Eksamen V18 løsning

NB: ikke korrekturlest av andre

1a) (D) Vi ser fra $\Phi = BA \Rightarrow B = \frac{\Phi}{A}$ at enheten blir $[Wb/m^2]$

b) (C) Energibevaring gir $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}}$

$v_2 = \sqrt{\frac{kx^2}{2m}} = \frac{1}{\sqrt{2}} v$

c) (A) K_2 har fritt fall. Fra situasjonen før vi klippet snora ser vi med K_1 som system at $kx = 3mg$. Når snora er klippet gir det $\sum F = ma$

$$kx - mg = ma$$

$$3mg - mg = ma \Rightarrow a = 2g$$

d) (D) Summen av den vertikale og den horisontale kraften blir $\sqrt{2}F \Rightarrow \sum F \neq 0$ for alle α

e) (C) Summen av kreftene skal være inn mot sentrum

f) (B) v_y nærmer seg konstant når luftmotstanden nærmer seg størrelsen på G.

g) (C) Fart før støtet, $v = \sqrt{2gh} = 10\,m/s$
— " — etter — " — $v_2 = -10\,m/s$
$\Delta p = m\Delta v = 0{,}1\,kg \cdot 20\,m/s = \underline{2{,}0\,kgm/s}$

h) (B) Ikke elastisk ⇒ mekanisk energi er ikke bevart

i) (B) $x' = 5{,}0$
$y' = -19{,}6t$
⇒ $v = 5{,}0$ når $t = 0$

j) (B) Mest homogent rundt sentrum i radielt felt og ikke nær kanten mellom to kondensatorplater.

Kommentar: vi ser at unna lengst unna sentrum fra en punktladning er både retningen mest homogen (feltlinjene er mer paralllelle), og endringen i styrke minst når innenfor samme størrelse på utsnittet.

k) (B) $qU = hf_{maks} \Rightarrow qU = h\frac{c}{\lambda_{min}}$

$\Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{qU} = \frac{hc}{eU}$

l) (C) $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$, NB: $q < 0$.

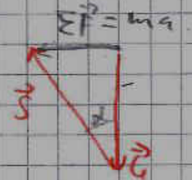
m) (D) Høyrehåndsregel gir motsatt retning på feltene.

n/ (A) $B = k_m \frac{I}{r} = k_m \frac{I}{d}$

$$F = qvB = qvk_m \frac{I}{d} = \frac{qvk_m I}{d}$$

o/ (C) $F = qvB$ hvor $v = 0$

p/ (C)

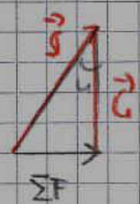


a er bakover

$$\tan\alpha = \frac{ma}{mg}$$

$$g\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = a$$

q/ (D)



$$\tan u = \frac{\Sigma F}{G}$$

$$\tan u = \frac{m\frac{v^2}{r}}{mg}$$

$$r = \frac{v^2}{g\tan u}$$

r/ (D) $\left.\begin{array}{l} p = \gamma m v \\ E_k = (\gamma - 1)mc^2 \end{array}\right\}$ som begge går mot uendelig når $v \to c$

s) (B) Tid for en svingning i det samplede signalet er 3 ms

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3\,ms} = 0{,}33\ kHz$

t) (B)

u) (A) $p = \frac{h}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{h}{p}$

$p_2 = \frac{h}{2\lambda_1} = \frac{h}{2 \cdot \frac{h}{p}} = 0{,}5p$

v) (A) * w) (C) * *= direkte fra teorien

w) (D) $k = \frac{F}{x} = \frac{12\,N}{3\,cm} = 4\ N/cm$

$k_{min} = \cdots = 3\ N/cm$

$k_{max} = \cdots = 5\ N/cm$

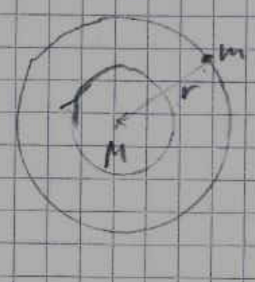
$\Delta k = \frac{k_{max} - k_{min}}{2} = 1\,N/cm$

