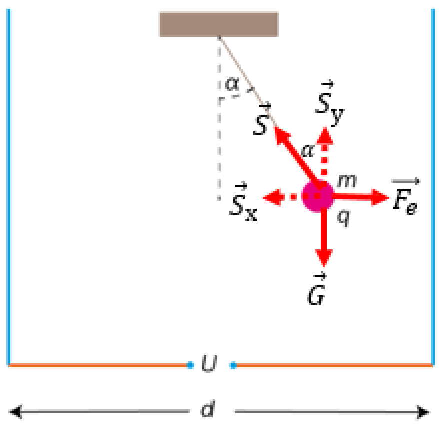
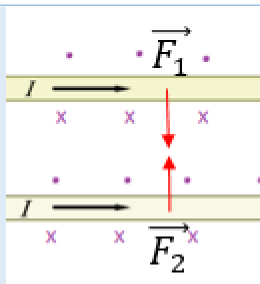
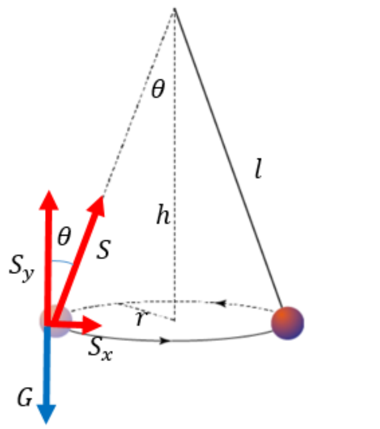
Løsningsforslag Fysikk 2 – V2016

Oppgave	Svar	Forklaring
a)	B	Faradays induksjonslov: $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, som gir at $\Delta\Phi = \varepsilon \cdot \Delta t$ Det betyr at Φ måles i $V \cdot s$
b)	D	$L_{min} = 0{,}99m \cdot 10 = 9{,}9m$ $L_{maks} = 1{,}04m \cdot 10 = 10{,}4m$ $L_{snitt} = \frac{(L_{\min} + L_{maks})}{2} = \frac{9{,}9m + 10{,}4m}{2} = 10{,}15m \approx 10{,}2m$ $Usikkerhet = \frac{L_{maks} - L_{min}}{2} = \frac{0{,}5m}{2} = 0{,}25m \approx 0{,}3m$ $L = 10{,}2m \pm 0{,}3m$
c)	D	Akselerasjonen i y-retning er den samme for begge kulene ($a_y = g$). Kulene treffer dermed bakken samtidig. I x-retning har kule B større hastighet enn kule A.
d)	A	I graf B kommer ballene like langt. Det er feil. I graf C går ballen høyere med luftmotstand. Det er feil. I graf D når ballen toppunktet sitt etter det beregnede toppunktet. Det er feil.
e)	B	En negativ partikkel vil bevege seg motsatt vei av det elektriske feltet, det betyr at bevegelsen blir mot høyre. Fordi at den kinetiske energien øker, må den potensielle energien minke.
f)	C	*Høyrehåndsregel: La de strake fingrene peke i retningen til $q\vec{v}$ slik at de peker i magnetfeltretning når du bøyer dem. Tommelen peker da i kraftretning.* Hvis vi følger denne regelen er det kun graf C som stemmer. Merk at $q\vec{v}$ her går mot venstre.
g)	D	Hvis vi dekomponerer farten vil vi få en fartskomponent som er normalt på magnetfeltet, og en som er parallelt med magnetfeltet. Den magnetiske kraften virker på den delen av fartskomponenten som står normalt på magnetfeltet. Den delen av fartskomponenten som er parallelt med magnetfeltet blir ikke påvirket. Dette gir en skruelinje.
h)	A	$\Sigma F_y = 0$ $S_y - G = 0$ $S \cdot \cos\alpha = mg$ $S = \frac{mg}{\cos\alpha}$ $\Sigma F_x = 0$ $S_x = F_e$ $S \cdot \sin\alpha = \frac{qU}{d}$ $\frac{mg}{\cos\alpha} \cdot \sin\alpha = \frac{qU}{d}$ Som gir: $U = \frac{mgd\tan\alpha}{q}$ 

