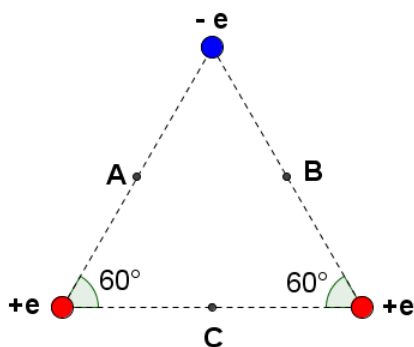


## Del 1

### Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarskjema i vedlegg 3.  
(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

- a) Tre partikler er plassert i hvert sitt hjørne av en likesidet trekant. Den ene har ladning  $-e$  og de to andre ladning  $+e$  som figuren under viser. Punktene A, B og C er midtpunktene på sidekantene.



I hvilket av punktene A, B og C er den elektriske feltstyrken **minst**?

- A. punkt A
- B. punkt B
- C. punkt C
- D. Den er like stor i alle punktene.

b) Jorda har masse  $m$  og radius  $r$ . Gravitasjonsfeltstyrken ved jordoverflata er  $g$ . Den universelle gravitasjonskonstanten er  $\gamma$ . Da er forholdet  $\frac{g}{\gamma}$

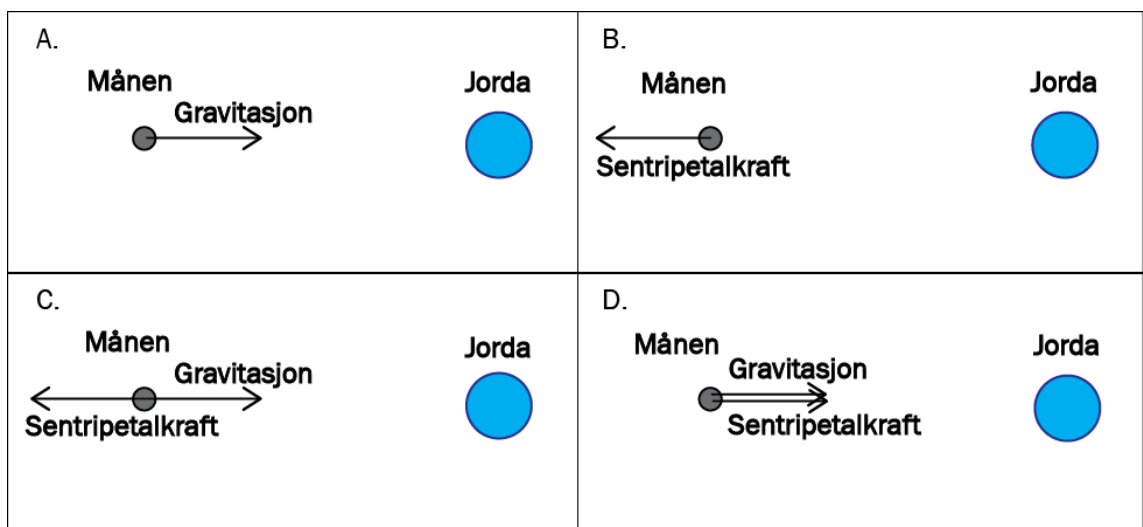
A.  $\frac{m}{r^2}$

B.  $\frac{r^2}{m}$

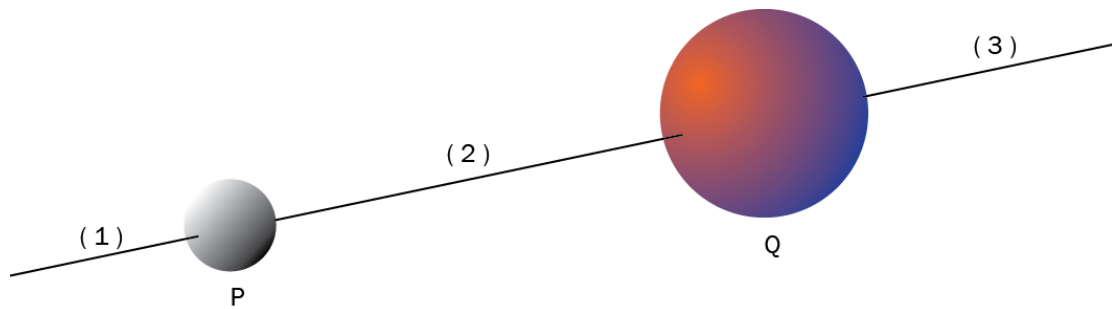
C.  $mr$

D. 1

c) Månen går i en tilnærmet sirkelbane rundt jorda. Hvilken av figurene viser **best** kreftene som virker på månen? (Vi ser bort fra krefter fra andre himmellegemer enn jorda.)