2

a) Newtons 2. lov på satellitten gir

$$\Sigma F = ma$$

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



$$v = \sqrt{\gamma \frac{M}{r}}$$

Sirkelbanefarten blir $v = \sqrt{\gamma \frac{M}{r}}$

b) Unnslipningsfarten er den farten som skal til for å unnslippe gravitasjonsfeltet uten å ha kinetisk energi til overs.

Energibevaring gir da (ved nullnivå for potensiell energi uendelig langt borte

$$\frac{1}{2} m V^2 - \gamma \frac{Mm}{r} = 0$$

$$V = \sqrt{\frac{2\gamma M}{r}}$$

Unnslipningsfarten er $\sqrt{\frac{2\gamma M}{r}}$

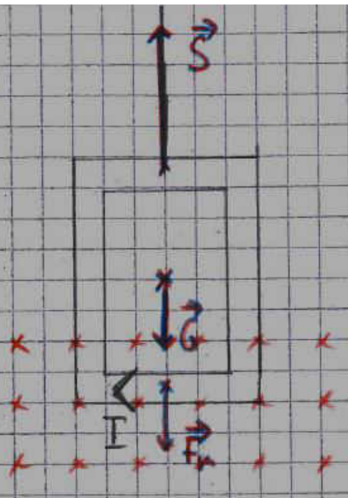
2b1 Max vil si at Isaacs klokke går saktere fordi Isaac er i bevegelse i forhold til Max og fra spesiell relativitetsteori skal hans klokke dermed gå saktere.

(Hvis du hadde tid, kunne du utdypet dette ved å forklare tauklokkeeksperimentet)

Albert og Isaac er i ro i forhold til hverandre, men Isaac er akselerert. Fra ekvivalensprinsippet er dét det samme som at han er i et gravitasjonsfelt og tiden går saktere lenger nede i et gravitasjonsfelt. Derfor vil Albert si at Isaacs klokke går saktere.

2b2 Gravitasjonell rødforskyvning betyr at lys som beveger seg oppover i et gravitasjonsfelt får en lengre bølgelengde jo høyere det kommer. Det skyldes at frekvensen til lyset, $f = \frac{1}{T}$, vil bli lavere jo høyere du kommer fordi tiden går raskere (høyere T). Det betyr at lyset som sendes fra overflaten av en stjerne kan være rødforskjøvet når vi observerer det på jorda

2c1



S - kraften fra vekta på spolen

G - tyngden av spolen

F_m - kraften på lederne i magnetfeltet

2c2 Fra $\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$ må strømmen gå med urviseren

2c3 Av oppsettet ser vi at F_m er lik tyngden av 15 gram, dvs

$$nIlB = mg \qquad \text{hvor } m = 15\,g$$

$$B = \frac{mg}{nIl}$$

$$B = \frac{15\cdot 10^{-3}\,kg \cdot 10\,m/s^2}{50 \cdot 0{,}30A \cdot 0{,}10m}$$

$$\underline{\underline{B = 0{,}10\,T}}$$

2d1) For å få strøm i kretsen, må elektroner frigjøres fra metallplaten. Ulike metaller har ulikt løsrivningsarbeid. Frekvens i lyset kan dermed ha nok energi til å løsrive elektroner i B, men ikke i A. Derfor lyser pære B, men ikke A.

2d2 I klassisk fysikk hvor vi betraktet lys som kontinuerlige bølger, skulle vi fått nok energi til å frigjøre elektroner, selv ved lav frekvense, ved å øke intensiteten. Dette er ikke tilfelle i virkeligheten. Bruddet ligger i at vi slutter å se på lyset som kontinuerlig, og betrakter det som kvantisert. Det betyr at elektronene bare kan motta energien fra lyskvantet i sin helhet. Dermed er det ikke nok at summen av flere lyskvanter har nok energi til å frigjøre elektroner, men et enkelt kvant må ha nok energi.

