

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 kan brukes til kommunikasjon. Ved bruk av nettbaserte hjelpemidler under eksamen har du ikke lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måter å utveksle informasjon med andre på er ikke tillatt. Du kan ikke bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarende teknologi.
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 fallskjermhopper kaster seg ut fra et fly som beveger seg med konstant og horisontal fart. I løpet av 15 sekunder får fallskjermhopperen tilnærmet konstant, rettlinjet fart.

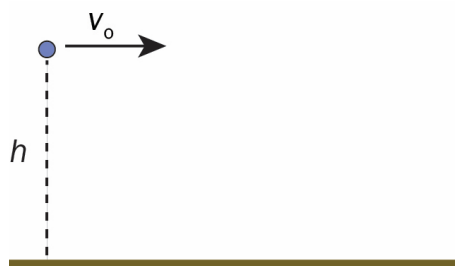


Hvilket utsagn er riktig for tidsintervallet på 15 sekunder?

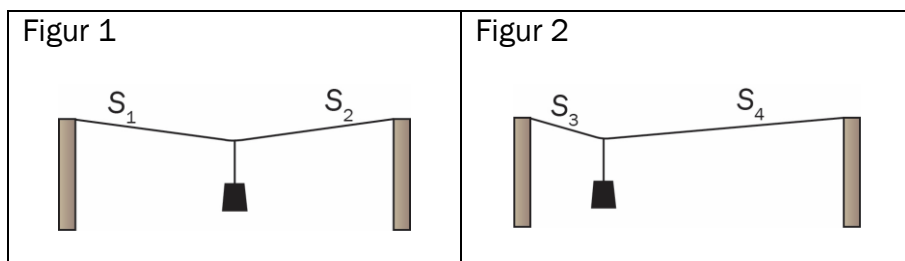
- A Absoluttverdien av den horisontale fartskomponenten er konstant.
 - B Absoluttverdien av den horisontale akselerasjonskomponenten er konstant.
 - C Absoluttverdien av den vertikale fartskomponenten minker.
 - D Absoluttverdien av den vertikale akselerasjonskomponenten minker.
- b) Ei kule skytes ut med en horisontal fart v_0 fra et gevær i en høyde h over et horisontalt underlag. Se bort fra luftmotstand.

Hvor lang tid tar det før kula treffer underlaget?

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



- c) Figurene viser et lodd som henger i ro. Loddet er festet til to snorer, som igjen er festet til toppen av to like høye stolper. I figur 1 henger loddet midt mellom stolpene. I figur 2 henger loddet til venstre for midten. Vi har snorkreftene S_1 , S_2 , S_3 og S_4 på henholdsvis snor 1, 2, 3 og 4.



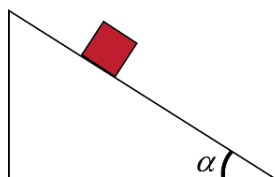
Det er gitt to påstander:

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

Hva er riktig?

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

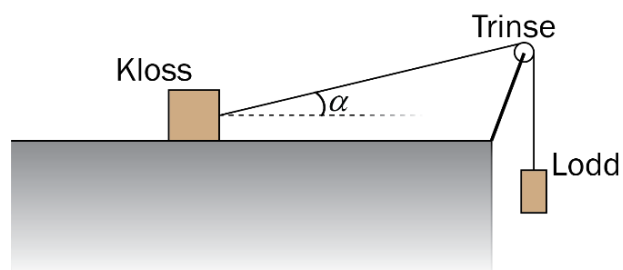
- d) En kloss glir nedover et skråplan med helningsvinkel α . Friksjonstallet mellom klossen og skråplanet er 0,20. Se bort fra luftmotstand.



Hvor stor er akselerasjonen til klossen når den glir nedover skråplanet?

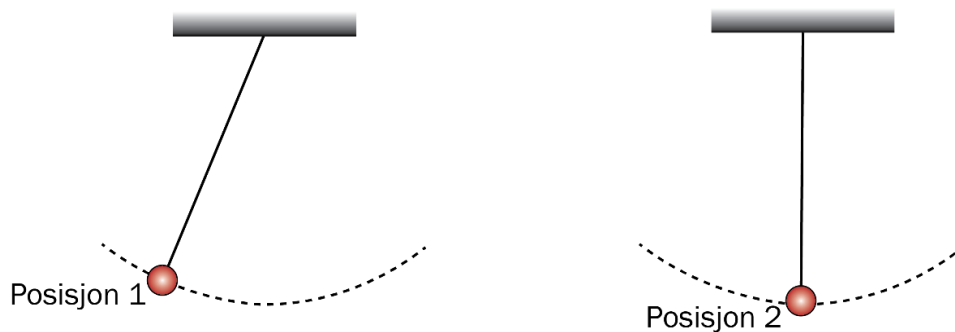
- A $g \sin \alpha$
- B $g(\sin \alpha - 0,20 \cos \alpha)$
- C $g(\sin \alpha + 0,20 \cos \alpha)$
- D $g(\cos \alpha + 0,20 \sin \alpha)$

- e) En kloss blir trukket horisontalt langs et bord av ei snor. Snora går over ei trinse og videre til et lodd. Snora danner vinkelen α med horisontalen. Vinkelen endres når klossen beveger seg. Hele klossens underside er i kontakt med bordet under bevegelsen. Se bort fra all friksjon og luftmotstand.



Når klossen beveger seg, vil

- A akselerasjonen øke
 - B akselerasjonen avta
 - C akselerasjonen være konstant
 - D akselerasjonen være null
- f) Ei kule er festet i ei masseløs snor og svinger fram og tilbake mellom to ytterstillinger. Vi ser på kula når den er ved to ulike posisjoner. Se bort fra luftmotstand.