i)	A	Vi ser for oss bilde til høyre og bruker høyrehåndsregelen: «*La de strake fingrene peke i retningen til $q\vec{v}$ slik at de peker i magnetfeltretning når du bøyer dem. Tommelen peker da i kraftretning.*» *på en tenkt positiv partikkel i strømretning.* Kreftene på hver av lederne vil da være som vist i figuren, som betyr at de vil bevege seg mot hverandre. 
j)	C	Den magnetiske kraften er gitt ved $F_m = IlB$ hvor $B = k\frac{I}{d}$ Altså: $F_m = Ilk\frac{I}{d} = lk\frac{I^2}{d}$ $$F_{før} = F_{etter}$$ $$lk\frac{I_f^2}{d_f} = lk\frac{I_e^2}{d_e}$$ $$\frac{d_e}{d_f} = \frac{I_e^2}{I_f^2} = \frac{(2I_f)^2}{I_f^2} = 4$$
k)	A	Med høyrehåndsregelen: «hvis vi legger tommelen i strømretning, vil magnetfeltet gå den veien fingrene peker», finner vi at de strømmene på 5A og 4A lager et magnetfelt inn i planet. Strømmen på 2A lager et magnetfelt ut av planet. Vi «mangler» derfor en strøm på 7A for at magnetfeltet skal bli null. Magnetfeltet fra denne strømmen må gå ut av planet, altså går strømmen oppover.
l)	A	Faradays induksjons lov: $$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta \mathrm{B} \cdot \mathrm{A}}{\Delta t} = \frac{6mT \cdot (0{,}1m)^2}{0{,}1s} = 0{,}6mV$$ Strømmen vil prøve å motvirke endringen i magnetfeltet. Dvs. at strømmen lager et magnetfelt inn i planet. Dette tilsvarer strømretning med urviser.
m)	A	Hver «etasje» blir utsatt for en kraft G nedover. At forlengelsen i B og C er mindre enn i A er åpenbart, siden disse har flere fjærer å motstå kraften med. Vi må derfor kun sjekke A og D. Et lodd som er hengt i ei fjær vil skape denne forlengelsen: $$G_{lodd} = kx_0 \rightarrow x_0 = \frac{G_{lodd}}{k}$$ Forlengelsen i A: $\frac{G_{lodd}}{k} + \frac{G_{lodd}}{k} = x_0 + x_0 = 2x_0$ Forlengelse i D: $\frac{G_{lodd}}{3k} + \frac{G_{lodd}}{2k} + \frac{G_{lodd}}{k} = \frac{x_0}{3} + \frac{x_0}{2} + x_0 = \frac{11}{6}x_0$
n)	C	Fenomenet aliasing oppstår fordi at samplingsfrekvensen er for liten.
o)	A	Situasjonen er lik den i 1h). $$\Sigma F_x = 0$$ $$S_1 = S_2 \cdot \sin\alpha$$ $$\frac{S_1}{S_2} = \sin\alpha$$

