

28.05.2020

# Eksamen

REA3005 Fysikk 2



Se eksamenstips på baksiden!

# Nynorsk

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	<p>5 timar Del 1 skal leverast inn etter 2 timar. Del 2 skal leverast inn seinast etter 5 timar.</p> <p>Du kan begynne å løyse oppgåvene i Del 2 når som helst, men du kan ikkje bruke hjelpemiddel før etter 2 timar – etter at du har levert svara for Del 1.</p>
Hjelpemiddel	<p>Del 1: Skrivesaker, passar, linjal og vinkelmålar. Del 2: Alle hjelpemiddel er tillatne, bortsett frå opent 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.</p>
Bruk av kjelder	Dersom du bruker kjelder i svaret ditt, skal dei alltid førast opp på ein slik måte at lesaren kan finne fram til dei.
Vedlegg	<p>1 Faktavedlegg – kan brukast på både Del 1 og Del 2 av eksamen 2 Formelvedlegg – kan brukast på både Del 1 og Del 2 av eksamen 3 Eige svarark for oppgåve 1</p>
Vedlegg som skal leverast inn	Vedlegg 3: Eige svarark for oppgåve 1 finn du lengst bak i oppgåvesettet.
Informasjon om fleirvalsoppgåva	<p>Oppgåve 1 har 24 fleirvalsoppgåver med fire svaralternativ: A, B, C og D. Det er berre eitt riktig svaralternativ for kvar fleirvalsoppgåve. Blankt svar er likeverdig med feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du meiner er mest korrekt. Du kan berre svare med eitt svaralternativ: A, B, C eller D.</p> <p>Skriv svara for oppgåve 1 på eige svarark i vedlegg 3, som ligg heilt til sist i oppgåvesettet. Svararket skal rivast laus frå oppgåvesettet og leverast inn. Du skal altså ikkje levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.</p>
Kjelder	<p>Sjå kjeldeliste side 36. Andre grafar, bilete og figurar: Utdanningsdirektoratet</p>
Informasjon om vurderinga	<p>Karakteren blir fastsett etter ei heilskapleg vurdering av eksamenssvaret.</p> <p>Dei to delane av svaret, Del 1 og Del 2, blir vurderte under eitt. Det betyr at sensor vurderer i kva grad du</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- er grundig i forklaringane og løysingane</li> <li>- viser fysikkforståing og kan løyse problem</li> <li>- behandlar verdiar, nemningar og eksperimentelle data</li> </ul> <p>Sjå eksamensrettleiinga med kjenneteikn på måloppnåing til sentralt gitt skriftleg eksamen. Eksamensrettleiinga finn du på Utdanningsdirektoratets nettsider.</p>

## Del 1

### Oppgåve 1 Fleirvalsoppgåver

**Skriv svara for oppgåve 1 på eige svarark i vedlegg 3.**

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

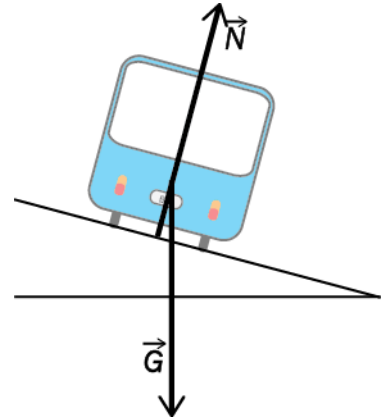
- a) Kva for nokon av dei samansette einingane er einingar for gravitasjonsfeltstyrke?
- A.  $\text{m/s}^2$  og  $\text{N/kg}$
  - B.  $\text{m/s}^2$  og  $\text{N/m}$
  - C.  $\text{J/m}$  og  $\text{N/kg}$
  - D.  $\text{J/m}$  og  $\text{N/m}$
- b) I ein transformator har primærspolen 4000 vindingar og sekundærspolen 1000 vindingar. Vi koplar ei vekselspanning på 0,220 kV over primærspolen. Kva er den mest korrekte verdien vi kan oppgi for spenninga over sekundærspolen?
- A. 55 V
  - B. 55,0 V
  - C. 0,880 kV
  - D. 0,88 kV
- c) Ei flaggermus sender ut lydsignal med 38 000–55 000 svingingar i sekundet. Vi ønskjer å reprodusere dette signalet. Kor stor må samplingsfrekvensen minst vere?
- A. 38,0 kHz
  - B. 55,0 kHz
  - C. 76,0 kHz
  - D. 110 kHz

- d) Ein bil køyrer med konstant banefart i ein døssert sving slik at det ikkje verkar sidevegs friksjon. Kreftene som verkar på bilen, er tyngda  $G$  og ei kraft  $N$  normalt frå underlaget slik figuren viser.

Bilen aukar farten, men han held same bane som før.

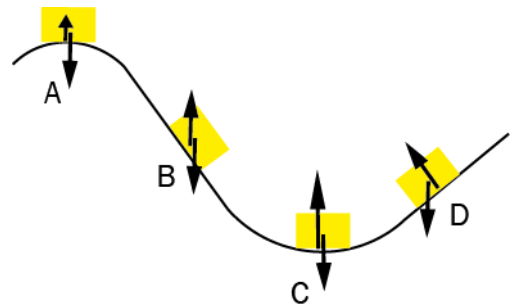
Kva for påstand er **riktig**?

- A. Det verkar sidevegs friksjon nedover mot høgre, og krafta  $N$  aukar.
- B. Det verkar sidevegs friksjon nedover mot høgre, og krafta  $N$  er uendra.
- C. Det verkar sidevegs friksjon oppover mot venstre, og krafta  $N$  aukar.
- D. Det verkar sidevegs friksjon oppover mot venstre, og krafta  $N$  er uendra.



- e) Ein gjenstand glir på ein bane utan friksjon eller luftmotstand. Krafteikningane viser kreftene som verkar.

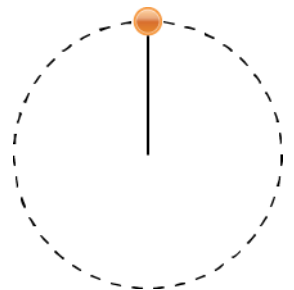
Éi av krafteikningane, A, B, C eller D, er **feil** – kva for ei?



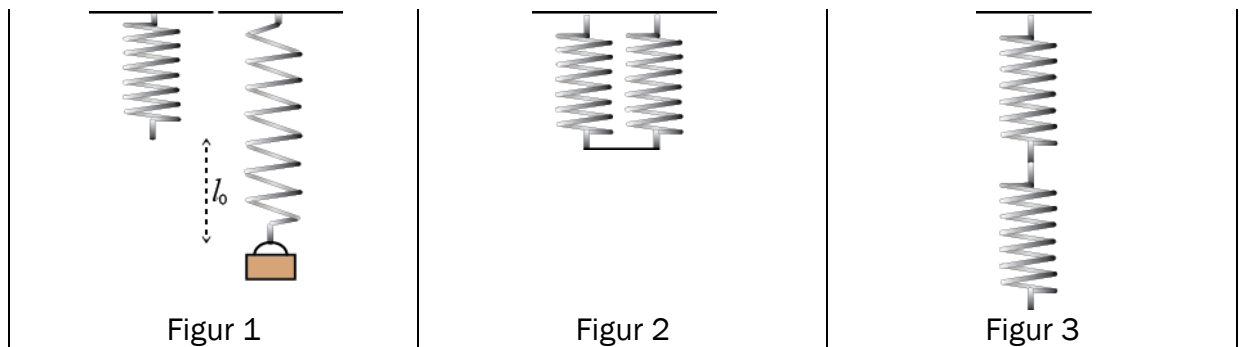
- f) Ei kule med masse  $m$  er festa til ei snor. Kula blir dreidd rundt i ein vertikal sirkel. I det øvste punktet i banen er akselerasjonen til kula  $4g$ .

Kva er krafta frå snora på kula i det øvste punktet i banen?

- A.  $mg$
- B.  $3mg$
- C.  $4mg$
- D.  $5mg$



- g) To identiske fjører kan koplast saman på ulike måtar. Dersom det heng eit lodd i ei av fjørene, blir forlenginga  $l_0$  (figur 1). Fjørene blir kopla saman på to ulike måtar, slik som i figur 2 og figur 3.

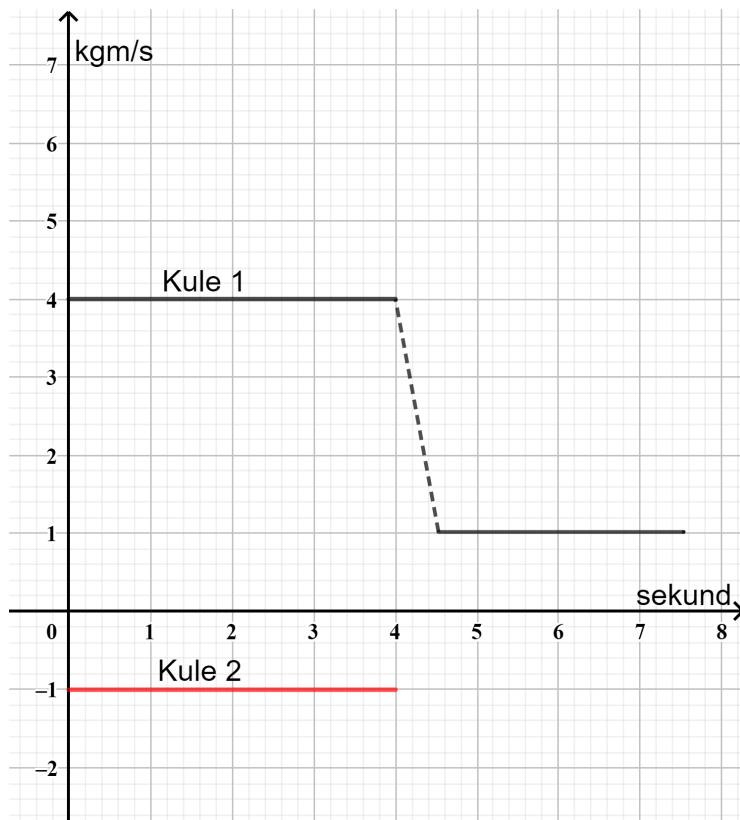


Loddet blir hengt i koplingane.