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

- 1 Summen av kreftene peker i samme retning som snorkraften når kula er i posisjon 1.
- 2 Summen av kreftene peker i samme retning som snorkraften når kula er i posisjon 2.

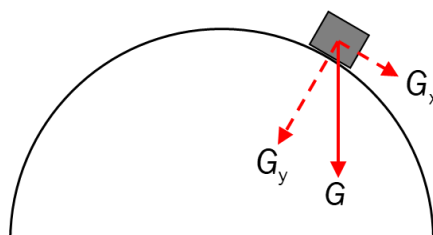
Hva er riktig?

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

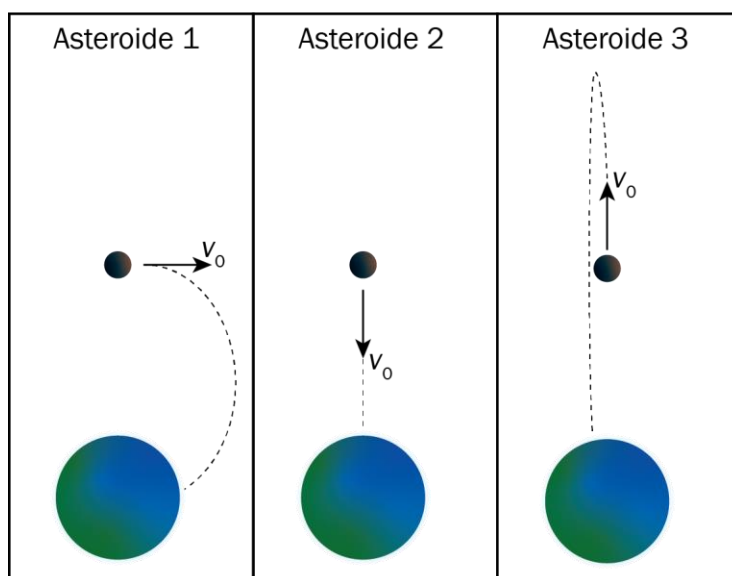
- g) En kloss med masse m glir ned overflata på en sirkelformet bane med radius r . Figuren viser hvordan tyngdekraften G dekomponeres i et gitt punkt der klossen glir med farten v .

Hva er riktig uttrykk for normalkraften 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 asteroider kolliderer med jorda. Alle asteroidene har farten v_0 når de er i en bestemt avstand fra jorda, men retningen de beveger seg i når de er i denne avstanden, er forskjellig. Se figur. Se bort fra luftmotstand.

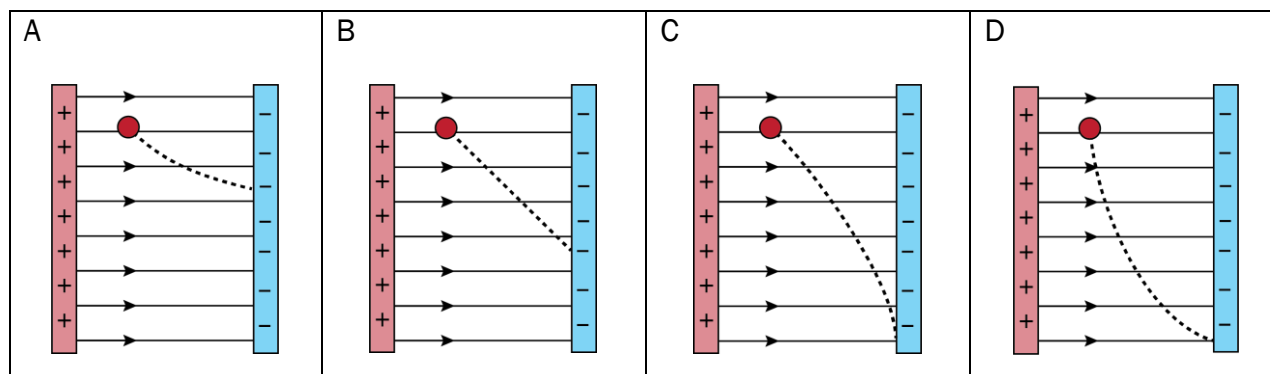


Hva er riktig?

- 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 Asteroidene treffer jorda med like stor fart.

- i) En positivt ladd partikkel slippes **fra ro** i et område mellom to vertikale plater der det er et homogent elektrisk felt og et homogent gravitasjonsfelt. Det elektriske feltet er vannrett og peker mot høyre, og gravitasjonsfeltet peker nedover. Partikkelen er bare påvirket av tyngdekraften og kraften fra det elektriske feltet.

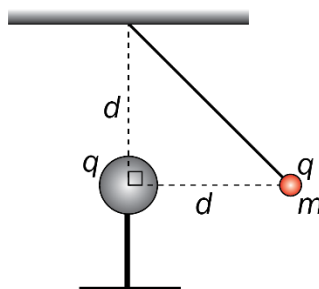
Hvilken bane vil partikkelen følge?