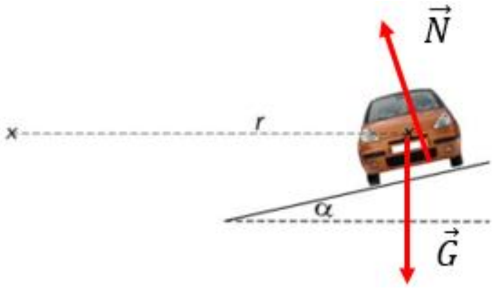
p)	C	For sirkelbevegelser: $a_x = \frac{v^2}{r} = \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ Newtons 2.lov: $\Sigma F_x = ma_x$ $S_x = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$ $S \cdot \sin\theta = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$ $\frac{mg}{\cos\theta} \cdot \sin\theta = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$ $\mathrm{g}\tan\theta = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ $\mathrm{T}^2 = \frac{4\pi^2 r}{g\ \tan\theta} = \frac{4\pi^2 r}{g\frac{r}{\sqrt{l^2 - r^2}}}$ $\underline{\underline{T^2 = \frac{4\pi^2\sqrt{l^2 - r^2}}{g}}}$ Rundetiden øker når lengden av snora øker.  $\Sigma F_y = 0$ $S_y = G$ $S \cdot \cos\theta = mg$ $S = \frac{mg}{\cos\theta}$ Vi har også sammenhengen: $\tan\theta = \frac{r}{h} = \frac{r}{\sqrt{l^2 - r^2}}$
q)	D	$\frac{g_P}{g_Q} = \frac{\gamma\frac{M_P}{r_P^2}}{\gamma\frac{M_Q}{r_Q^2}} = \frac{M_P r_Q^2}{M_Q r_P^2} = \frac{M \cdot (5r)^2}{(10M) \cdot r^2} = \frac{25}{10} = \frac{5}{2}$
r)	B	I astronautens referansesystem starter eplet fra ro med en akselerasjon på $10\ m/s^2$ mot bunnen. $2as = v^2 - v_0^2$ $v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \cdot 10m/s^2 \cdot 1m} = \sqrt{20}m/s$
s)	C	Det er ingen krefter som virker på eplet. Da er farten til eplet konstant, inntil det blir tatt igjen av gulvet i romskipet som akselererer.
t)	D	Når vi nærmer oss lysets hastighet brukes disse formlene for å beregne bevegelsesmengde og kinetisk energi: $p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$ $E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$ Ingen av disse har noen øvre grense når $v \to c$.
u)	B	«Energi kan verken skapes, eller forsvinne. Den kan bare endre form». Påstand 1 er sann. Fotonenergien må være over hvileenergien til partiklene. Påstand 2 er usann. Hvileenergien i partiklene kan omdannes til fotoner.

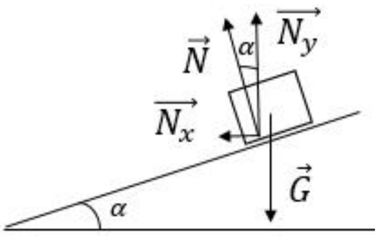
v)	D	Klassisk fysikk: $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p = \sqrt{2mE}$ De Broglie: $p_f = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE}} = \frac{k}{\sqrt{E}}$
w)	D	Røntgenstråling oppstår når elektroner sendes mot et metall.
x)	D	Påstand 1 og 3 er riktig.

Oppgave 2

2a1)

Det er kun gravitasjonskraften og normalkraften som virker på bilen.





2a2)

$$\Sigma F_x = ma$$
$$N_x = \frac{mv^2}{r}$$
$$N \cdot \sin\alpha = \frac{mv^2}{r}$$
$$\frac{mg}{\cos\alpha} \cdot \sin\alpha = \frac{mv^2}{r}$$
$$v^2 = \frac{rg \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha}$$
$$\underline{\underline{v = \sqrt{rg\tan\alpha}}}$$

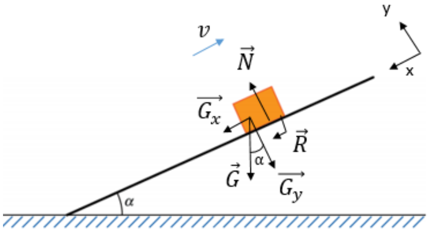
$$N_y = G$$
$$N \cdot \cos\alpha = mg$$
$$N = \frac{mg}{\cos\alpha}$$

2b1)

Bevaring av bevegelsesmengde gir:

$$p_{før} = p_{etter}$$
$$m_f v_f = m_e v_e$$
$$10g \cdot v_f = (990g + 10g) \cdot 4{,}0\ m/s$$
$$v_f = \frac{1000g \cdot 4{,}0\ m/s}{10g}$$
$$\underline{\underline{v_f = 400\ m/s}}$$