Kor langt ned heng loddet når det har komme til ro? Vi reknar fjørene som masselause.

	Forlenging i figur 2	Forlenging i figur 3
A.	$\frac{1}{2} l_0$	$l_0$
B.	$\frac{1}{2} l_0$	$2l_0$
C.	$l_0$	$l_0$
D.	$l_0$	$2l_0$

- h) To kuler med same masse støyer rett mot kvarandre i ein støyt. Grafen for bevegelsesmengda til kule 1 før og etter støyt er gitt. For grafen til kule 2 er det berre bevegelsesmengda før støyt som er teikna inn.



Kva er bevegelsesmengda til kule 2 etter støyt?

- A. -2 kgm/s
  - B. 0 kgm/s
  - C. 1 kgm/s
  - D. 2 kgm/s
- i) Ein ball blir send horisontalt utfor ein bordkant med farten 3,0 m/s. Bordet er 0,45 meter høgt. Kva for vinkel dannar fartsvektoren med horisontalen like før han treffer golvet? Set  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .
- A.  $15^\circ$
  - B.  $30^\circ$
  - C.  $45^\circ$
  - D.  $60^\circ$

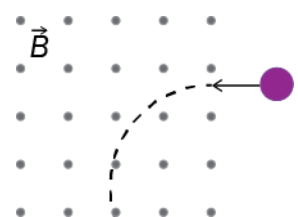
- j) Ein satellitt går i ein ellipsebane rundt ein planet. X er posisjonen til satellitten når han er nærmast planeten, og Y er posisjonen når han er lengst unna planeten.



Kvar er den potensielle og den kinetiske energien til satellitten størst?

	Størst potensiell energi	Størst kinetisk energi
A.	X	X
B.	X	Y
C.	Y	X
D.	Y	Y

- k) Ein partikkel med ladning  $q$  og masse  $m$  kjem inn i eit homogent magnetisk felt med magnetisk flukstettleik (feltstyrke)  $B$ . Han vil da følgje ein del av ein sirkelbane med radius  $r$ . Kva er forteiknet til ladninga, og kva er farten til partikkelen i sirkelbanen?

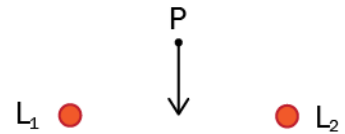


	Ladning	Fart
A.	Positiv	$\frac{2qB}{m}$
B.	Positiv	$\frac{qBr}{m}$
C.	Negativ	$\frac{2qB}{m}$
D.	Negativ	$\frac{qBr}{m}$

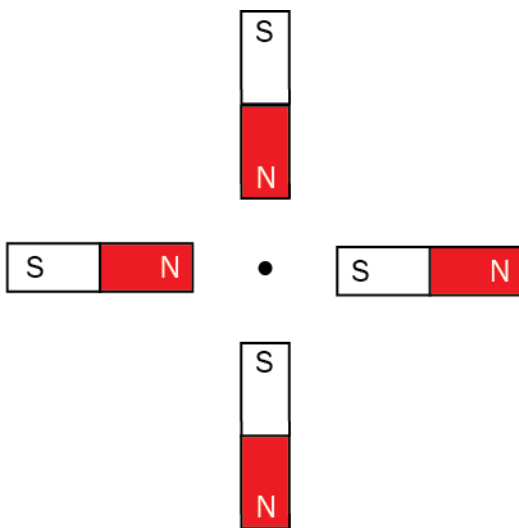
- l) To parallelle rette leiarar  $L_1$  og  $L_2$  fører like stor straum. Dei er vinkelrett på papirplanet. Eit punkt P ligg like langt frå begge leiarane. Pila i punktet P viser retninga til det samla magnetiske feltet frå leiarane.

Kva er straumretningane i leiarane?

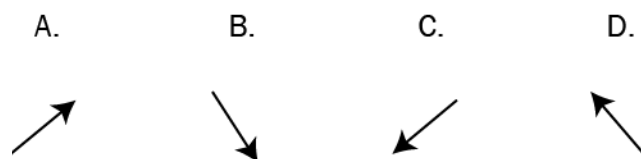
	$L_1$	$L_2$
A.	Inn i papirplanet	Inn i papirplanet
B.	Inn i papirplanet	Ut av papirplanet
C.	Ut av papirplanet	Inn i papirplanet
D.	Ut av papirplanet	Ut av papirplanet



- m) Fire identiske stavmagnetar er plasserte vinkelrett mot kvarandre slik figuren viser.

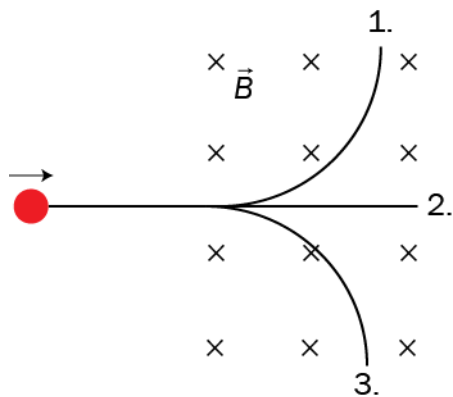


Kva retning har det samla magnetiske feltet frå magnetane i punktet midt mellom dei?





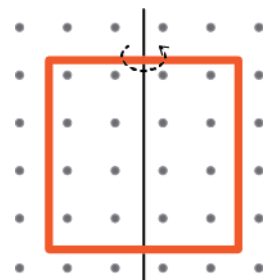
- n) Tre ulike partiklar blir sende vinkelrett inn mot eit område der det er eit homogent magnetfelt. Partiklane går i kvar sin bane 1, 2 og 3 i magnetfeltet.



Kva for partikkel følgjer kva for bane?

	Bane 1	Bane 2	Bane 3
A.	elektron-nøytrino	elektron	proton
B.	proton	elektron-nøytrino	elektron
C.	elektron-nøytrino	proton	elektron
D.	elektron	elektron-nøytrino	proton

- o) I eit homogent magnetisk felt finn vi ei kvadratisk leiarsløyfe. Ho kan dreiest om ein akse som står vinkelrett på feltet. Lengda av sidekantane til sløyfa er  $s$ . Den magnetiske flukstettleiken er  $B$ . Leiarsløyfa er i utgangspunktet i papirplanet, slik figuren viser. Leiarsløyfa blir dreidd  $180^\circ$  om aksen i løpet av tida  $t$ .

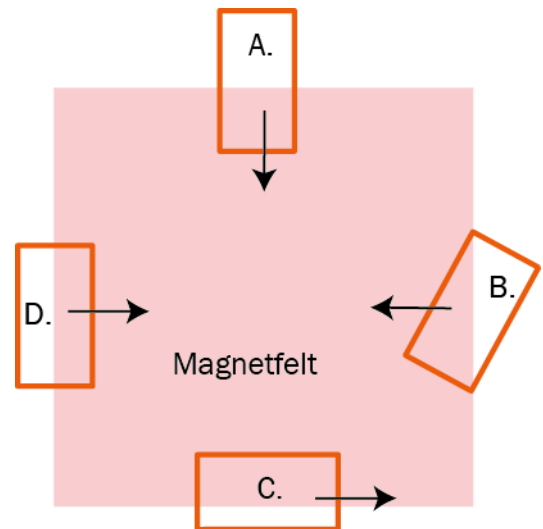


Kva blir den gjennomsnittlege induserte emsen i sløyfa?

- A. 0  
 B.  $\frac{Bs^2}{2t}$   
 C.  $\frac{Bs^2}{t}$   
 D.  $\frac{2Bs^2}{t}$

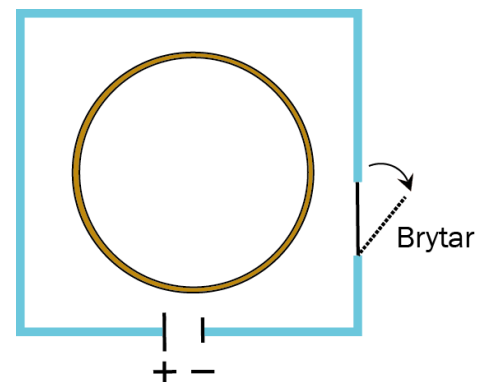
- p) Fire identiske, rektangelforma leiarar kjem med konstant, rettlinja fart inn i eit område med eit homogent magnetfelt. Magnetfeltet står normalt på rektangelplana. På eit tidspunkt er posisjonane og fartsretningane til leiarane som vist på figuren. Alle rektangla har same fart.

Kva for ein av leiarane har den største induserte straumen?



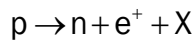
- q) Ein koparring ligg inni ei leiarsløyfe. I starten er brytaren lukka, og leiarsløyfa fører ein konstant straum. Etter ei stund blir brytaren opna.

Kva skjer i koparringen før og like etter at brytaren blir opna?