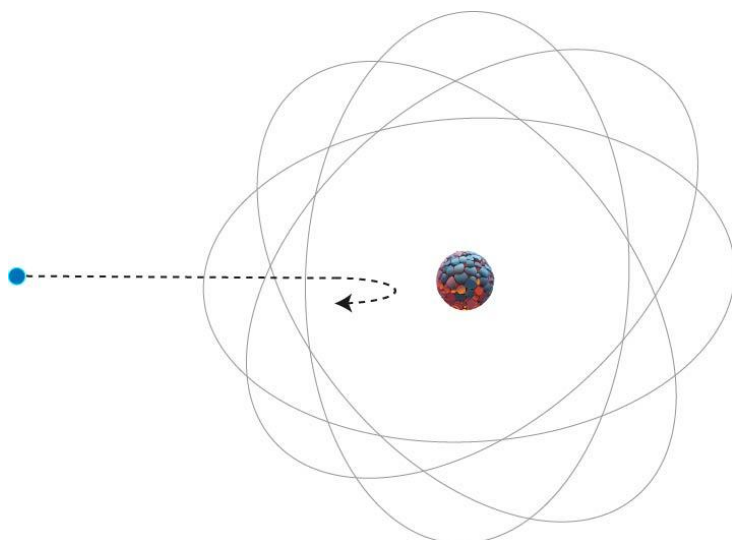
- j) Ei kule med masse m henger i ro i ei snor i det elektriske feltet fra ei annen kule. Den andre kula er festet til ei stang vertikalt nedenfor opphengingspunktet. Begge kulene har ladning q . Opphengingspunktet og kulene danner en rettvinklet trekant, hvor katetene har lengde d .

Hva er riktig uttrykk for ladningen 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) En heliumkjerne sendes mot en større atomkjerne. Programmet nedenfor finner tiden det tar for heliumkjernen å bevege seg fra en avstand r til en avstand d fra den større kjernen.

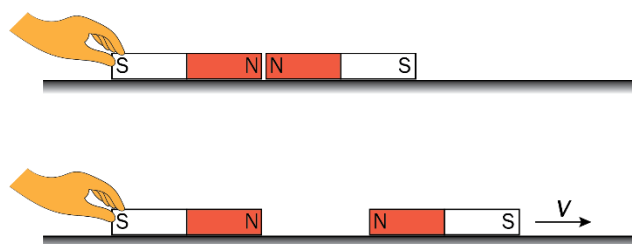


```
1  q = 2*1.60E-19
2  Q = 79*1.60E-19
3  k = 8.99E9
4  m = 6.645E-27
5
6  r = 1E-10
7  v = 2.9E7
8  d = 1.1E-13
9  t = 0
10 dt = 1.0E-22
11
12 while r > d:
13     a =
14     v = v + a*dt
15     r = r - v*dt
16     t = t + dt
17 print(t)
```

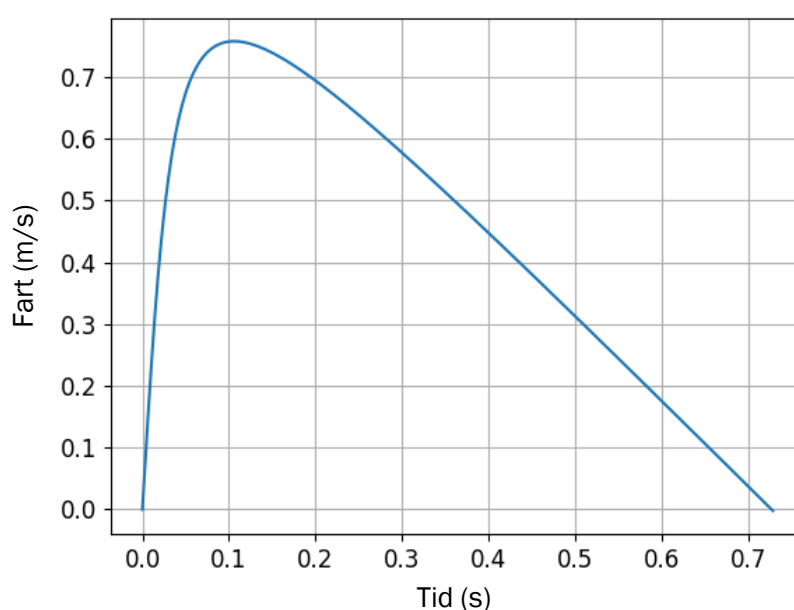
Hva skal stå på linje 13?

- 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 magneter ligger inntil hverandre og med like poler mot hverandre. Magneten til venstre holdes fast. Magneten til høyre slippes og beveger seg rett fram på et horisontalt underlag før den stanser. Det virker friksjon mellom magneten og underlaget. Se bort fra luftmotstand.



Grafen viser magneten til høyre sin fart v som funksjon av tiden.



Hva er riktig?

- A Ved tiden 0,1 s er akselerasjonen til magneten størst.
- B Ved tiden 0,1 s er friksjonskraften og den magnetiske frastøtningskraften like store.
- C Ved tiden 0,2 s er friksjonskraften mindre enn den magnetiske frastøtningskraften.
- D Magneten beveger seg høyst 15 cm før den stanser.

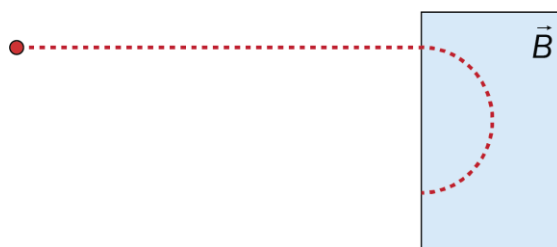
- m) En rett, strømførende leder er i et homogent magnetfelt med flukstetthet (feltstyrke) 0,50 T. Magnetfeltet har retning vinkelrett på papirplanet. Den magnetiske kraften som virker på 0,25 m av lederen, er 2,0 N og har retning til venstre. Strømretningen er nedover.

Hvilken retning har magnetfeltet, og hvor stor er strømmen gjennom lederen?