2b2)



Vi finner først akselerasjonen til klossen:

$$\Sigma F_x = G_x + R$$

$$\Sigma F_x = G \cdot \sin\alpha + R$$

$$ma_x = mg \cdot \sin\alpha + R$$

$$a_x = \frac{(mg \cdot \sin\alpha + R)}{m} = \frac{1kg \cdot 10\frac{m}{s^2} \cdot \sin 30 + 5N}{1kg} = 10m/s^2$$

Så finner vi strekningen:

$$2as = v^2 - v_0^2$$

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{-(4\,m/s)^2}{2 \cdot 10m/s^2} = -0{,}8m$$

$$s = -0{,}8\,m$$

<u>Klossen beveger seg 0,8 meter oppover.</u>

2c1)

Positroner og elektroner er antipartikler. En reaksjon mellom dem kalles annihilering.

2c2)

Alle bevaringslover må være oppfylt. Dette inkluderer:
Total energi.
Bevegelsesmengde. Dette hindrer at det bare blir laget kun et foton.
Elektrisk ladning. Den elektriske ladningen er null før og etter.
Spinn.

2c3)

Positronet og elektronet har minst mulig energi når de begge har null kinetisk energi. Da er energien til positronet og elektronet lik hvileenergien deres.

$$E_{Begge\ fotonene} = E_{positron} + E_{elektron}$$

$$2hf = 2m_e c^2$$

$$\underline{\underline{f = \frac{m_e c^2}{h}}}$$

2d1)

Høyrehåndsregel: La de strake fingrene peke i retningen til $q\vec{v}$ slik at de peker i magnetfeltretning når du bøyer dem. Tommelen peker da i kraftretning.

Summen av kreftene virker innover mot sentrum i «del2» av figuren. Hvis vi bruker regelen over finner vi at magnetfeltet går ut av planet.

I «del1» av figuren er summen av krefter null, det betyr at den elektriske kraften på den positive partikkelen går oppover. Det elektriske feltet går oppover.

Oppsummert: Det magnetiske feltet går ut av papirplanet. Det elektriske feltet går rett oppover.

2d2)

I fartsfilteret er den elektriske kraften like stor som den magnetiske kraften:

$$F_m = F_e$$

$$qvB = qE$$

$$v = \frac{E}{B}$$

I området hvor partikkelen beveger seg i en sirkelbane gjelder:

$$\Sigma F = F_m$$

$$m\frac{v^2}{r} = qvB$$

$$m = \frac{qBr}{v} = \frac{qBr}{\frac{E}{B}} = \frac{qrB^2}{E}$$

$$\underline{m = \frac{qrB^2}{E}}$$

Oppgave 3

3a) Det er kun gravitasjonen som virker på satellitten. Vi har:

$\Sigma F = ma$ Hvor $a = \frac{v^2}{r}$ for sirkelbevegelser

$G = m\frac{v^2}{r}$ Der $G = \gamma\frac{mM}{r^2}$

$\gamma\frac{mM}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$

$r = \gamma\frac{M}{v^2} = 6{,}67 \cdot 10^{-11} Nm^2/kg^2 \cdot \frac{5{,}97 \cdot 10^{24} kg}{\left(7660\frac{m}{s}\right)^2} = 6786\,000\ m = 6786\ km$

Dette er fra satellitten til sentrum av jorden.

$$h_{over\ bakken} = r - r_{jorden} = 6786\ km - 6371\ km = 415\ km$$

<u>Satellitten er 415 km over jordoverflaten.</u>

3b)