	Før brytaren blir opna	Like etter at brytaren er opna
A.	Det går ingen straum.	Det blir indusert ein straum mot klokka.
B.	Det går ingen straum.	Det blir indusert ein straum med klokka.
C.	Det blir indusert ein straum mot klokka.	Det blir indusert ein straum med klokka.
D.	Det blir indusert ein straum mot klokka.	Det blir indusert ein straum mot klokka.

r) Reaksjonslikninga



viser ei omdanning av eit proton i ei radioaktivt kjerne.

Kva for partikkel representerer X?

- A.  $\mu^-$
- B.  $\bar{\nu}_e$
- C.  $\nu_e$
- D.  $e^-$

s) Kva må den minste frekvensen til eit foton vere for å danne eit elektron-positron-par?

- A.  $\frac{m_e c^2}{h}$
- B.  $\frac{2m_e c^2}{h}$
- C.  $\frac{m_e c^2}{2h}$
- D.  $\gamma \frac{m_e c^2}{h}$

t) Eit røntgenapparat gir eit røntgenspekter med ein maksimal frekvens,  $f_{\text{maks}}$ . Det er fordi

- A. fotona som treffer metallet, har ei nedre bølgjelengd
- B. elektrona som treffer metallet, har ein bestemt kinetisk energi
- C. metallet har eit lausrivingsarbeid bestemt av  $f_{\text{maks}}$
- D. røntgenstråling har ein øvre frekvens i det elektromagnetiske spekteret

u) I eit forsøk med fotoelektrisk effekt blir lys med ei bestemt bølgjelengd sendt mot ei metallplate **utan** at det blir frigjort elektron frå metallet.

Korleis kan vi få frigjort elektron i eit slikt forsøk?

- A. Ved å bruke eit metall med høgare lausrivingsarbeid.
- B. Ved å auke intensiteten til lyset.
- C. Ved å endre vinkelen lyset blir sendt inn mot metallet med.
- D. Ved å bruke lys med kortare bølgjelengd.

- v) Aron og Nora diskuterer om lys er bølger eller partiklar.

Aron seier: Forsøk med interferens tyder på at lys har bølgeeigenskapar.

Nora seier: Einsteins forklaring av fotoelektrisk effekt og Comptons forsøk tyder på at lys har partikkeleigenskapar.

Kven har rett?

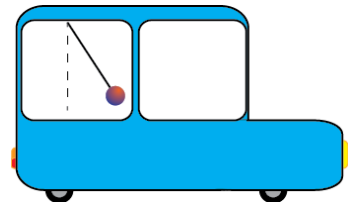
- A. Aron
- B. Nora
- C. begge
- D. ingen

- w) To samanfiltra foton, A og B, beveger seg i motsette retningar og går gjennom kvart sitt polarisasjonsfilter. Kva for påstand er korrekt?

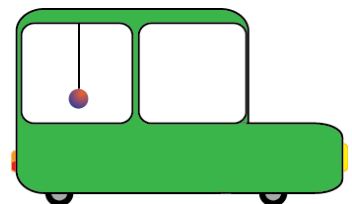
Sannsynet for at foton B går gjennom filteret

- A. er avhengig av om foton A går gjennom sitt filter
- B. er uavhengig av om foton A går gjennom sitt filter
- C. er omvendt proporsjonalt med sannsynet for at foton A går gjennom sitt filter
- D. er avhengig av bølgjelengda til foton A

- x) Aron og Nora køyrer kvar sin bil på ein horisontal veg. I bilen til Aron er det ein pendel som heng i taket. Vinkelen mellom pendelsnora og loddlinja er konstant.



I bilen til Nora er det også ein pendel. Han heng rett ned.



Medan dei køyrer, diskuterer Aron og Nora relativitetsteori over telefonen.

Aron seier: Eg er i eit tregleikssystem fordi kula er i ro.

Nora seier: Eg er i eit tregleikssystem fordi kula heng rett ned.

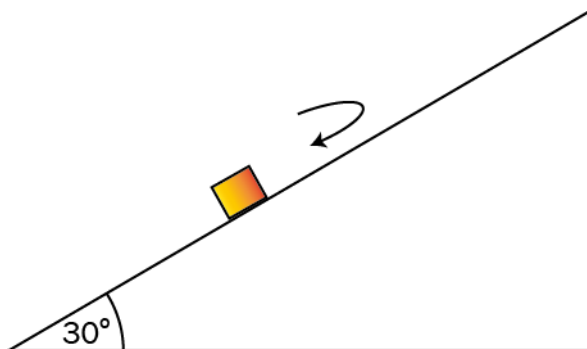
Kven har rett?

- A. Aron
- B. Nora
- C. begge
- D. ingen

## Oppgave 2

a) (4 poeng)

Ein kloss blir send oppover eit skråplan. Klossen glir eit stykke oppover, før han glir ned igjen. Skråplanvinkelen er  $30^\circ$ . Sett  $g = 10 \text{ m/s}^2$  i utrekningane.

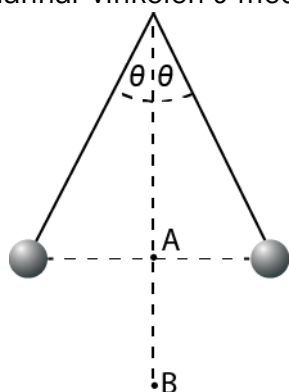


Friksjonen mellom klossen og skråplanet er  $3,0 \text{ N}$ . Massen til klossen er  $1,0 \text{ kg}$ .

1. Teikn kreftene som verkar på klossen når han er på veg opp.
2. Finn akselerasjonen til klossen både på veg opp og på veg ned.

b) (4 poeng)

To kuler med same masse  $m$  og positiv ladning  $q$  heng i ro i to like lange snorer. Snorene dannar vinkelen  $\theta$  med vertikalen.



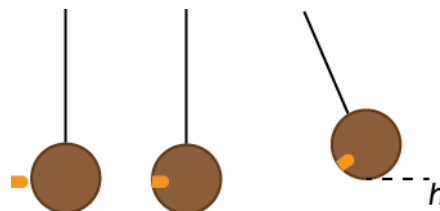
1. Kva er retningane til det elektriske feltet i punkta A og B?
2. Finn eit uttrykk for avstanden mellom kulene uttrykt ved  $m$ ,  $q$ ,  $\theta$  og andre konstantar.

c) (2 poeng)

Skriv ned Heisenbergs uskarpleiksrelasjonar, og gje eit eksempel der minst éin av desse gjer seg gjeldande.

d) (3 poeng)

Vi skal skyte eit prosjektil med masse  $m$  inn i ei kule med masse  $M$  som heng i ei snor. Prosjektilet blir sitjande fast i kula og får henne til å svinge opp ei maksimal høgd  $h$ . Farten til prosjektilet er  $v$  før det treff kula.



1. Vis at dersom kula er svært tung samanlikna med prosjektilet, kan høgda uttrykkjast ved

$$h = \frac{v^2 m^2}{2gM^2}.$$

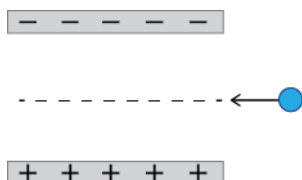
Vi måler storleikane  $M = 200\text{ g} \pm 2\%$ ,  $m = 2,0\text{ g} \pm 5\%$  og  $v = 100\text{ m/s} \pm 2\%$  og setter  $g = 10\text{ m/s}^2 \pm 2\%$ .

2. Finn høgda  $h$  med usikkerheit.

## Del 2

### Oppgave 3 (9 poeng)

Partiklar blir sende inn mellom to parallelle plater med motsett ladning som vist på figuren. I området mellom platene er det også eit homogent magnetisk felt.



Eit elektron med farten  $3,0 \cdot 10^5$  m/s går rettlinja gjennom området.

- a) Teikn ein figur som viser retninga til begge felta og dei elektriske og magnetiske kreftene som verkar på elektronet når det er inne i området.

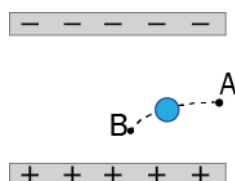
Den elektriske krafta som verkar på elektronet, er  $F_e = 9,6 \cdot 10^{-15}$  N.

- b) Rekn ut den magnetiske flukstettleiken i området.

Ein  $\alpha$ -partikkel kjem inn i området med same fart og retning som elektronet i oppgave a).

- c) Kor store er dei elektriske og magnetiske kreftene som verkar på  $\alpha$ -partikkelen?
- d) Vil  $\alpha$ -partikkelen også gå rettlinja gjennom området?

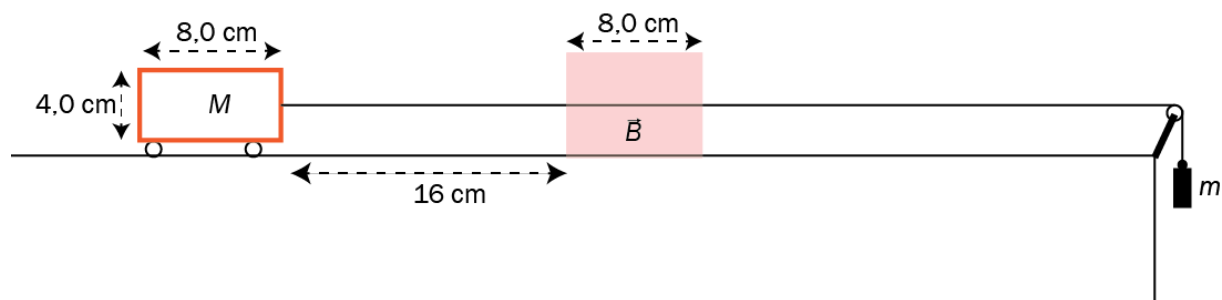
Eit elektron kjem inn i området med ein annan fart enn elektronet i a). Da blir det avbøygd slik figuren viser.



