code>
Regneoperatorer	<code>+ - * ** / //</code>
Definere variabel	<code>a = <verdi></code>
Tilordne variabel ny verdi	<code>= += -= *= /=</code>
Heltall og desimaltall	<code>int(<tall>) float(<tall>)</code>
Konstanter	<code>pi e</code>
Tall på standardform	Eksempel: 6.67E-11 eller 6.67e-11
Lister og arrays (vektorer)	<code>L = []</code> <code>L.append(<verdi>)</code> <code>v = array(L)</code> <code>v = zeros(<antall elementer>)</code> <code>x = linspace(<start>, <slutt>, <antall elementer>)</code>
Definere funksjon	<code>def <navn og argument til funksjon>:</code> <code> return <funksjon></code>
Innebygde funksjoner	<code>exp() log() sqrt() abs()</code> <code>sin() arcsin() cos() arccos() tan() arctan() radians()</code> <code>degrees() min() max() sum() mean() std() len()</code> <code>random() round() float() int() sign()</code>
Informasjon fra brukeren	<code>input()</code>

Fortsettelse vedlegg 3

Plotte	<code>plot(<x-verdier>, <y-verdier>, <farge og layout>)</code> <code>title(<tittel>)</code> <code>xlabel(<navn på førsteakse>)</code> <code>ylabel(<navn på andreakse>)</code> <code>grid()</code> <code>axis('equal')</code> <code>show()</code>
Sammenligne	<code>==</code> <code>!=</code> <code><</code> <code>></code> <code><=</code> <code>>=</code>
Logikk	<code>and</code> <code>or</code> <code>not</code>
if-test	<code>if <betingelse>:</code> <hva som skal skje> <code>elif <betingelse>:</code> <hva som skal skje> <code>else:</code> <hva som skal skje> <code>if <betingelse>:</code> <code>break</code>
Løkker/iterasjoner	<code>for n in range(<verdier>):</code> <hva som skal skje> <code>for n in <liste>:</code> <hva som skal skje> <code>while <betingelse>:</code> <hva som skal skje>

Blank side

Blank side

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