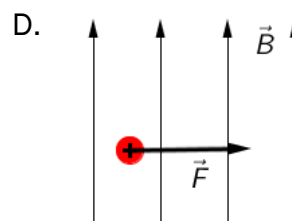
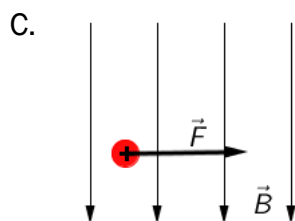
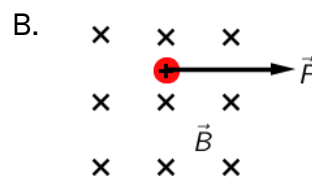
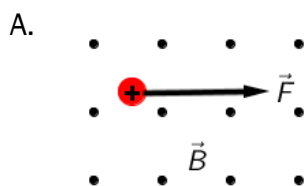
d) To himmellegemer P og Q er vist i figuren. Massen til Q er større enn massen til P.



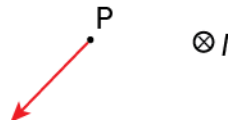
På linjestykket gjennom sentrene til himmellegemene finnes det punkt der gravitasjonsfeltstyrken fra P har samme verdi som fra Q. Det er

- A. bare i område (1)
- B. både i område (1) og (2)
- C. både i område (1) og (3)
- D. både i område (2) og (3)

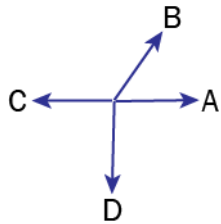
e) Figuren viser kraften som virker på en positiv ladning når den beveger seg i et homogent magnetisk felt. I hvilket av tilfellene under må ladningen ha fartsretning inn i papirplanet?



- f) En lang rett leder med strømretning inn i papiret er plassert i et ytre magnetfelt. I punktet P vises retningen til det ytre feltet.



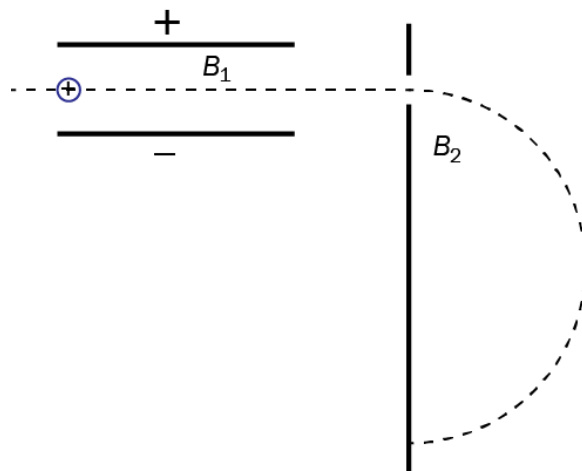
Hvilken vektor kan vise det totale magnetfeltet i punktet P?



- A. vektor A
  - B. vektor B
  - C. vektor C
  - D. vektor D
- g) Wb er enheten for magnetisk fluks. Wb er det samme som

- A.  $T \cdot A$
- B.  $\frac{T}{m^2}$
- C.  $V \cdot s$
- D.  $\frac{V}{s}$

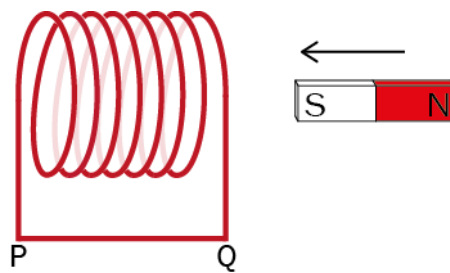
- h) I en massespektrograf går positive partikler rettlinjet gjennom et område med et homogent elektrisk felt skapt av to parallelle ladde plater og et homogent magnetisk felt  $B_1$ . Partiklene fortsetter deretter i et område med et homogent magnetisk felt  $B_2$  slik figuren viser.



Hvilket av alternativene under gir **riktig** retning for magnetfeltene  $B_1$  og  $B_2$ ?