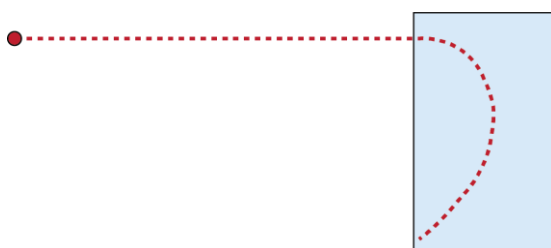
	Magnetfeltet	Strømmen
A	inn i papiret	16 A
B	inn i papiret	8,0 A
C	ut av papiret	16 A
D	ut av papiret	8,0 A



- n) En ladd partikkel sendes inn i et område med et homogent magnetfelt med flukstetthet B . Magnetfeltet har retning vinkelrett på papirplanet. Figuren viser halvsirkelbanen partikkelen følger.



En identisk partikkel med like stor fart sendes inn i det samme området. Flukstettheten er fortsatt B idet partikkelen kommer inn, men endres mens partikkelen beveger seg i området. Magnetfeltet skifter ikke retning under bevegelsen. Figuren nedenfor viser banen partikkelen følger. Se bort fra alle andre krefter enn den magnetiske kraften.

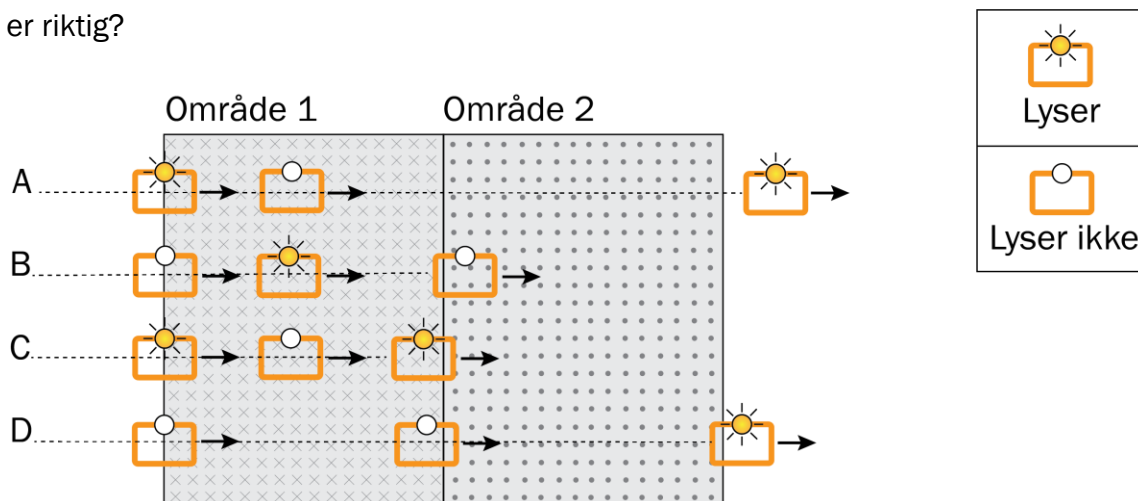


Hva er riktig?

- A Både flukstettheten og farten minker.
- B Flukstettheten minker, men farten endres ikke.
- C Både flukstettheten og farten øker.
- D Flukstettheten øker, men farten endres ikke.

- o) Ei lukket strømsløyfe er koblet til ei lyspære. Lyspæra lyser når det går strøm gjennom sløyfa, og lyser ikke når det ikke går strøm gjennom sløyfa, uansett strømretning. Sløyfa går med en konstant fart gjennom to områder med motsatt rettet magnetfelt.

Hva er riktig?



- p) Figuren viser en person i fem ulike referansesystemer i et homogent gravitasjonsfelt.

System 1 Ei vogn med konstant banefart i bunnen av en bakke.	System 2 Ei vogn som beveger seg rettlinjet med konstant akselerasjon.	
System 3 En heis som beveger seg vertikalt med konstant fart.	System 4 Ei kasse i fritt fall.	System 5 En karusell som roterer med konstant periode.

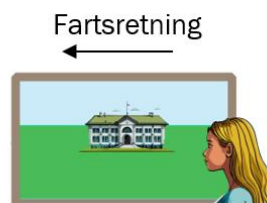
Hvilke systemer eller hvilket system er et treghetssystem ifølge den **spesielle** relativitetsteorien?

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

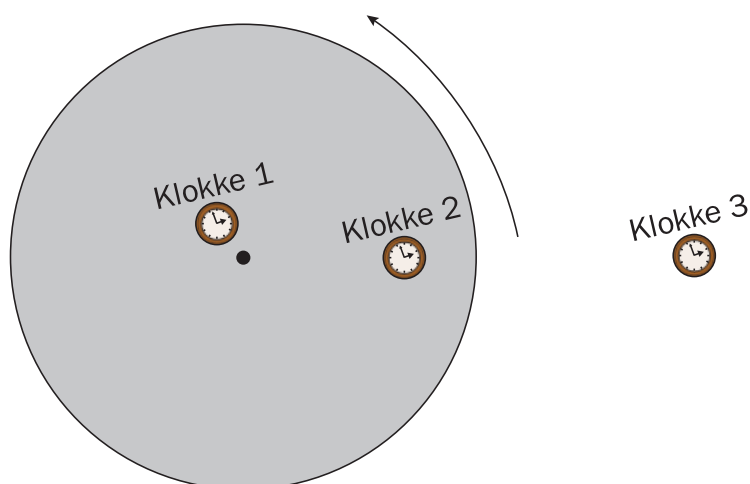
- q) Line er på skolen og måler at skolebygningen er 36 m lang. I et tankeeksperiment passerer hun skolebygningen i et tog med svært stor fart, slik at lorentzfaktoren $\gamma = 4,0$. Fartsretningen til toget er vist i figuren.