- e) Korleis endrar den magnetiske og elektriske krafta seg frå A til B? Du skal ikkje gjere utrekningar.

## Oppgåve 4 (7 poeng)

Eit lodd er festa til ei vogn med ei masselaus snor. Snora går over ei trinse. Vogna kan bevege seg utan friksjon på eit horisontalt underlag. På ein del av strekninga er det eit homogent magnetfelt vinkelrett på papirplanet.



På vogna er det ein rektangelforma leiar. Massen til vogna med leiar er  $60\text{ g}$ , og massen til loddet er  $20\text{ g}$ .

Vogna blir sleppt fr  ro  $16\text{ cm}$  fr  magnetfeltet.

- a) Vis at farten til leiaren når han kjem inn i feltet, er  $0,89\text{ m/s}$ .

Leiaren har lengda  $l = 8,0\text{ cm}$  og høgda  $h = 4,0\text{ cm}$ . Resistansen til leiaren er  $7,0\text{ m}\Omega$ . Den magnetiske flukst ttleiken  $B = 0,98\text{ T}$ .

- b) Vis at farten til vogna er konstant på veg inn i magnetfeltet.
- c) Forklar at bevegelsen til vogna blir den same uavhengig av om magnetfeltet peiker inn i arket eller ut av arket.
- d) Kor lenge held vogna konstant fart?



## Oppgåve 5 (8 poeng)

Biletet viser eit av dei største svarte h la som er funne. H let har massen  $M = 1,3 \cdot 10^{40} \text{ kg}$  ( 6,5 milliardar solmassar). Massen aukar heile tida fordi dette er eit aktivt svart h l. H let finn vi i galaksen M87, som ligg 53 millionar lysår unna oss. Biletet viser ein lysande ring av plasma som roterer rundt det svarte h let. Biletet blei publisert 10. april 2019 og er det første biletet som er teke av eit svart h l.



Vi tenkjer oss to ulike situasjonar.

Situasjon 1: Ei stjerne går med konstant banefart i ein sirkelbane rundt h let.

- a) Bestem eit uttrykk for rundetida til stjerna som funksjon av baneradiusen.
- b) Kva er den minste radiusen vi kan ha f r vi må rekne relativistisk?

Situasjon 2: Ei stjerne med same masse som sola er i ein avstand  $2,0 \cdot 10^{20} \text{ m}$  (cirka 20 000 lysår) fr  det svarte h let. Ho er i utgangspunktet i ro i forhold til det svarte h let f r ho fell inn mot det.

- c) Kva er farten til stjerna når avstanden til det svarte h let er halvert?

Den lysande plasmaskiva oppstår når materie fell inn mot det svarte h let. Når lyset fr  skiva kjem til jorda, blir det registrert av teleskop.

- d) Gjer greie for kva som skjer med bølgjelengda til dette lyset på vegen fr  det svarte h let til det blir registrert av teleskopa på jorda.

## Oppgåve 6 (11 poeng)

Vi skyt ein rakett på skrå opp fr  bakken frå eit stort, flatt jorde. Ved utskytinga er vinkelen mellom raketten og horisontalen  $75^\circ$ . Skyvekrafta på raketten er 19 N.

Ved utskytinga har raketten totalmassen 290 g.

- Lag ein figur som viser kreftene som verkar på raketten ved utskytinga.
- Rekn ut akselerasjonen ved utskytinga. Oppgi både storleik og retning.

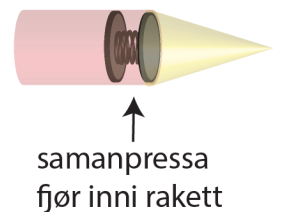
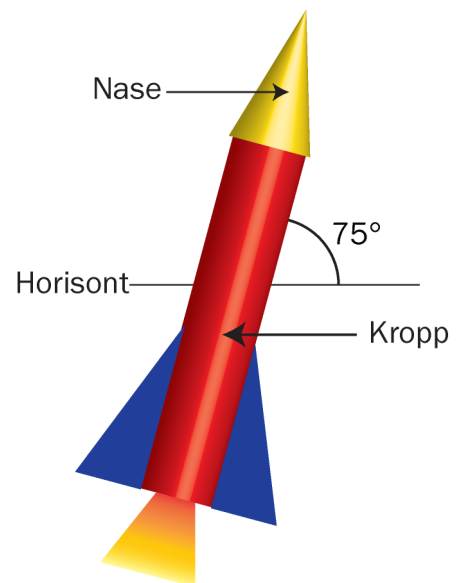
På toppen av banen ligg raketten horisontalt og har bevegelsesmengda  $7,2 \text{ kgm/s}$ . Da er alt brennstoffet brukt opp, og raketten har fått massen 240 g.

- Kva er farten til raketten i toppen av banen?

Den øvste delen av raketten blir kalla rakettnasen. Rakettnasen har massen 60 g og er montert på ei fjær som er pressa saman 10 cm. Fjæra har fjærkonstanten  $288 \text{ N/m}$ . Sjå bort frå massen til fjæra. Resten av raketten (rakettkroppen) har massen 180 g.

På toppen av banen blir fjæra utl yst slik at nasen blir frigjord fr  kroppen. Raketten er da 282 m over bakken.

- Finn farten til nasen og kroppen like etter at fjæra er utl yst.
- Finn avstanden mellom landingsstadene for nasen og kroppen. Sj  bort frå luftmotstand.



# Bokmål

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	<p>5 timer Del 1 skal leveres inn etter 2 timer. Del 2 skal leveres inn senest etter 5 timer.</p> <p>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.</p>
Hjelpemidler	<p>Del 1: Skrivesaker, passer, linjal og vinkelmåler 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.</p>
Bruk av kilder	<p>Dersom du bruker kilder i svaret ditt, skal de alltid føres opp på en slik måte at leseren kan finne fram til dem.</p>
Vedlegg	<p>1 Faktavedlegg – kan brukes på både Del 1 og Del 2 av eksamen 2 Formelvedlegg – kan brukes på både Del 1 og Del 2 av eksamen 3 Eget svarark for oppgave 1</p>
Vedlegg som skal leveres inn	<p>Vedlegg 3: Eget svarark for oppgave 1 finner du bakerst i oppgavesettet.</p>
Informasjon om flervalgsoppgaven	<p>Oppgave 1 har 24 flervalgsoppgaver med fire svaralternativ: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Blankt svar er likeverdig med 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.</p> <p>Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarark i vedlegg 3, som ligger helt til sist i oppgavesettet. Svararket skal rives løs fra oppgavesettet og leveres inn. Du skal altså ikke levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.</p>
Kilder	<p>Se kildeliste side 36. Andre grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet</p>
Informasjon om vurderingen	<p>Karakteren blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av besvarelsen.</p> <p>De to delene av svaret, Del 1 og Del 2, blir vurdert under ett. Det betyr at sensor vurderer i hvilken grad du</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- er grundig i forklaringene og løsningene</li><li>- viser fysikkforståelse og kan løse problemer</li><li>- behandler verdier, enheter og eksperimentelle data</li></ul> <p>Se eksamensveiledningen med kjennetegn på måloppnåelse til sentralt gitt skriftlig eksamen. Eksamensveiledningen finner du på Utdanningsdirektoratets nettsider.</p>

## Del 1

### Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

**Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarark i vedlegg 3.**

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

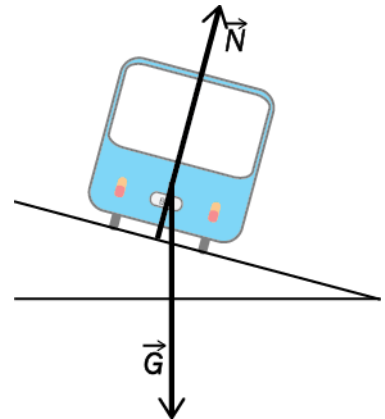
- a) Hvilke av de sammensatte enhetene er enheter for gravitasjonsfeltstyrke?
- A.  $\text{m/s}^2$  og  $\text{N/kg}$
  - B.  $\text{m/s}^2$  og  $\text{N/m}$
  - C.  $\text{J/m}$  og  $\text{N/kg}$
  - D.  $\text{J/m}$  og  $\text{N/m}$
- b) I en transformator har primærspolen 4000 vindinger og sekundærspolen 1000 vindinger. Vi kobler en vekselspanning på 0,220 kV over primærspolen. Hva er den mest korrekte verdien vi kan oppgi for spenningen over sekundærspolen?
- A. 55 V
  - B. 55,0 V
  - C. 0,880 kV
  - D. 0,88 kV
- c) En flaggermus sender ut lydsignaler med 38 000–55 000 svingninger i sekundet. Vi ønsker å reprodusere dette signalet. Hvor stor må samplingsfrekvensen minst være?
- A. 38,0 kHz
  - B. 55,0 kHz
  - C. 76,0 kHz
  - D. 110 kHz

- d) En bil kjører med konstant banefart i en døssert sving slik at det ikke virker sideveis friksjon. Kraftene som virker på bilen, er tyngden  $G$  og en kraft  $N$  normalt fra underlaget slik figuren viser.

Bilen øker farten, men den holder samme bane som før.

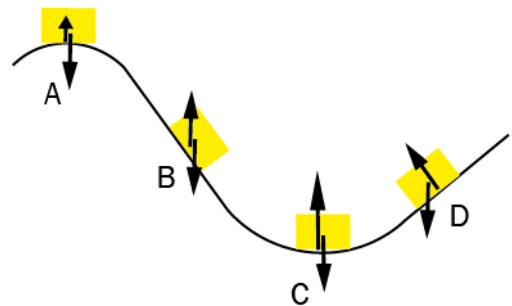
Hvilken påstand er **riktig**?