Alternativ	$B_1$	$B_2$
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

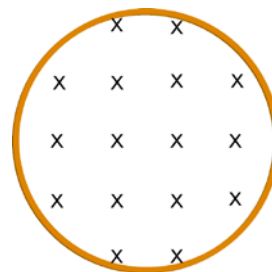
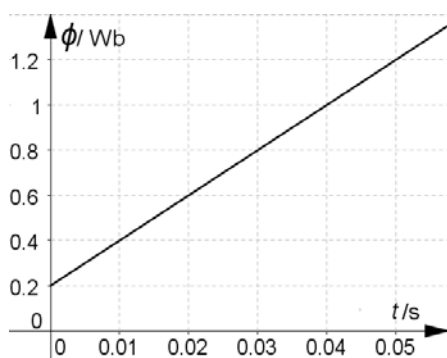
- i) En stavmagnet beveges med konstant fart mot og gjennom en spole slik figuren viser. Spolen danner sammen med lederen PQ en lukket krets.



Da induseres det en spenning i spolen slik at strømmen gjennom lederen

- A. har retning fra P til Q hele tiden
- B. har retning fra Q til P hele tiden
- C. først har retning fra P til Q, deretter fra Q til P
- D. først har retning fra Q til P, deretter fra P til Q

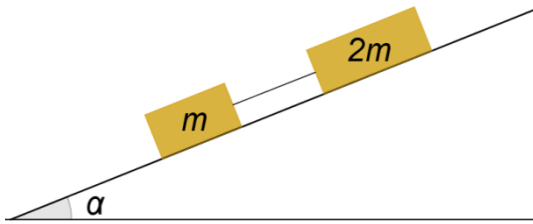
- j) Fluksen gjennom en ledersløyfe endrer seg slik som grafen viser.



Ledersløyfa og noen av magnetfeltlinjene er vist i figuren til høyre. Under fluksendringen vil strømmen i sløyfa gå

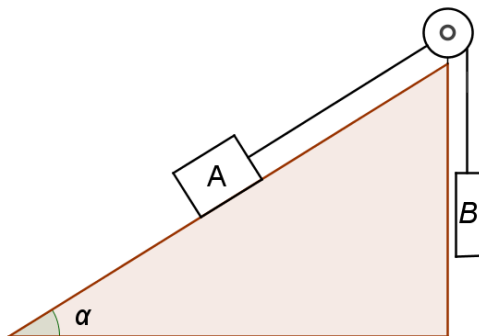
- A. mot klokka og det induseres en spenning på 20V
- B. mot klokka og det induseres en spenning på -20V
- C. med klokka og det induseres en spenning på 20V
- D. med klokka og det induseres en spenning på -20V

- k) To klosser er forbundet med en snor og glir nedover et skråplan der friksjonstallet mellom klossene og skråplanet er  $\mu$ . Den øverste klossen har dobbelt så stor masse som den nederste.



Draget i snora er

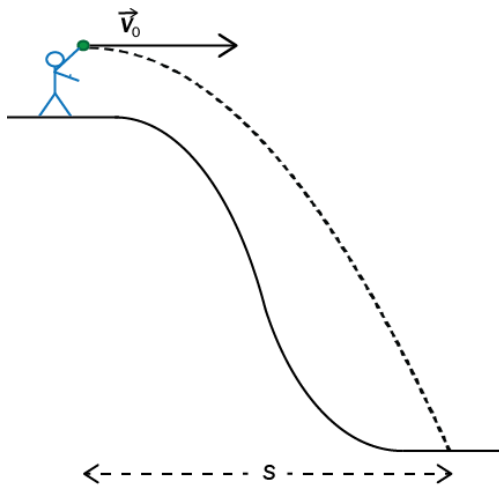
- A. 0
  - B.  $mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$
  - C.  $mg(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)$
  - D.  $\mu mg \cos \alpha$
- l) To klosser A og B er forbundet med en snor over en trinse. Kloss A ligger på et friksjonsfritt skråplan med helningsvinkel  $\alpha$ , mens kloss B henger vertikalt i snora. Vi ser bort fra massen til snora.



Vi holder systemet i ro før vi slipper det. Dersom B begynner å bevege seg nedover, må

- A. snordraget på A være større enn snordraget på B
- B. tyngden til B være større enn tyngden til A
- C. tyngden av B være større enn komponenten av tyngden til A langs skråplanet
- D. summen av kreftene på B være større enn summen av kreftene på A

- m) En stein blir kastet horisontalt med farten  $v_0$  fra toppen av en høyde. Steinen treffer bunnen av bakken etter tiden  $t$ . Den har da forflyttet seg strekningen  $s$  i horisontal retning.