Hvor lang er skolebygningen observert fra togvinduet?

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



- r) Klokke 1 og klokke 2 er festet til en hurtig roterende skive som ligger horisontalt. Klokke 1 er festet nær sentrum, og klokke 2 er festet nær kanten av skiva. Klokke 3 ligger i ro på utsiden av skiva i samme høyde som de andre klokkenene.



Det er gitt to påstander:

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

Hva er riktig?

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

- s) Et lyssignal sendes fra overflata av planet A til overflata av planet B. Planetene er identiske. Se bort fra planetenes bevegelse og alle andre himmellegemer.



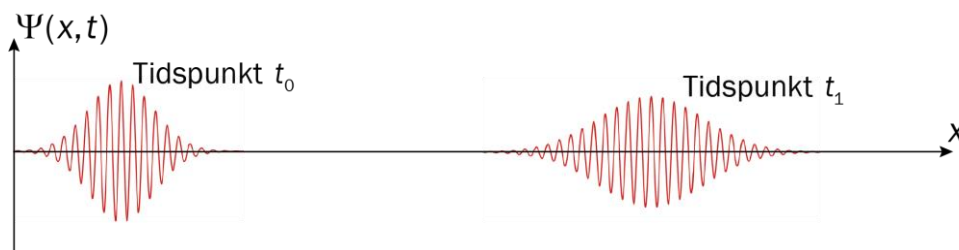
Det er gitt to påstander:

- 1 Signalet blir først blåforskjøvet og deretter rødforskjøvet.
- 2 Bølgelengden til signalet når det sendes ut fra planet A, er lik bølgelengden til signalet når det mottas ved planet B.

Hva er riktig?

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

- t) En kvantepartikkel beveger seg mot høyre i x -retning. Egenskapene til kvantepartikkelen beskrives av en bølgefunksjon Ψ som er avhengig av posisjon og tid. Figuren nedenfor viser bølgefunksjonen ved to ulike tidspunkter, t_0 og t_1 .



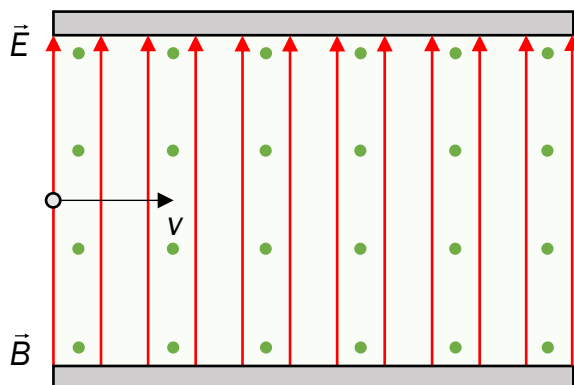
Ved tidspunktet t_0 er uskarpheten i posisjonen Δx_0 , og den minste mulige uskarpheten i bevegelsesmengden er Δp_0 .

Hva er riktig om uskarphetene 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) Et elektron beveger seg inn i et område med både et homogent elektrisk felt med feltstyrke E , og et homogent magnetisk felt med flukstetthet B . Det elektriske feltet har retning oppover, mens retningen til det magnetiske feltet er ut av papirplanet. Idet elektronet kommer inn i området, er farten v vinkelrett på begge feltene. Se bort fra alle andre felt enn det elektriske og det magnetiske feltet.



Elektronet beveger seg i en rettlinjet bane gjennom området.

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

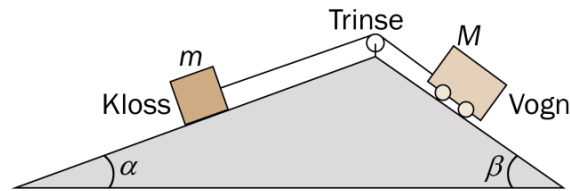
Et nytt elektron kommer inn i feltet med samme fartsretning som det første elektronet, men med en mindre fart.

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

Johanna påstår at størrelsen på den magnetiske kraften på det nye elektronet vil være konstant så lenge elektronet beveger seg i området.

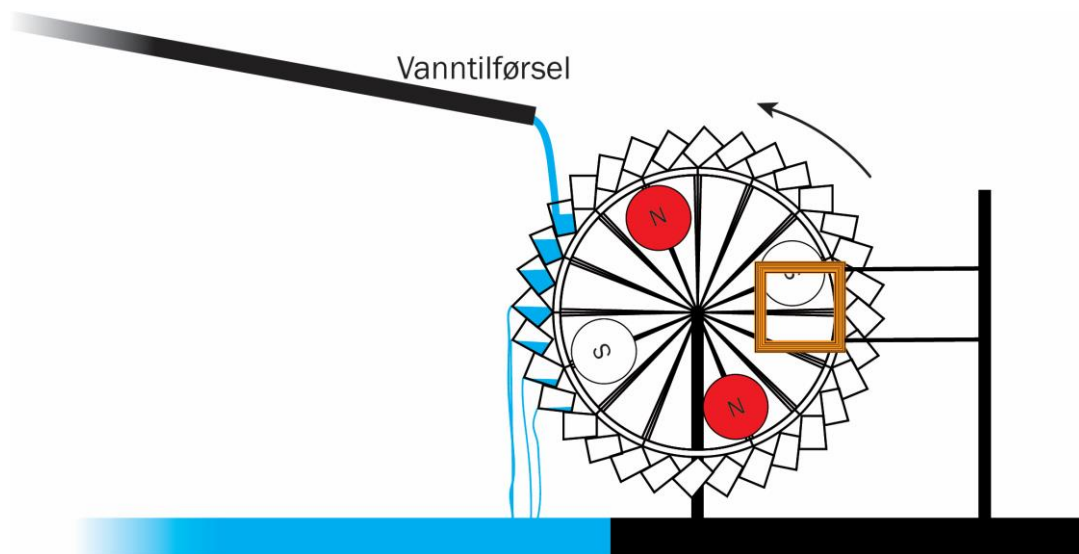
- 2 Vurder påstandene til Håkon og Johanna.