- A. Det virker sideveis friksjon nedover mot høyre, og kraften  $N$  øker.
- B. Det virker sideveis friksjon nedover mot høyre, og kraften  $N$  er uendret.
- C. Det virker sideveis friksjon oppover mot venstre, og kraften  $N$  øker.
- D. Det virker sideveis friksjon oppover mot venstre, og kraften  $N$  er uendret.



- e) En gjenstand glir på en bane uten friksjon eller luftmotstand. Krafttegningene viser kreftene som virker.

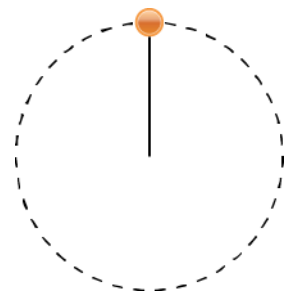
Én av krafttegningene, A, B, C eller D, er feil – hvilken?



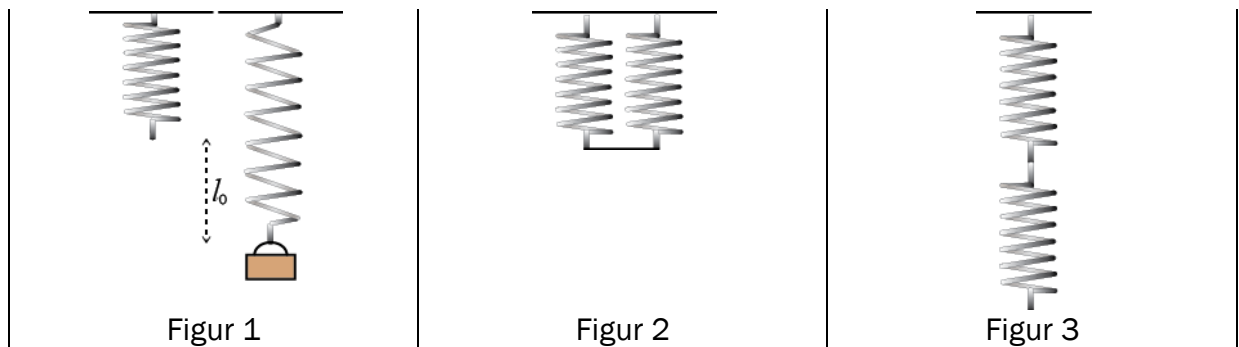
- f) Ei kule med masse  $m$  er festet til ei snor. Kula dreies rundt i en vertikal sirkel. I det øverste punktet i banen er akselerasjonen til kula  $4g$ .

Hva er kraften fra snora på kula i det øverste punktet i banen?

- A.  $mg$
- B.  $3mg$
- C.  $4mg$
- D.  $5mg$



- g) To identiske fjærer kan kobles sammen på ulike måter. Dersom det henger et lodd i en av fjærene, blir forlengelsen  $l_0$  (figur 1). Fjærene kobles sammen på to forskjellige måter, slik som i figur 2 og figur 3.

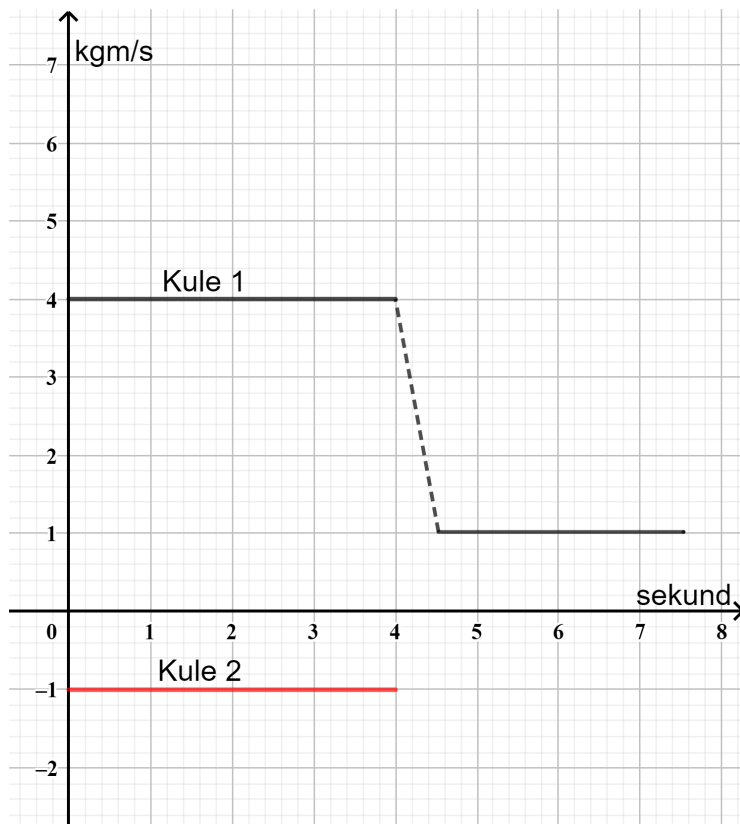


Loddet henges i koblingene.

Hvor langt ned henger loddet når det har kommet til ro? Vi regner fjærene som masseløse.

	Forlengelse i figur 2	Forlengelse i figur 3
A.	$\frac{1}{2}l_0$	$l_0$
B.	$\frac{1}{2}l_0$	$2l_0$
C.	$l_0$	$l_0$
D.	$l_0$	$2l_0$

- h) To kuler med samme masse støter rett mot hverandre i et støt. Grafen for bevegelsesmengden til kule 1 før og etter støtet er gitt. For grafen til kule 2 er det bare bevegelsesmengden før støtet som er tegnet inn.



Hva er bevegelsesmengden til kule 2 etter støtet?

- A. -2 kgm/s
  - B. 0 kgm/s
  - C. 1 kgm/s
  - D. 2 kgm/s
- i) En ball sendes horisontalt utfor en bordkant med farten 3,0 m/s. Bordet er 0,45 meter høyt. Hvilken vinkel danner fartsvektoren med horisontalen like før den treffer gulvet? Sett  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .
- A.  $15^\circ$
  - B.  $30^\circ$
  - C.  $45^\circ$
  - D.  $60^\circ$

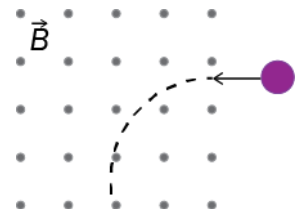
- j) En satellitt går i en ellipsebane rundt en planet. X er posisjonen til satellitten når den er nærmest planeten, og Y er posisjonen når den er lengst unna planeten.



Hvor er den potensielle og den kinetiske energien til satellitten størst?

	Størst potensiell energi	Størst kinetisk energi
A.	X	X
B.	X	Y
C.	Y	X
D.	Y	Y

- k) En partikkel med ladning  $q$  og masse  $m$  kommer inn i et homogent magnetisk felt med magnetisk flukstetthet (feltstyrke)  $B$ . Den vil da følge en del av en sirkelbane med radius  $r$ . Hva er fortegnet til ladningen, og hva er partikkelens fart i sirkelbanen?



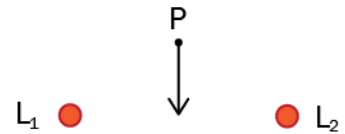
	Ladning	Fart
A.	Positiv	$\frac{2qB}{m}$
B.	Positiv	$\frac{qBr}{m}$
C.	Negativ	$\frac{2qB}{m}$
D.	Negativ	$\frac{qBr}{m}$



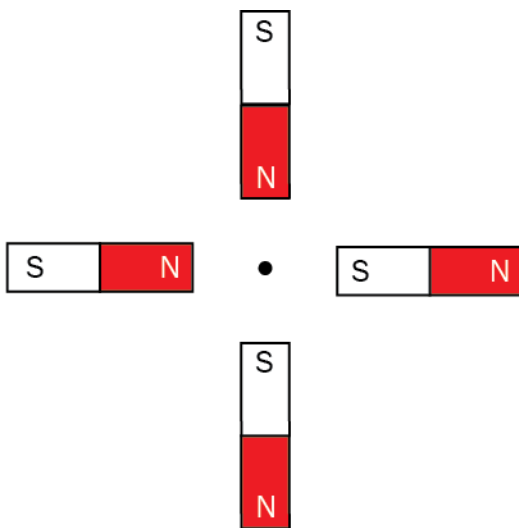
- l) To parallelle rette ledere  $L_1$  og  $L_2$  fører like stor strøm. De er vinkelrett på papirplanet. Et punkt P ligger like langt fra begge lederne. Pila i punktet P viser retningen til det samlede magnetiske feltet fra lederne.

Hva er strømretningene i lederne?

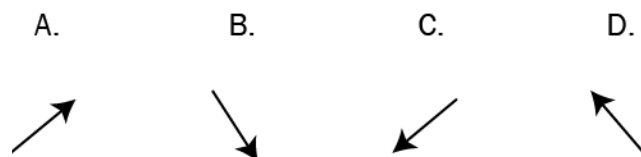
	$L_1$	$L_2$
A.	Inn i papirplanet	Inn i papirplanet
B.	Inn i papirplanet	Ut av papirplanet
C.	Ut av papirplanet	Inn i papirplanet
D.	Ut av papirplanet	Ut av papirplanet



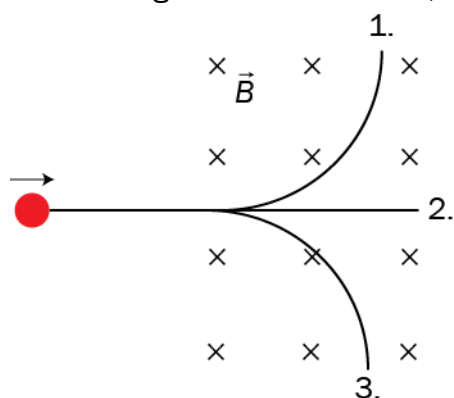
- m) Fire identiske stavmagneter er plassert vinkelrett mot hverandre slik figuren viser.