Så kaster vi steinen på nytt. Startfarten er nå  $3v_0$ . Dersom vi ikke regner med luftmotstand, hva blir riktig tid og horisontal forflytning for kastet?

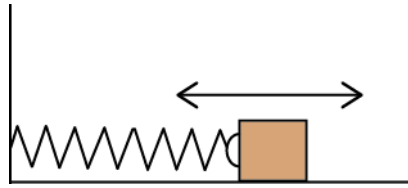
Alternativ	Tid	Horisontal forflytning
A.	$t$	$s$
B.	$3t$	$3s$
C.	$t$	$3s$
D.	$3t$	$s$

- n) En person står på en karusell i avstanden 4 m fra rotasjonsaksen. Rotasjonen foregår i horisontalplanet. Rotasjonsfarten er konstant. Hva må rundetiden omtrent være for at personen skal få en sentripetalakselerasjon på  $1g$ ?

- A. 1 s
- B. 2 s
- C. 3 s
- D. 4 s



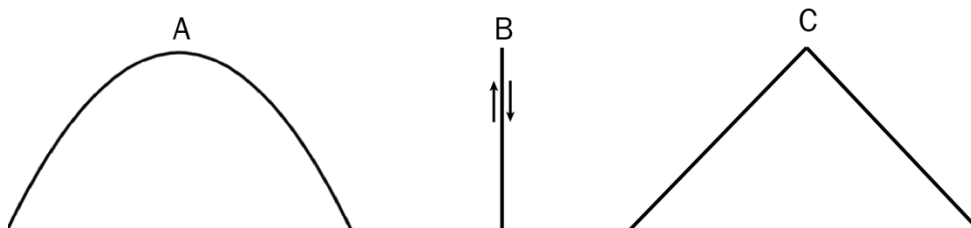
- o) En kloss er festet i en fjær som er festet i en vegg. Klossen ligger på et horisontalt underlag. Se figuren. Det er ikke friksjon mellom underlaget og klossen.



Vi trekker klossen en avstand  $x$  fra likevektsstillingen og slipper den slik at den begynner å svinge. Den maksimale farten er  $v$  og den totale energien er  $E$ . Vi trekker klossen avstanden  $2x$  fra likevektsstillingen. Hva blir den nye maksimale farten og den totale energien?

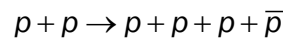
Alternativ	Fart	Energi
A.	$v$	$2E$
B.	$v$	$4E$
C.	$2v$	$2E$
D.	$2v$	$4E$

- p) I ei jernbanevogn sitter ei jente og kaster en ball slik at hun ser at den får en startfart vertikalt opp. Vogna beveger seg rettlinjet på et horisontalt underlag. Rett utenfor vinduet der jenta sitter, står en observatør på bakken og ser hele bevegelsen til ballen når vogna farer forbi. Nedenfor er det gitt tre forskjellige grafer som kan beskrive ballens bevegelse.



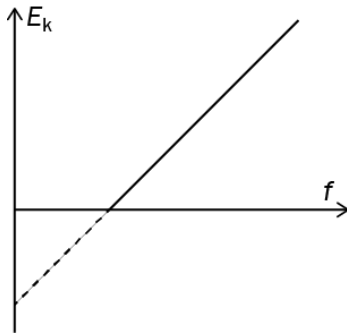
- A. Jenta ser graf C mens observatøren ser graf B.  
 B. Jenta ser graf B mens observatøren ser graf C.  
 C. Jenta ser graf A mens observatøren ser graf C.  
 D. Jenta ser graf B mens observatøren ser graf A.

q) En reaksjon mellom to protoner som kolliderer i svært høy hastighet, kan være



Grunnen til at vi kan ende opp med flere partikler enn vi startet med, er

- A. annihivering
  - B. at leptontallet skal være 2
  - C. at totalenergien til protonene før kollisjonen er større enn hvileenergien til partiklene etter reaksjonen
  - D. at bevegelsesmengden til protonene før kollisjonen er større enn bevegelsesmengden til partiklene etter reaksjonen på grunn av relativistiske effekter
- r) Når lys av varierende frekvens treffer et metall, kan det bli frigjort elektroner. Grafen under viser hvordan den maksimale kinetiske energien til de frigjorte elektronene varierer som funksjon av strålingens frekvens.