- b) En kloss med masse m og ei vogn med masse $M = 2m$ er forbundet med ei snor som går over ei trinse. Gjenstandene er plassert på hvert sitt skråplan der vinkelen $\beta > \alpha$. Klossen og vogna beveger seg med stram snor. Se bort fra friksjon og luftmotstand.



- 1 Tegn en figur som viser kreftene på klossen.
- 2 Tegn en figur som viser kreftene på vogna.
- 3 Bestem et uttrykk for absoluttverdien til akselerasjonen til klossen og vogna.

- c) Et enkelt vannkraftverk består av et hjul med vannbegre. En vanntilførsel fyller begrene, noe som får hjulet til å rotere. Fire magneter er plassert på hjulet, med nord- og sørpolen vendt utover annenhver gang, som vist i figuren. Magnetene passerer en spole som holdes oppe av et stativ.



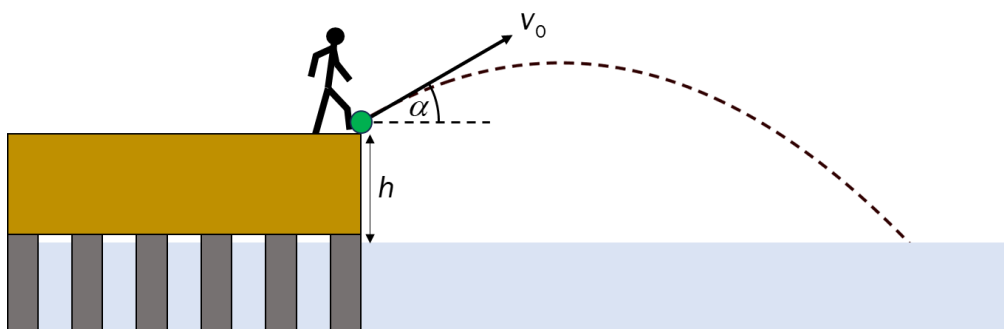
Hvordan kan økt vanntilførsel øke den maksimale induerte spenningen i spolen?
Begrunn svaret ditt med Faradays induksjonslov.

Del 2

Oppgave 3

Se bort fra luftmotstand i hele oppgaven.

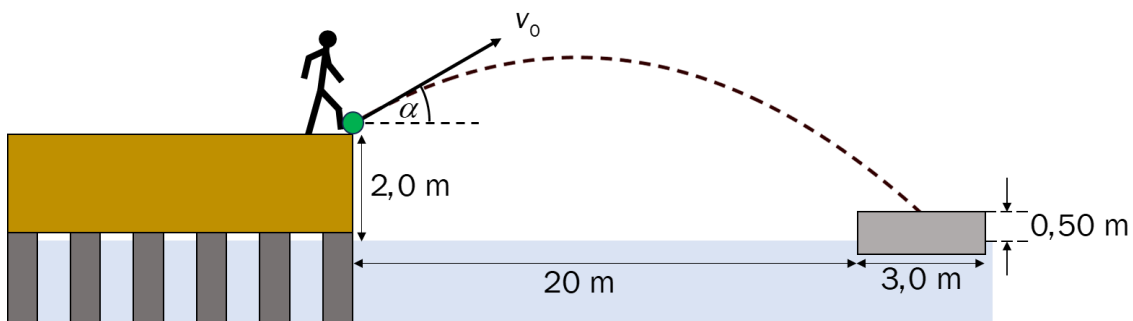
En ball sparkes på skrå ut fra kanten av ei brygge. Brygga har en høyde $h = 2,0$ m over vannflata. Startfarten til ballen $v_0 = 15$ m/s, og utgangsvinkelen $\alpha = 30^\circ$.



- a) Vis at det tar 1,8 s fra ballen sparkes og til den treffer vannet.
- b) Hvor langt fra bryggekannten målt horisontalt treffer ballen vannet?

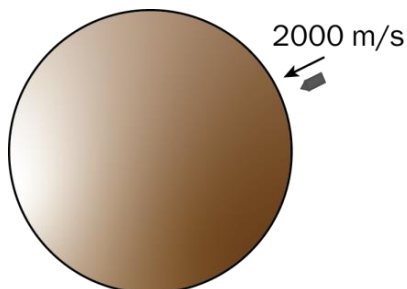
Uti vannet ligger en flåte. Flåten har høyde 0,50 m over vannoverflata. Lengden av flåten er 3,0 m. Flåten ligger 20 m fra bryggekannten. Ballen sparkes på nytt med samme utgangsvinkel fra bryggekannten.

- c) Bestem farten ballen må ha for å treffe midt på flåten.



Oppgave 4

I august 2023 kolliderte romsonden Luna-25 med månen. Anta at romsonden hadde en masse på 30,0 kg og en fart på 2000 m/s da den kolliderte, og at den kun var påvirket av gravitasjonsfeltet fra månen.



- a) Vis at farten til romsonden var 1,44 km/s da den var 900 km unna månens overflate.