Hvilken retning har det samlede magnetiske feltet fra magnetene i punktet midt mellom dem?



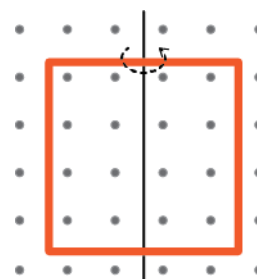
- n) Tre ulike partikler sendes vinkelrett inn mot et område hvor det er et homogent magnetfelt. Partiklene går i hver sin bane 1, 2 og 3 i magnetfeltet.



Hvilken partikkel følger hvilken bane?

	Bane 1	Bane 2	Bane 3
A.	elektron-nøytrino	elektron	proton
B.	proton	elektron-nøytrino	elektron
C.	elektron-nøytrino	proton	elektron
D.	elektron	elektron-nøytrino	proton

- o) En kvadratisk ledersløyfe befinner seg i et homogent magnetisk felt. Den kan dreies om en akse som står vinkelrett på feltet. Lengden av sidekantene til sløyfa er  $s$ . Den magnetiske flukstettheten er  $B$ . Ledersløyfa er i utgangspunktet i papirplanet, slik figuren viser. Ledersløyfa dreies  $180^\circ$  om aksene i løpet av tiden  $t$ .

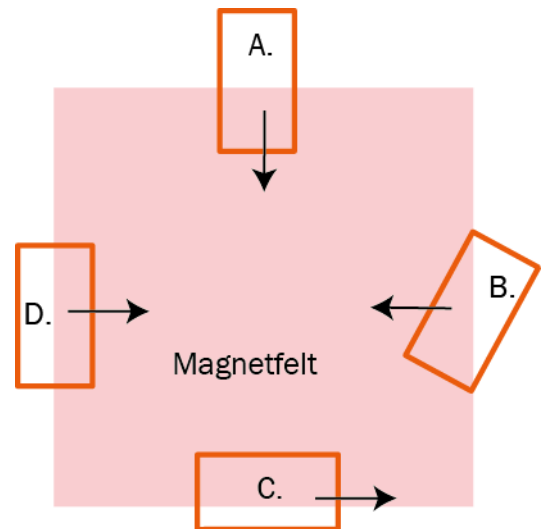


Hva blir den gjennomsnittlige induserte emsen i sløyfa?

- A. 0  
 B.  $\frac{Bs^2}{2t}$   
 C.  $\frac{Bs^2}{t}$   
 D.  $\frac{2Bs^2}{t}$

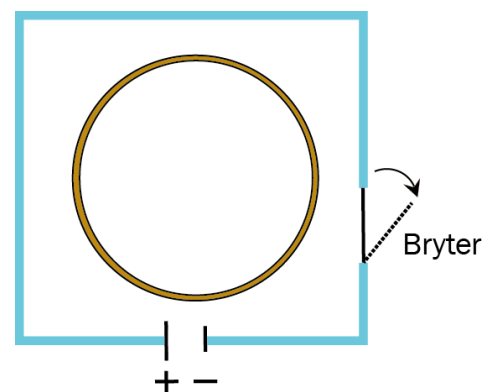
- p) Fire identiske, rektangelformede ledere kommer med konstant, rettlinjett fart inn i et område med et homogent magnetfelt. Magnetfeltet står normalt på rektangelplanene. På et tidspunkt er posisjonene og fartsretningene til lederne som vist på figuren. Alle rektanglene har samme fart.

Hvilken av lederne har den største induerte strømmen?



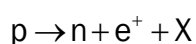
- q) En kobbering ligger inni en ledersløyfe. I starten er bryteren lukket, og ledersløyfa fører en konstant strøm. Etter en stund åpnes bryteren.

Hva skjer i kobberingen før og like etter at bryteren åpnes?



	Før bryteren åpnes	Like etter at bryteren er åpnet
A.	Det går ingen strøm.	Det induseres en strøm mot klokka.
B.	Det går ingen strøm.	Det induseres en strøm med klokka.
C.	Det induseres en strøm mot klokka.	Det induseres en strøm med klokka.
D.	Det induseres en strøm mot klokka.	Det induseres en strøm mot klokka.

r) Reaksjonslikningen



viser en omdanning av et proton i en radioaktiv kjerne.

Hvilken partikkel representerer X?

- A.  $\mu^-$
- B.  $\bar{\nu}_e$
- C.  $\nu_e$
- D.  $e^-$

s) Hva må den minste frekvensen til et foton være for å danne et elektron-positron-par?

- A.  $\frac{m_e c^2}{h}$
- B.  $\frac{2m_e c^2}{h}$
- C.  $\frac{m_e c^2}{2h}$
- D.  $\gamma \frac{m_e c^2}{h}$

t) Et røntgenapparat gir et røntgenspekter med en maksimal frekvens,  $f_{\text{maks}}$ . Det er fordi

- A. fotonene som treffer metallet, har en nedre bølgelengde
- B. elektronene som treffer metallet, har en bestemt kinetisk energi
- C. metallet har et løsrivingsarbeid bestemt av  $f_{\text{maks}}$
- D. røntgenstråling har en øvre frekvens i det elektromagnetiske spekteret

u) I et forsøk med fotoelektrisk effekt sendes lys med en bestemt bølgelengde mot en metallplate **uten** at det blir frigjort elektroner fra metallet.

Hvordan kan vi få frigjort elektroner i et slikt forsøk?

- A. Ved å bruke et metall med høyere løsrivingsarbeid.
- B. Ved å øke intensiteten til lyset.
- C. Ved å endre vinkelen lyset sendes inn mot metallet med.
- D. Ved å bruke lys med kortere bølgelengde.

- v) Aron og Nora diskuterer om lys er bølger eller partikler.

Aron sier: Forsøk med interferens tyder på at lys har bølgeegenskaper.

Nora sier: Einsteins forklaring av fotoelektrisk effekt og Comptons forsøk tyder på at lys har partikkelegenskaper.

Hvem har rett?

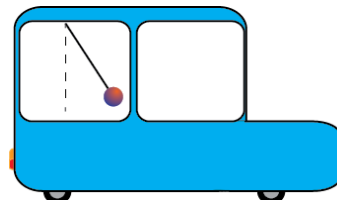
- A. Aron
- B. Nora
- C. begge
- D. ingen

- w) To sammenfiltrede fotoner, A og B, beveger seg i motsatte retninger og går gjennom hvert sitt polarisasjonsfilter. Hvilken påstand er korrekt?

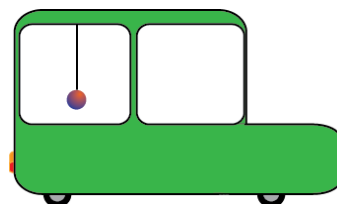
Sannsynligheten for at foton B går gjennom filteret

- A. er avhengig av om foton A går gjennom sitt filter
- B. er uavhengig av om foton A går gjennom sitt filter
- C. er omvendt proporsjonal med sannsynligheten for at foton A går gjennom sitt filter
- D. er avhengig av bølgelengden til foton A

- x) Aron og Nora kjører hver sin bil på en horisontal vei. I bilen til Aron er det en pendel som henger i taket. Vinkelen mellom pendelsnora og loddlinjen er konstant.



I bilen til Nora er det også en pendel. Den henger rett ned.



Mens de kjører, diskuterer Aron og Nora relativitetsteori over telefonen.

Aron sier: Jeg er i et treghetssystem fordi kula er i ro.

Nora sier: Jeg er i et treghetssystem fordi kula henger rett ned.

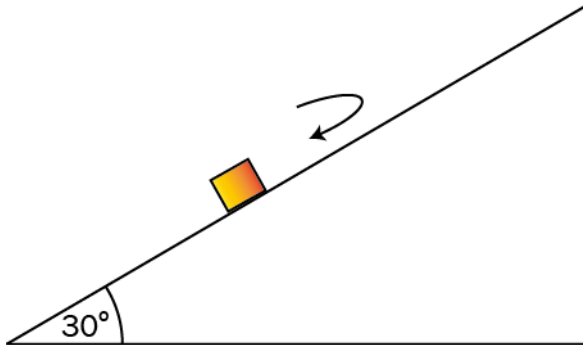
Hvem har rett?

- A. Aron
- B. Nora
- C. begge
- D. ingen

## Oppgave 2

a) (4 poeng)

En kloss sendes oppover et skråplan. Klossen glir et stykke oppover, før den glir ned igjen. Skråplanvinkelen er  $30^\circ$ . Sett  $g = 10 \text{ m/s}^2$  i utregningene.

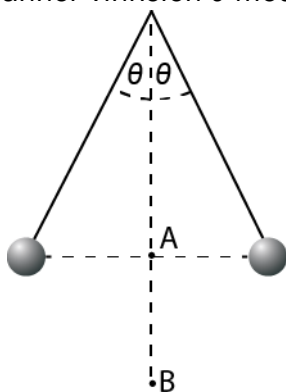


Friksjonen mellom klossen og skråplanet er  $3,0 \text{ N}$ . Massen til klossen er  $1,0 \text{ kg}$ .