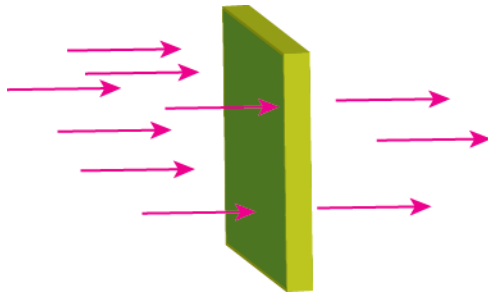


Plancks konstant er

- A. grafens stigningstall
- B. grafens skjæringspunkt med førsteaksen
- C. skjæringspunktet mellom andreaksen og grafens forlengelse
- D. arealet under grafen

- s) Fotoelektrisk effekt kunne ikke forklares med klassisk fysikk fordi
- A. effekten var avhengig av frekvensen til strålingen som ble sendt mot metallet
  - B. Newtons lover ikke stemte
  - C. det var nødvendig å regne relativistisk siden fotoner beveger seg med lysfarten
  - D. frie elektroner ennå ikke var oppdaget

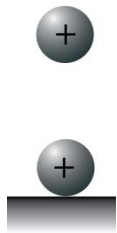
- t) Fotoner treffer et tynt materiale og kan bli helt borte på vei gjennom materialet.



Hvilke fenomener kan være årsak til at disse fotonene taper hele sin energi i én prosess?

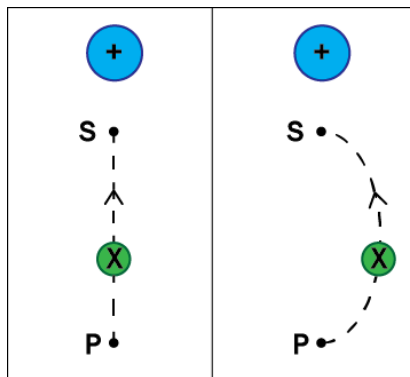
- A. fotoelektrisk effekt og pardanning
- B. fotoelektrisk effekt og annihilering
- C. annihilering og rødforskyvning
- D. pardanning og rødforskyvning

- u) To positivt ladde kuler holdes inntil hverandre. Den ene kula ligger oppå den andre. Så slippes den øverste mens den nederste fortsatt holdes fast.



Det høyeste punktet den øverste kula kan nå, er der

- A. den elektriske frastøtingskraften er null
  - B. den elektriske frastøtingskraften er motsatt lik tyngden av kula
  - C. den elektriske potensielle energien er null
  - D. den kinetiske energien til kula er null
- v) Punktene P og S ligger i nærheten av en kule med positiv ladning. En kraft  $K$  virker på et positivt ladd legeme X slik at det blir flyttet fra P til S. Hva kan vi si om arbeidet som  $K$  utfører på X når det blir flyttet langs de to banene i figurene under?

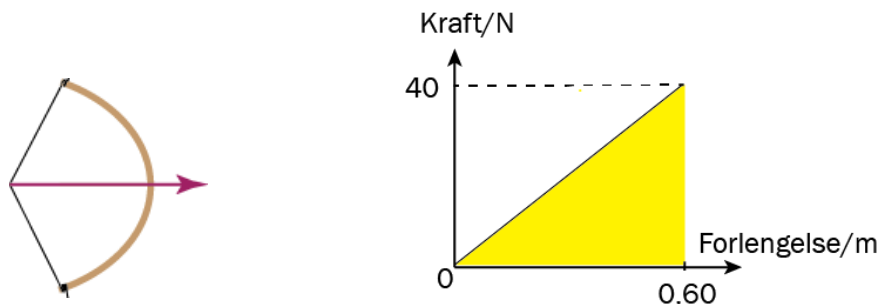


Figur 1

Figur 2

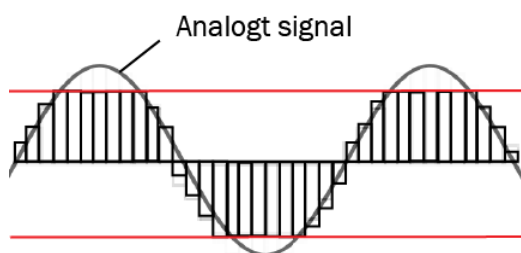
- A.  $K$  utfører ikke arbeid på X i noen av tilfellene.
- B. Arbeidet som  $K$  utfører på X er like stort i hvert av tilfellene.
- C.  $K$  utfører minst arbeid på X i figur 1.
- D.  $K$  utfører mest arbeid på X i figur 1.

- w) En pil legges inntil snoren på en bue, og buen spennes. Kraften på snoren som funksjon av forlengelse av avstanden mellom snor og bue er gitt i grafen under. Massen til pilen er 0,060 kg.