Vi antar at romsonden falt rettlinjet mot månen.

- b) Hvor lang tid tok det fra romsonden var 900 km unna overflata, til den traff månen?
Du kan ta utgangspunkt i koden nedenfor.

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>

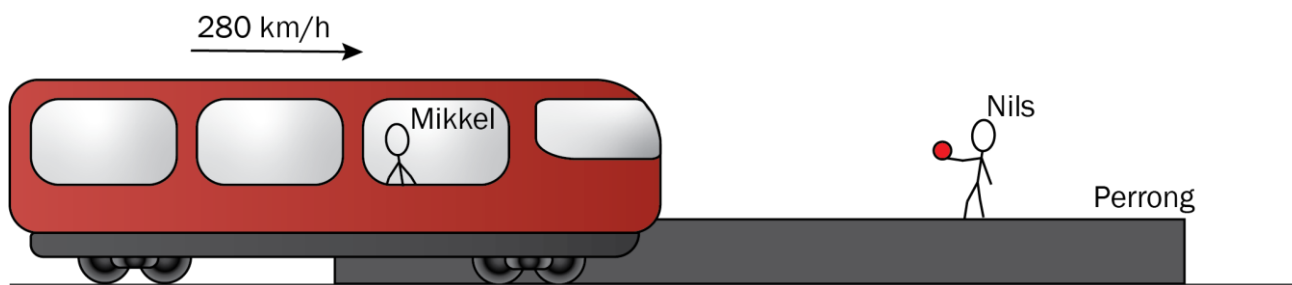
En annen romsonde går i en sirkelbane 900 km over overflata til månen.

- c) Hvor stor er rundetiden til denne romsonden?

Oppgave 5

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

Et tog kjører med en konstant rettlinjet fart på 280 km/h forbi en perrong. Mikkel er i toget, og Nils står på perrongen. Nils slipper en kuleformet ball idet Mikkel passerer. Nils måler at falltiden er $1,00 \text{ s}$, og at ballens diameter er $15,9 \text{ cm}$.



- a) Vil Mikkel måle en lengre eller kortere falltid enn Nils?
- b) Hvor lang falltid vil Mikkel måle?
- c) Tegn en skisse av hvordan ballen ser ut for Mikkel idet Mikkel passerer Nils. Bestem aktuelle lengdemål.

Oppgave 6

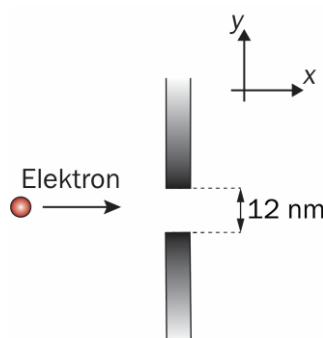
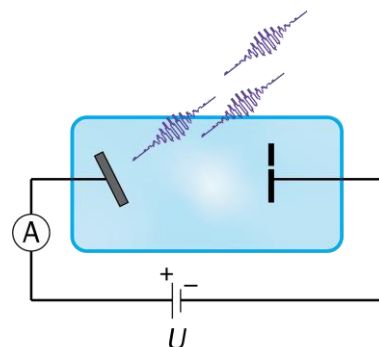
Fotoner med en bølglengde på 245 nm treffer en metalloverflate. Elektroner frigjøres og får en maksimal kinetisk energi på $1,18 \cdot 10^{-19}$ J.

- a) Bestem det fotoelektriske frigjøringsarbeidet fra metalloverflata.

Figuren til høyre viser en krets hvor fotoner treffer en metalloverflate. Kretsen består også av en variabel spenningskilde og et amperemeter.

- b) Ta utgangspunkt i figuren for å forklare hvordan vi kan beregne den maksimale kinetiske energien til elektronene som frigjøres fra metalloverflata.

Den variable spenningskilden blir skrudd av. Noen av elektronene som frigjøres, går gjennom en spalteåpning i metallplata til høyre i kretsen. Elektronene beveger seg i x-retning, og spalten har en åpning på 12 nm i y-retning. Se figuren til høyre. Anta at posisjonen til elektronene som går gjennom spalten, har en uskarphet på 12 nm i y-retning.



- c) Bestem den minste mulige uskarpheten til elektronenes bevegelsesmengde i y-retning.

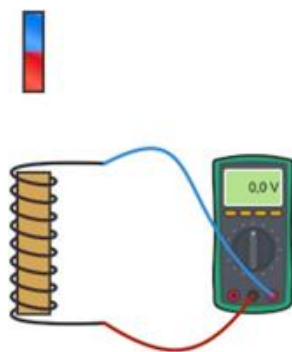
En annen spalte, med like stor åpning, plasseres på linje bak den første spalten.



- d) Ta utgangspunkt i at elektroner er kvantepartikler for å forklare at et elektron som går gjennom den første spalten, ikke nødvendigvis går gjennom den andre spalten.