Energien i banene er gitt av $E = -\frac{\gamma mM}{2r}$. Differensen i energinivået til de forskjellige banene er:

$$E_{differanse} = E_{r_{etter}} - E_{r_{før}} = -\frac{\gamma mM}{2r_e} - \left(-\frac{\gamma mM}{2r_f}\right) = \frac{\gamma mM}{2}\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_e}\right) = \frac{\gamma mM}{2}\left(\frac{1}{r_j + h_f} - \frac{1}{r_j + h_e}\right)$$

$$E_{differanse} = \frac{\gamma mM}{2}\left(\frac{1}{r_j + h_f} - \frac{1}{r_j + h_e}\right)$$

$$E_{differanse} = \frac{6{,}67 \cdot \frac{10^{-11}Nm^2}{kg^2} \cdot 410 \cdot 10^3 kg \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} kg}{2}\left(\frac{1}{6371 \cdot 10^3 m + 280 \cdot 10^3 m} - \frac{1}{6371 \cdot 10^3 m + 460 \cdot 10^3 m}\right)$$

$$E_{differanse} = 323GJ$$

<u>Det krever 323GJ å heve høyden fra 280km over bakken, til 460km over bakken.</u>

3c)

Akselerasjonen er her gitt av sentripetalakselerasjonen. For et legeme som roterer er denne:

$$a_{sentripetal} = \frac{v^2}{r} = \frac{\left(\frac{s}{T}\right)^2}{r} = \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$\frac{4\pi^2 r}{T^2} = g$$

$$r = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9{,}81 m/s^2 \cdot (60s)^2}{4\pi^2} = 895m$$

<u>Radiusen i romstasjonen er 895 meter.</u>

Oppgave 4

4a)

Fjærkraften er:

$$F = kx = 15kN/m \cdot 0{,}1m = \underline{1{,}5kN}$$

4b)

Energibevaring sier at all energien som er bevart i fjæra går over til potensiell energi.

$$E_{fjær} = E_p$$

$$\frac{1}{2}kx^2 = mgh$$

$$h = \frac{kx^2}{2mg} = \frac{15kN/m \cdot (0{,}41m)^2}{2 \cdot 71kg \cdot 9{,}81m/s^2} = 1{,}8m$$

$$\underline{h = 1{,}8m}$$

<u>Den maksimale høyden er 1,8 meter.</u>

4c)

Bevegelsen kan parametriseres som et vanlig skrått kast:

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t = v_0 \cos 70° \, t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos 70°} = \frac{1{,}25m}{5m/s \ \cdot \cos 70°} = 0{,}73s$$

$$y(t) = \ y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$y(0{,}73) = \ 1 + 5m/s \cdot \sin 70° \cdot 0{,}73s - \frac{1}{2} \cdot 9{,}81m/s^2 \cdot (0{,}73s)^2 = 1{,}81m$$

<u>Vi trenger en høyde på 2 meter for å klare hoppet. Utøveren klarer dermed ikke å passere.</u>

Oppgave 5

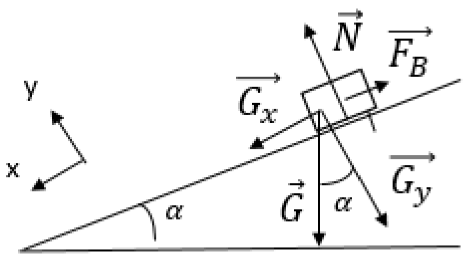
5a)

Lenz lov sier at den induserte strømmen vil prøve å motvirke endringene i fluksen. Fordi at lederen beveger seg nedover, vil strømmen lage en kraft som virker oppover.

Høyrehåndsregel: La de strake fingrene peke i retningen til $q\vec{v}$ slik at de peker i magnetfeltretning når du bøyer dem. Tommelen peker da i kraftretning.