Pilen skytes ut horisontalt når forlengelsen er 0,60 m. Hvor stor er farten til pilen like etter utskytingen?

- A. 20 m/s
  - B.  $\sqrt{600}$  m/s
  - C.  $\sqrt{800}$  m/s
  - D. 30 m/s
- x) Et analogt sinussignal blir digitalisert. Resultatet er vist i figuren under.

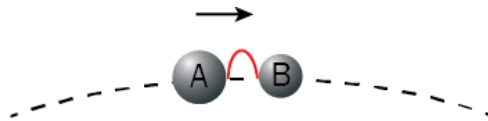


Hva har skjedd med det digitaliserte signalet?

- A. faseforskyvning
- B. klipping
- C. aliasing
- D. periodeendring

## Oppgave 2

- a) En kloss glir med konstant fart nedover et skråplan med helningsvinkel  $\alpha$ . Tegn kreftene som virker på klossen, og bestem et uttrykk for friksjonstallet  $\mu$  mellom klossen og skråplanet.
- b) Et sammensatt legeme består av to deler A og B. Massen til A er dobbelt så stor som massen til B. Mellom de to delene er det spent en masseløs fjær. Legemet kastes på skrå opp i lufta. På figuren under er A og B i det høyeste punktet i banen og farten er 10 m/s. Da utløses fjæra, og A faller rett ned.



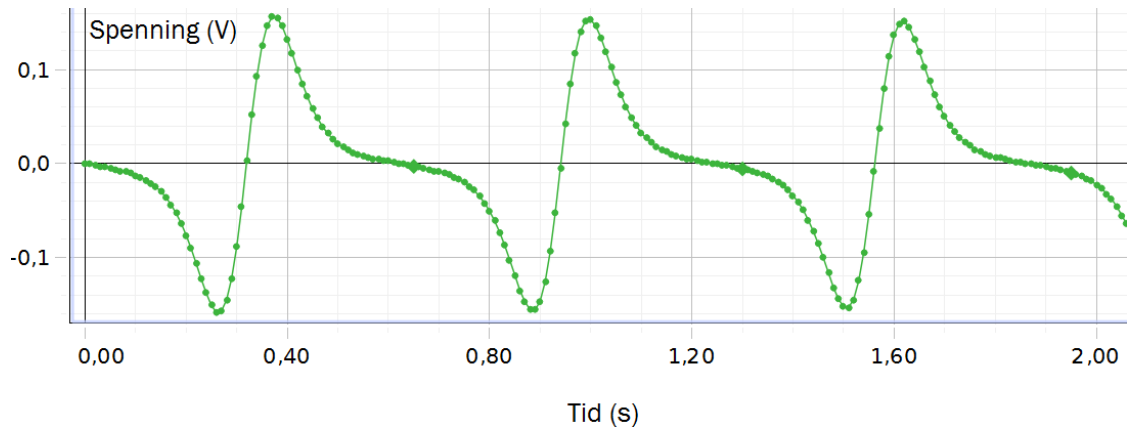
1. Finn farten til B like etter frigjøringen.

Legemet er 80 m over et horisontalt underlag når fjæra utløses. I utregningen under kan du sette  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

2. Hvor lang tid tar det før kulene lander?

- c) I klassisk fysikk er det i prinsippet ingen grenser for hvor nøyaktige måleverdier kan bli. Slik er det ikke i kvantefysikken. Gjør rede for hva Heisenbergs uskarphetsrelasjoner sier om dette.
- d) Skisser grafer som viser bevegelsesmengden til en partikkel som funksjon av farten, både klassisk og relativistisk. Sammenlign og kommenter grafene dine.

- e) I et forsøk hang en stavmagnet i en fjær og svingte vertikalt over en spole. Den induerte spenningen i spolen ble registrert ved hjelp av en datalogger og er vist i figuren under.



Hvorfor blir det induert en spenning i spolen, og hvorfor varierer denne spenningen både i størrelse og fortegn?

## Del 2

### Oppgave 3

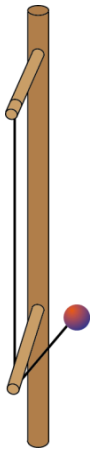
Oppgaven dreier seg om krefter i sirkelbevegelse.

I denne oppgaven ser vi bort fra friksjon.