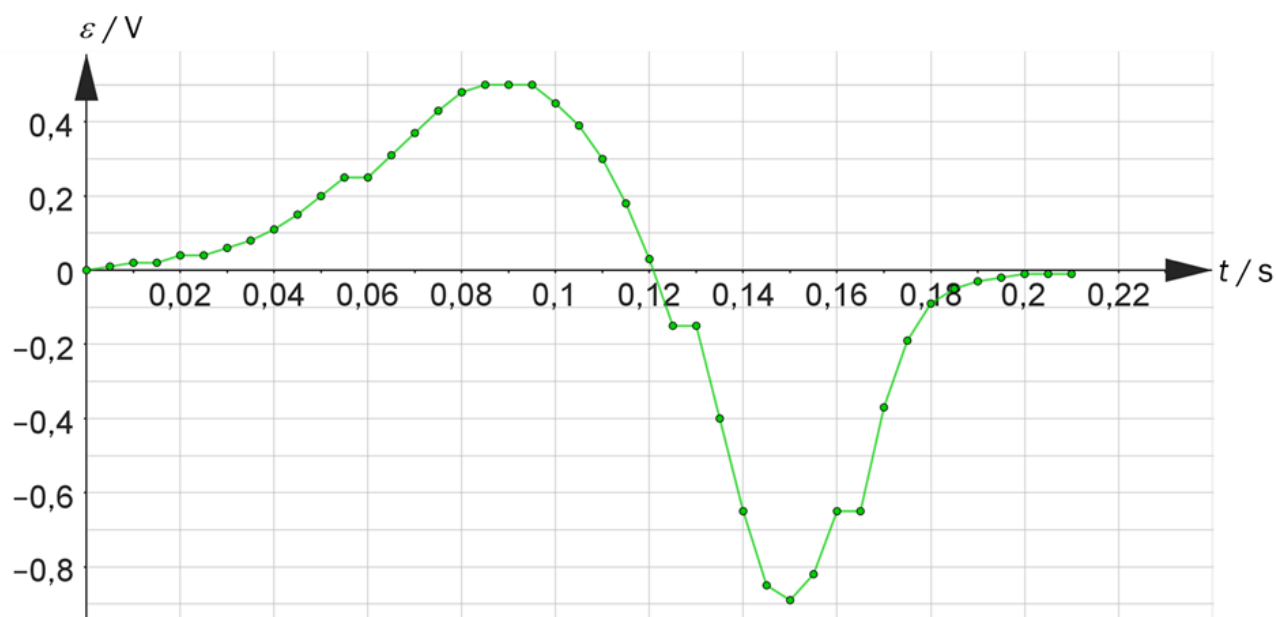
Oppgave 7

En stavmagnet slippes fra ro, med nordpolen ned, gjennom en spole.



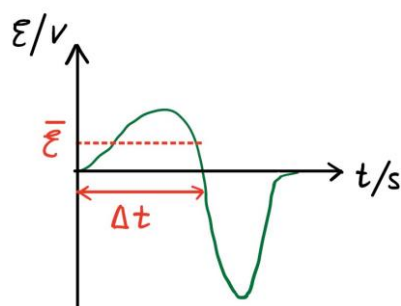
- a) 1 Hvilken retning har det induserte magnetfeltet inne i spolen når staven faller mot spolen?
2 Hvilken retning har det induserte magnetfeltet inne i spolen når staven forlater spolen?

Noen elever gjør et forsøk der de bruker en datalogger til å måle den induserte spenningen ε (ems) over spolen når magneten faller gjennom spolen. Grafen nedenfor viser resultatene av dette forsøket.



- b) Hvorfor er absoluttverdien av den maksimale emsen mindre når magneten kommer inn i spolen, enn når magneten forlater spolen?

Ut fra grafen har elevene funnet at absoluttverdien av den gjennomsnittlige emsen $\bar{\varepsilon}$ når magneten kommer inn i spolen, er 0,23 V, og at absoluttverdien av den gjennomsnittlige emsen når magneten forlater spolen, er 0,31 V. Spolen har 600 vindinger.



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

Elevene gjentar forsøket med en ny magnet. De slipper magneten fra ulike høyder gjennom den samme spolen. De måler den gjennomsnittlige emsen $\bar{\varepsilon}$ i tidsintervallet Δt når magneten kommer inn i spolen. Nedenfor ser du måleresultatene. Anta at usikkerheten i tiden Δt er 5 % og usikkerheten i $\bar{\varepsilon}$ er 1 %.

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

Andregradslikninger	$ax^2 + bx + c = 0 \Leftrightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$		
Derivasjonsregler	$(x^r)' = r \cdot x^{r-1}$	$(u+v)' = u' + v'$	
	$(u \cdot v)' = u' \cdot v + u \cdot v'$	$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}$	
	$(g(u))' = g'(u) \cdot u'$	$(e^{kx})' = k \cdot e^{kx}$	
	$(\sin(kx))' = k \cdot \cos(kx)$	$(\cos(kx))' = -k \cdot \sin(kx)$	
Integrasjon	$\int f(x)dx = F(x) + C$, hvor $F'(x) = f(x)$		$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$
Vektorregning	$\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{b} \cos(v)$		$ \vec{a} \times \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{b} \sin(v)$
	$[x_1, y_1] + [x_2, y_2] = [x_1 + x_2, y_1 + y_2]$		$\vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{a} \quad \vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{b}$
Geometri	$O_{\text{sirkel}} = 2\pi r$	$A_{\text{sirkel}} = \pi r^2$	$A_{\text{kule}} = 4\pi r^2$
	$\sin v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hyp.}}$	$\cos v = \frac{\text{hos. kat.}}{\text{hyp.}}$	$\tan v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hos. kat.}}$
	$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(A)$		$\frac{\sin(A)}{a} = \frac{\sin(B)}{b} = \frac{\sin(C)}{c}$

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

Programmeringsvedlegg

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 = [] L.append(<verdi>) v = array(L) v = zeros(<antall elementer>) x = linspace(<start>, <slutt>, <antall elementer>)</code>
Definere funksjon	<code>def <navn og argument til funksjon>: return <funksjon></code>
Innebygde funksjoner	<code>exp() log() sqrt() abs() sin() arcsin() cos() arccos() tan() arctan() radians() degrees() min() max() sum() mean() std() len() 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.