1. Tegn kreftene som virker på klossen når den er på vei opp.
2. Finn akselerasjonen til klossen både på vei opp og på vei ned.

b) (4 poeng)

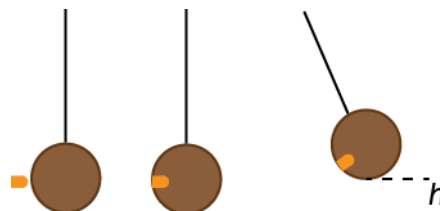
To kuler med samme masse  $m$  og positiv ladning  $q$  henger i ro i to like lange snorer. Snorene danner vinkelen  $\theta$  med vertikalen.



1. Hva er retningene til det elektriske feltet i punktene A og B?
2. Finn et uttrykk for avstanden mellom kulene uttrykt ved  $m$ ,  $q$ ,  $\theta$  og andre konstanter.

- c) (2 poeng)  
Skriv ned Heisenbergs uskarphetsrelasjoner, og gi et eksempel der minst én av disse gjør seg gjeldende.

- d) (3 poeng)  
Vi skal skyte et prosjektil med masse  $m$  inn i en kule med masse  $M$  som henger i ei snor. Prosjektilet blir sittende fast i kula og får den til å svinge opp en maksimal høyde  $h$ . Farten til prosjektilet er  $v$  før det treffer kula.



1. Vis at dersom kula er svært tung sammenlignet med prosjektilet, kan høyden uttrykkes

ved 
$$h = \frac{v^2 m^2}{2gM^2}.$$

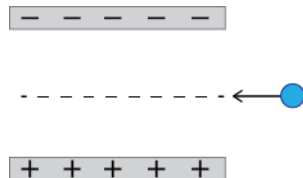
Vi måler størrelsene  $M = 200\text{ g} \pm 2\%$ ,  $m = 2,0\text{ g} \pm 5\%$  og  $v = 100\text{ m/s} \pm 2\%$  og setter  $g = 10\text{ m/s}^2 \pm 2\%$ .

2. Finn høyden  $h$  med usikkerhet.

## Del 2

### Oppgave 3 (9 poeng)

Partikler sendes inn mellom to parallelle plater med motsatt ladning som vist på figuren. I området mellom platene er det også et homogent magnetisk felt.



Et elektron med farten  $3,0 \cdot 10^5 \text{ m/s}$  går rettlinjet gjennom området.

- a) Tegn en figur som viser retningen til begge feltene og de elektriske og magnetiske kreftene som virker på elektronet når det er inne i området.

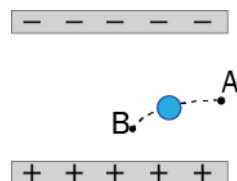
Den elektriske kraften som virker på elektronet, er  $F_e = 9,6 \cdot 10^{-15} \text{ N}$ .

- b) Regn ut den magnetiske flukstettheten i området.

En  $\alpha$ -partikkel kommer inn i området med samme fart og retning som elektronet i oppgave a).

- c) Hvor store er de elektriske og magnetiske kreftene som virker på  $\alpha$ -partikkelen?
- d) Vil  $\alpha$ -partikkelen også gå rettlinjet gjennom området?

Et elektron kommer inn i området med en annen fart enn elektronet i a). Da blir det avbøyd slik figuren viser.

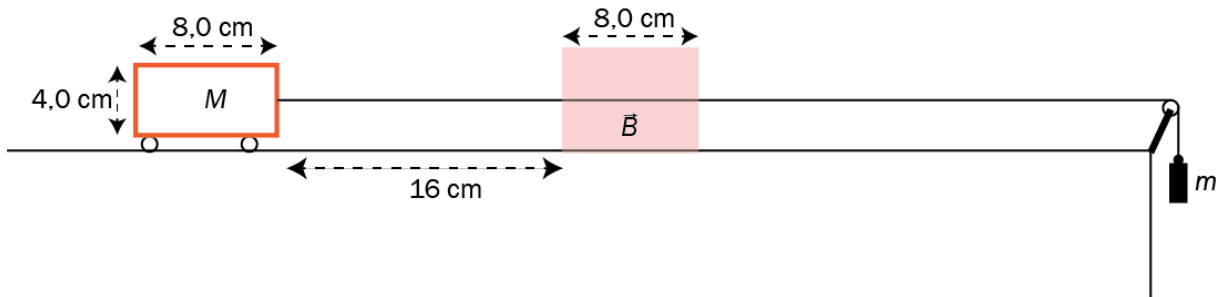


- e) Hvordan endrer den magnetiske og elektriske kraften seg fra A til B? Du skal ikke gjøre utregninger.



## Oppgave 4 (7 poeng)

Et lodd er festet til ei vogn med ei masseløs snor. Snora går over ei trinse. Vogna kan bevege seg uten friksjon på et horisontalt underlag. På en del av strekningen er det et homogent magnetfelt vinkelrett på papirplanet.



På vogna er det en rektangelformet leder. Massen til vogna med leder er  $60\text{ g}$ , og massen til loddet er  $20\text{ g}$ .

Vogna slippes fra ro  $16\text{ cm}$  fra magnetfeltet.

- a) Vis at farten til lederen når den kommer inn i feltet, er  $0,89\text{ m/s}$ .

Lederen har lengde  $l = 8,0\text{ cm}$  og høyde  $h = 4,0\text{ cm}$ . Resistansen til lederen er  $7,0\text{ m}\Omega$ . Den magnetiske flukstettheten  $B = 0,98\text{ T}$ .

- b) Vis at farten til vogna er konstant på vei inn i magnetfeltet.
- c) Forklar at bevegelsen til vogna blir den samme uavhengig av om magnetfeltet peker inn i arket eller ut av arket.
- d) Hvor lenge holder vogna konstant fart?

## Oppgave 5 (8 poeng)

Bildet viser et av de største sorte hullene som er funnet. Hullet har massen  $M = 1,3 \cdot 10^{40}$  kg (6,5 milliarder solmasser). Massen øker hele tiden fordi dette er et aktivt sort hull. Hullet befinner seg i galaksen M87, som ligger 53 millioner lysår unna oss. Bildet viser en lysende ring av plasma som roterer rundt det sorte hullet. Bildet ble publisert 10. april 2019 og er det første bildet som er tatt av et sort hull.



Vi tenker oss to ulike situasjoner.

Situasjon 1: Ei stjerne går med konstant banefart i en sirkelbane rundt hullet.

- a) Bestem et uttrykk for rundetiden til stjerna som funksjon av baneradien.
- b) Hva er den minste radien vi kan ha før vi må regne relativistisk?

Situasjon 2: Ei stjerne med samme masse som sola er i en avstand  $2,0 \cdot 10^{20}$  m (cirka 20 000 lysår) fra det sorte hullet. Den er i utgangspunktet i ro i forhold til det sorte hullet før den faller inn mot det.

- c) Hva er farten til stjerna når avstanden til det sorte hullet er halvert?

Den lysende plasmaskiven oppstår når materie faller inn mot det sorte hullet. Når lyset fra skiven kommer til jorda, blir det registrert av teleskop.

- d) Gjør rede for hva som skjer med bølgelengden til dette lyset på veien fra det sorte hullet til det blir registrert av teleskopene på jorda.

## Oppgave 6 (11 poeng)

Vi skyter en rakett på skrå opp fra bakken fra et stort, flatt jorde. Ved utskytingen er vinkelen mellom raketten og horisontalen  $75^\circ$ . Skyvekraften på raketten er 19 N.

Ved utskytingen har raketten totalmassen 290 g.

- Lag en figur som viser kreftene som virker på raketten ved utskytingen.
- Regn ut akselerasjonen ved utskytingen. Oppgi både størrelse og retning.

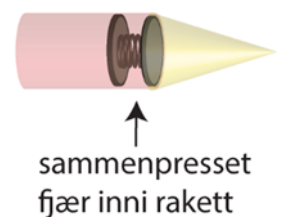
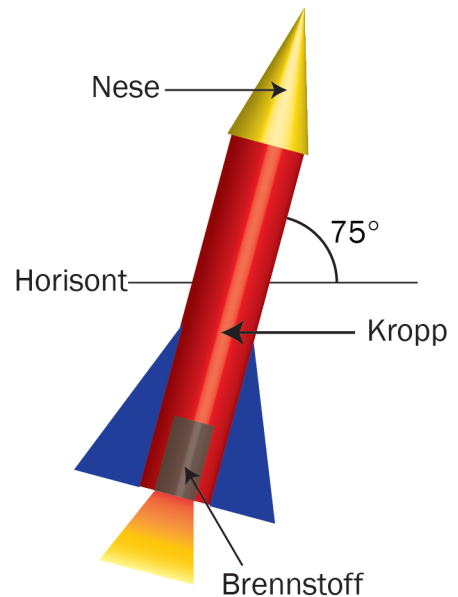
På toppen av banen ligger raketten horisontalt og har bevegelsesmengden  $7,2 \text{ kgm/s}$ . Da er alt brennstoffet brukt opp, og raketten har fått massen 240 g.

- Hva er farten til raketten i toppen av banen?

Den øverste delen av raketten kalles rakettnesa. Den har massen 60 g og er montert på ei fjær som er presset sammen 10 cm. Fjæra har fjærkonstanten  $288 \text{ N/m}$ . Se bort fra massen til fjæra. Resten av raketten (rakettkroppen) har massen 180 g.

På toppen av banen utløses fjæra slik at nesa blir frigjort fra kroppen. Raketten er da 282 m over bakken.

- Finn farten til nesa og kroppen like etter at fjæra er utløst.
- Finn avstanden mellom landingsstedene for nesa og kroppen. Se bort fra luftmotstand.