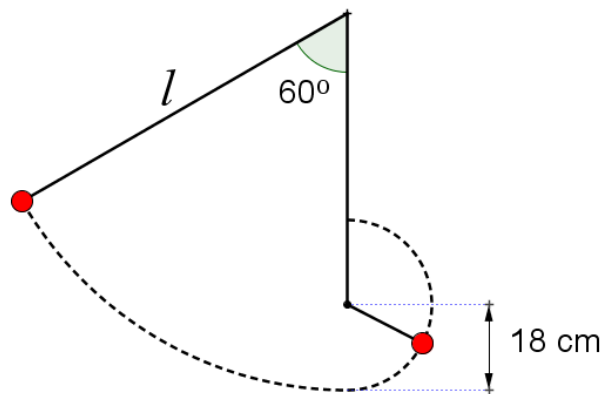
En planpendel består av en stålkule med masse  $m = 200\text{ g}$  og en pendelsnor med lengde  $l = 80\text{ cm}$ .

- Stålkula holdes i ro med stram snor og slippes. Vinkelen mellom pendelsnora og loddlinja i slippøyeblikket er  $60^\circ$ . Hvor stor er den største farten kula får i pendelbanen?
- Hvor stort er snordraget på pendelkula i bunnen av banen?

På loddlinja, 18 cm over det laveste punktet, settes det inn en pinne. Når pendelsnora treffer denne pinnen, vil pendelkula begynne å snurre rundt pinnen. Se figur 1 og 2.



Figur 1



Figur 2

- Vil pendelkula fullføre den vertikale sirkelen rundt pinnen?



Pinnen kan plasseres hvor som helst på loddlinja. Avstanden fra det laveste punktet i banen til pinnen er  $r$ .

- d) Vis at snordraget på pendelkula i det øverste punktet i sirkelbanen rundt pinnen kan uttrykkes

$$S = mg \left( \frac{2h}{r} - 5 \right)$$

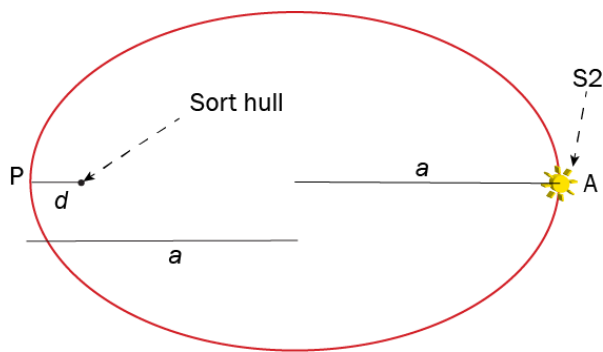
der  $h$  er høyden pendelkula ble sluppet fra i forhold til det laveste punktet i banen.

- e) Hvor må pinnen plasseres dersom kula akkurat skal fullføre den vertikale sirkelen med stram snor?

## Oppgave 4

Oppgaven dreier seg om gravitasjon.

Det finnes flere observasjoner som tyder på at det er et supermassivt sort hull i sentrum av galaksen Melkeveien. Størrelsen på hullet skal være på flere millioner solmasser. Stjerna S2 er én av flere stjerner som går i en ellipsebane rundt dette hullet. Ellipsebanen er vist i figur 1.



Figur 1



Figur 2 Sort hull Kilde: Wikipedia

### Data for S2

Periode	$T = 14,53 \text{ år} = 4,585 \cdot 10^8 \text{ s}$
Store halvakse	$a = 1,378 \cdot 10^{14} \text{ m}$
Korteste avstand til det sorte hullet	$d = 1,83 \cdot 10^{13} \text{ m}$

Kilde: [http://web.calstatela.edu/faculty/kaniol/a360/Black\\_Hole\\_in\\_Galaxy.htm](http://web.calstatela.edu/faculty/kaniol/a360/Black_Hole_in_Galaxy.htm)

Lastet ned 18.11.2014

Det viser seg at man kan beregne massen til det sorte hullet ved å bruke reglene for sirkelbevegelse. Da må sirkelen ha radius  $a$  og det sorte hullet være i sentrum av sirkelen.

- Vis ut fra opplysningene over at massen til det sorte hullet er  $7,37 \cdot 10^{36} \text{ kg}$ .
- Bruk figur 1 og regn ut gravitasjonsfeltstyrken fra det sorte hullet i punktet P.
- Vi går ut fra at farten til S2 ved A er 3750 km/s. Finn farten til S2 når den er i punktet P.

En ubemannet romsonde er på vei mot det sorte hullet. Sonden sender signaler mot jorda med fast frekvens  $f_0$ . Signalene blir observert på jorda med frekvensen  $f$ .