<u>Hvis vi bruker reglen over finner vi at strømmen går med klokken, hvis vi ser på figur 1.</u>

5b)



5c)

Strømmen som går i lederen er gitt ved:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{vBL}{R}$$

Vi bruker dette i Newtons andre lov og får:

$$\Sigma F_x = G_x - F_B$$

$$ma = mg_x - ILB = mg_x - \frac{vBL}{R}LB = mg_x - \frac{vL^2B^2}{R}$$

$$a = \frac{mg_x - \frac{vL^2B^2}{R}}{m} = g_x - \frac{vL^2B^2}{mR} = g \sin \alpha - \frac{vL^2B^2}{mR}$$

Omskrevet:

$$\underline{\underline{v' = g\sin\alpha - \frac{L^2B^2}{mR}v}}$$

5d)

$$v' = g\sin\alpha - \frac{L^2B^2}{mR}v$$

$$0 = g\sin\alpha - \frac{L^2B^2}{mR}v$$

$$\frac{L^2B^2}{mR}v = g\sin\alpha$$

$$v = g\sin\alpha \cdot \frac{mR}{L^2B^2}$$

$$v = 9{,}81m/s^2 \cdot \sin 27° \cdot \frac{0{,}090kg \cdot 0{,}080\Omega}{(0{,}15m)^2 \cdot (0{,}91m)^2}$$

$$\underline{\underline{v = 1{,}7m/s}}$$

Oppgave 6

6a)

Den kinetiske energien til protonet kommer fra det elektriske arbeidet som blir gjort av spenningen:

$$\Delta E_k = W$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = qU_1$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}C \cdot 25 \cdot 10^3V}{1{,}67 \cdot 10^{-27}kg}} = 2{,}2 \cdot 10^6\ m/s$$

$$\underline{\underline{v_1 = 2{,}2 \cdot 10^6\ m/s}}$$

6b)

Spenningen har snudd før protonet får tid til å komme seg ut på motsatt side:

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{0{,}44m}{2{,}2 \cdot 10^6\ m/s} = 2 \cdot 10^{-7}s$$

<u>Dette viser at spenningen må ha snudd før det har gått $2 \cdot 10^{-7}s$.</u>

6c)

Når protonet kommer til den andre sylinderen har det blitt akselerert av spenningen $U = 25\ kV$ to ganger. Da blir $U_{tot} = U_1 \cdot 2$. Dette gir farten: $v_2 = \sqrt{\frac{2qU_{tot}}{m}} = \sqrt{\frac{2qU_1 \cdot 2}{m}} = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}} \cdot \sqrt{2} = v_1 \cdot \sqrt{2}$

$$s_2 = v_2 \cdot t_2 = v_1 \cdot \sqrt{2} \cdot t_1 = v_1 \cdot t_1 \cdot \sqrt{2} = s_1 \cdot \sqrt{2} = 44cm \cdot \sqrt{2} = 62cm$$

6d) *Oppgaven blir løst på identisk måte som i* ***6c)****, men med n passeringer, istedenfor 2.*

At feltet skifter retning $5{,}0 \cdot 10^6$ gang per sekund gir en passeringstid på:

$$t_{passering} = \frac{1}{5{,}0 \cdot 10^6 \frac{1}{s}} = 2{,}0 \cdot 10^{-7} s = t_1$$

Farten under hver passering er:

$$v_n = \sqrt{\frac{2qU_{tot}}{m}} = \sqrt{\frac{2qU \cdot n}{m}} = \sqrt{\frac{2qU}{m}} \cdot \sqrt{n} = v_1 \cdot \sqrt{n}$$

Videre er:

$$s_n = v_n \cdot t_n = v_1 \cdot \sqrt{n} \cdot t_1 = v_1 \cdot t_1 \cdot \sqrt{n} = s_1 \cdot \sqrt{n}$$

Dette viser at $I_n = I_1 \cdot \sqrt{n}$.

6e)

Ingen legemer kan få høyere hastighet enn lyshastigheten. Så når $n \to \infty$ vil $v_n \to c$.

Da vil lengden til sylinderen være:

$s_n = v_n \cdot t_n = c \cdot t_1 = 3{,}0 \cdot 10^8 m/s \ \cdot 2{,}0 \cdot 10^{-7} s = 60m.$

Når protonet har gått gjennom svært mange sylindere vil lengden per sylinder nærme seg 60 meter.