## Kjeldeliste/Kildeliste

Oppgave/Oppgave 5: Kjelde/Kilde:

<https://www.jpl.nasa.gov/images/universe/20190410/blackhole20190410.jpg>

## Faktavedlegg som er tillate brukt ved eksamen i Fysikk 2

Kan brukast under både Del 1 og Del 2 av eksamen.

### Jorda

Ekvatorradius	6378 km
Polradius	6357 km
Middelradius	6371 km
Masse	$5,974 \cdot 10^{24}$ kg
Standardverdien til tyngdeakselerasjonen	$9,80665 \text{ m/s}^2$
Rotasjonstid	23 h 56 min 4,1 s
Omløpstid om sola	$1 \text{ a} = 3,156 \cdot 10^7 \text{ s}$
Middelavstand frå sola	$1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$

### Sola

Radius	$6,95 \cdot 10^8 \text{ m}$
Masse	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

### Månen

Radius	1738 km
Masse	$7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Tyngdeakselerasjon ved overflata	$1,62 \text{ m/s}^2$
Middelavstand frå jorda	$3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$

## Planetane og Pluto

Planet	Masse, 10 <sup>24</sup> kg	Ekvator-radius, 10 <sup>6</sup> m	Midlare solavstand, 10 <sup>9</sup> m	Rotasjonstid, d	Siderisk omløpstid <sup>+</sup> , a	Massetettleik, 10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>	Tyngde- akselerasjon på overflata, m/s <sup>2</sup>
Merkur	0,33	2,44	57,9	58,6	0,24	5,4	3,7
Venus	4,9	6,05	108	243*	0,62	5,2	8,9
Jorda	6,0	6,38	150	0,99	1,00	5,5	9,8
Mars	0,64	3,40	228	1,03	1,88	3,9	3,7
Jupiter	1900	71,5	778	0,41	11,9	1,3	25
Saturn	568	60,3	1429	0,45	29,5	0,7	10
Uranus	87	25,6	2871	0,72*	84,0	1,3	8,9
Neptun	103	24,8	4504	0,67	165	1,6	11
Pluto	0,013	1,2	5914	6,39*	248	2,1	0,6

\* Retrograd rotasjonsretning, dvs. motsett rotasjonsretning av den som er vanleg i solsystemet.

<sup>+</sup> Omløpstid målt i forhold til stjernehimmlen.

IAU bestemte i 2006 at Pluto ikkje lenger skulle reknast som ein *planet*.

## Nokre konstantar

Fysikkonstantar	Symbol	Verdi
Atommasseeininga	$u$	$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Biot-Savart-konstanten	$k_m$	$2 \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ (eksakt)
Coulombkonstanten	$k_e$	$8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$
Elementærladninga	$e$	$1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Gravitasjonskonstanten	$\gamma$	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$
Lysfarten i vakuum	$c$	$3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Planckkonstanten	$h$	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

Massar	Symbol	Verdi
Elektronmassen	$m_e$	$9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5,4858 \cdot 10^{-4} \text{ u}$
Nøytronmassen	$m_n$	$1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0087 \text{ u}$
Protonmassen	$m_p$	$1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0073 \text{ u}$
Hydrogenatomet	$m_H$	$1,6817 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0078 \text{ u}$
Heliumatomet	$m_{He}$	$6,6465 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,0026 \text{ u}$
Alfapartikkel (Heliumkjerne)	$m_\alpha$	$6,6447 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,0015 \text{ u}$

## Data for nokre elementærpartiklar

Partikkel	Symbol	Kvark-samansetning	Elektrisk ladning /e	Anti-partikkel
<b>Lepton</b>				
Elektron	$e^-$		-1	$e^+$
Myon	$\mu^-$		-1	$\mu^+$
Tau	$\tau^-$		-1	$\tau^+$
Elektronnøytrino	$\nu_e$		0	$\bar{\nu}_e$
Myonnøytrino	$\nu_\mu$		0	$\bar{\nu}_\mu$
Taunøytrino	$\nu_\tau$		0	$\bar{\nu}_\tau$
<b>Kvark</b>				
Opp	u	u	+2/3	$\bar{u}$
Ned	d	d	-1/3	$\bar{d}$
Sjarm	c	c	+2/3	$\bar{c}$
Sær	s	s	-1/3	$\bar{s}$
Topp	t	t	+2/3	$\bar{t}$
Botn	b	b	-1/3	$\bar{b}$
<b>Meson</b>				
Ladd pi-meson	$\pi^-$	$\bar{u}d$	-1	$\pi^+$
Nøytralt pi-meson	$\pi^0$	$u\bar{u}, d\bar{d}$	0	$\pi^0$
Ladd K-meson	$K^+$	$u\bar{s}$	+1	$K^-$
Nøytralt K-meson	$K^0$	$d\bar{s}$	0	$\bar{K}^0$
<b>Baryon</b>				
Proton	p	uud	+1	$\bar{p}$
Nøytron	n	udd	0	$\bar{n}$
Lambda	$\Lambda^0$	uds	0	$\bar{\Lambda}^0$
Sigma	$\Sigma^+$	uus	+1	$\bar{\Sigma}^+$
Sigma	$\Sigma^0$	uds	0	$\bar{\Sigma}^0$
Sigma	$\Sigma^-$	dds	-1	$\bar{\Sigma}^-$
Ksi	$\Xi^0$	uss	0	$\bar{\Xi}^0$
Ksi	$\Xi^-$	dss	-1	$\bar{\Xi}^-$
Omega	$\Omega^-$	sss	-1	$\bar{\Omega}^-$

## Formelvedlegg tillatt brukt ved eksamen i Fysikk 2

Kan brukes på både Del 1 og Del 2 av eksamen.

### Formler og definisjoner fra Fysikk 1 som kan være til hjelp

$v = \lambda f$	$f = \frac{1}{T}$	$\rho = \frac{m}{V}$	$P = Fv$
$I = \frac{Q}{t}$	$R = \frac{U}{I}$	$P = UI$	$E_0 = mc^2$
${}_Z^AX$ , der X er grunnstoffets kjemiske symbol, Z er antall protoner i kjernen og A er antall nukleoner i kjernen			$s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$ $v^2 - v_0^2 = 2as$

### Formler og sammenhenger fra Fysikk 2 som kan være til hjelp

$\lambda = \frac{h}{p}$	$p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$	$hf_{\text{maks}} = eU$
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$t = \gamma t_0$	$p = \gamma mv$
$E = \gamma mc^2$	$E_k = E - E_0 = (\gamma - 1)mc^2$	$E = \frac{U}{d}$
$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$	$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$	$\mathcal{E} = vBl$
$\omega = 2\pi f$	$U = U_m \sin \omega t$ , der $U_m = nBA\omega$	$U_s I_s = U_p I_p$
$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$	$hf = W + E_k$	$F_m = k_m \frac{l_1 l_2}{r} l$



## Formler fra matematikk som *kan* være til hjelp

### Likninger

Formel for løsning av andregradslikninger	$ax^2 + bx + c = 0 \Leftrightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
---	--

### Derivasjon

Kjerneregel	$(g(u))' = g'(u) \cdot u'$
Sum	$(u+v)' = u' + v'$
Produkt	$(u \cdot v)' = u' \cdot v + u \cdot v'$
Kvotient	$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}$
Potens	$(x^r)' = r \cdot x^{r-1}$
Sinusfunksjonen	$(\sin x)' = \cos x$
Cosinusfunksjonen	$(\cos x)' = -\sin x$
Eksponentialfunksjonen $e^x$	$(e^x)' = e^x$

### Integrasjon

Konstant utenfor	$\int k \cdot u(x) \, dx = k \cdot \int u(x) \, dx$
Sum	$\int (u+v) \, dx = \int u \, dx + \int v \, dx$
Potens	$\int x^r \, dx = \frac{x^{r+1}}{r+1} + C, \quad r \neq -1$
Sinusfunksjonen	$\int \sin kx \, dx = -\frac{1}{k} \cos kx + C$
Cosinusfunksjonen	$\int \cos kx \, dx = \frac{1}{k} \sin kx + C$
Eksponentialfunksjonen $e^x$	$\int e^{kx} \, dx = \frac{1}{k} e^{kx} + C$

### Vektorer

Skalarprodukt	$\vec{a} \cdot \vec{b} =  \vec{a}  \cdot  \vec{b}  \cdot \cos u$ $[x_1, y_1, z_1] \cdot [x_2, y_2, z_2] = x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2 + z_1 \cdot z_2$
Vektorprodukt	$ \vec{a} \times \vec{b}  =  \vec{a}  \cdot  \vec{b}  \cdot \sin u$ $\vec{a} \times \vec{b}$ står vinkelrett på $\vec{a}$ og vinkelrett på $\vec{b}$ . $\vec{a}, \vec{b}$ og $\vec{a} \times \vec{b}$ danner et høyrehåndssystem.

## Geometri

Areal og omkrets av sirkel: $A = \pi r^2$ $O = 2\pi r$	Overflate og volum av kule: $A = 4\pi r^2$ $V = \frac{4}{3}\pi r^3$
$\sin v = \frac{\text{motstående katet}}{\text{hypotenus}}$ $\cos v = \frac{\text{hosliggende katet}}{\text{hypotenus}}$ $\tan v = \frac{\text{motstående katet}}{\text{hosliggende katet}}$	$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ $\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}$

## Noen eksakte verdier til de trigonometriske funksjonene

	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	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	

**Vedlegg 3****Svarark****Oppgave 1 / Oppgave 1**

Kandidatnummer: \_\_\_\_\_

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)	
u)	
v)	
w)	
x)	

*Vedlegg 3 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret for oppgave 2.  
Vedlegg 3 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!**