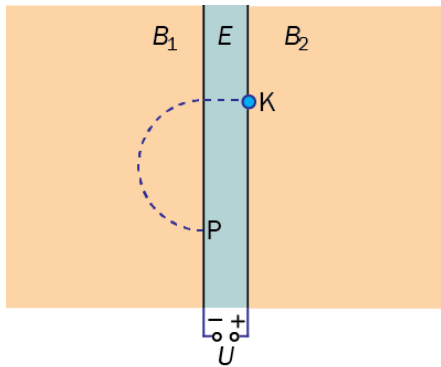
- Gjør greie for den relativistiske effekten på signalet som kan registreres på jorda.

## Oppgave 5

Oppgaven dreier seg om bevegelse i elektriske og magnetiske felt.

I denne oppgaven ser vi bort fra gravitasjon og relativistiske effekter.

- Regn ut farten til et proton som blir akselerert fra ro over spenningen  $U = 1,0$  kV.
- Protonet fortsetter med farten fra a) og blir akselerert over nye  $1,0$  kV. Hva blir farten nå?



Figur 1

Figur 1 viser to parallelle metallplater. Mellom platene er det et homogent elektrisk felt  $E$ . På utsiden av platene er det to identiske homogene magnetiske felt  $B_1$  og  $B_2$ , slik figur 1 viser. Magnetfeltene er vinkelrett på papirplanet. K er en partikkelkilde. Partiklene som frigis fra K, er positivt ladet, og de blir akselerert i det elektriske feltet  $E$  for så å komme inn i  $B_1$ . Der fortsetter partiklene med konstant fart før de beveger seg tilbake inn i  $E$  ved punktet P.

- Hvilken retning har det magnetiske feltet  $B_1$ ?

Før partikkelen kommer til P, har det elektriske feltet  $E$  skiftet retning.

- Beskriv banen til partikkelen etter at den kommer ut fra P, går gjennom  $E$  og videre gjennom  $B_2$ .

Retningen til det elektriske feltet justeres slik at partikkelen hele tiden får en fartsøkning i det elektriske feltet. Verdien av spenningen  $U$  holdes konstant.

- Vis at en partikkel med masse  $m$  og ladning  $q$  har farten  $v = \sqrt{n \frac{2qU}{m}}$  etter at den er akselerert  $n$  ganger i det elektriske feltet.
- Hvorfor øker radien til banene hver gang partikkelen kommer inn i de magnetiske feltene?
- Vis at tiden det tar for partikkelen å gå gjennom magnetfeltet, hele tiden er den samme.

## 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 m/s <sup>2</sup>
Rotasjonstid	23 h 56 min 4,1 s
Omløpstid om sola	1 a = $3,156 \cdot 10^7$ s
Middelavstand frå sola	$1,496 \cdot 10^{11}$ m

### Sola

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

### Månen

Radius	1 738 km
Masse	$7,35 \cdot 10^{22}$ kg
Tyngdeakselerasjon ved overflata	1,62 m/s <sup>2</sup>
Middelavstand frå jorda	$3,84 \cdot 10^8$ m

## Planetane og Pluto

Planet	Masse, $10^{24}$ kg	Ekvator-radius, $10^6$ m	Midlare solavstand, $10^9$ m	Rotasjonstid, d	Siderisk omløpstid <sup>+</sup> , a	Massetettleik, $10^3$ 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 stjernehimelen.

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

## Nokre konstantar

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

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

$v = \lambda f$	$f = \frac{1}{T}$	$\rho = \frac{m}{V}$	$P = Fv$
$I = \frac{Q}{t}$	$R = \frac{U}{I}$	$P = UI$	$E_0 = mc^2$
${}^A_ZX$ , 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

$\lambda = \frac{h}{p}$	$p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$	$hf_{\text{maks}} = eU$
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$t = \gamma t_0$	$p = \gamma mv$
$E = \lambda mc^2$	$E_k = E - E_0 = (\gamma - 1)mc^2$	$E = \frac{U}{d}$
$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$	$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$	$\varepsilon = vBl$
$\omega = 2\pi f$	$U = U_m \sin \omega t$ , der $U_m = NBA\omega$	$U_s I_s = U_p I_p$
$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$	$hf = W + E_k$	$F_m = k_m \frac{I_1 I_2}{r}$

### 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

Kjerneregul	$(g(u))' = g'(u) \cdot u'$
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 $e^x$	$\int e^{kx} dx = \frac{1}{k} e^{kx} + C$

### Geometri

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

### 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