3a) Fra setningen om kinetisk energi har vi

at $qU_1 = \Delta E_k$

$$qU_1 = \frac{1}{2} m_e v^2$$

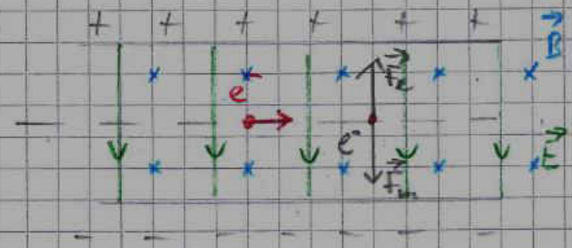
$$\underline{v = \sqrt{\frac{2eU_1}{m_e}}}$$ ettersom $q = e$

b) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

Kraften på en tenkt positiv ladning er nedover. Dermed er feltretningen nedover

Verdi: $E = \frac{U}{d} = \frac{60\,V}{0{,}050\,m} = \underline{\underline{1{,}2 \cdot 10^3\ V/m}}$

c) Hvis man har et magnetfelt inn i papiret i området kan kraftsummen på elektronet bli null, og det kan bevege seg rettlinjet med konstant fart



Dette skjer når den elektriske og den magnetiske kraften er like store, dvs

$$F_m = F_e$$

$$qvB = qE \Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

3d)

1) Regningen fra 3a og 3c gir dermed

$$\sqrt{\frac{2eU_1}{m_e}} = \frac{E}{B}$$

$$\frac{2eU_1}{m_e} = \left(\frac{E}{B}\right)^2$$

$$\frac{2eU_1}{m_e} = \left(\frac{\frac{U_2}{d}}{B}\right)^2$$

$$\underline{\underline{\frac{e}{m_e} = \frac{1}{2U_1} \cdot \left(\frac{U_2}{dB}\right)^2}}$$

2) Formelen over er basert på det klassiske uttrykket for kinetisk energi, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

Hvis U_1 blir høy slik at $v > \frac{1}{10}c$, blir det klassiske uttrykket for kinetisk energi såpass mye feil at vi må regne relativistisk. Derfor blir formelen ikke riktig når U_1 blir svært høy.

4a) Hvis vi ser bort fra luftmotstand, kan vi bruke bevaring av mekanisk energi. Med nullnivå i laveste punkt gir det

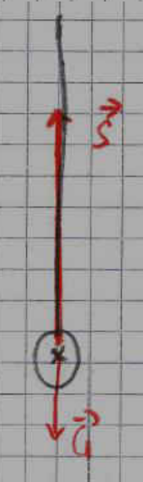
$$\frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_0$$

$$\Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh_0} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81\ \text{m/s}^2 \cdot 7{,}0\ \text{m}}$$

$$v_1 = 11{,}7\ \text{m/s}$$

Farten i bunnpunktet er 12 m/s

b)



Tyngden $G = mg = 60\,\text{kg} \cdot 9{,}81\ \text{m/s}^2 = 589\ \text{N} = 0{,}59\ \text{kN}$

Snordrag: $S - G = \frac{mv^2}{r}$

$$S = mg + \frac{mv^2}{r}$$

$$S = 60\,\text{kg} \cdot 9{,}81 + \frac{60\,\text{kg} \cdot (11{,}7\ \text{m/s})^2}{9{,}0\ \text{m}}$$

$$S = 1{,}5\ \text{kN}$$

4c Jeg betrakter situasjonen som et plastisk støt

$$m_M \cdot v_1 = (m_M + m_2) \cdot u$$

$$u = \frac{m_M v_1}{(m_M + m_2)}$$

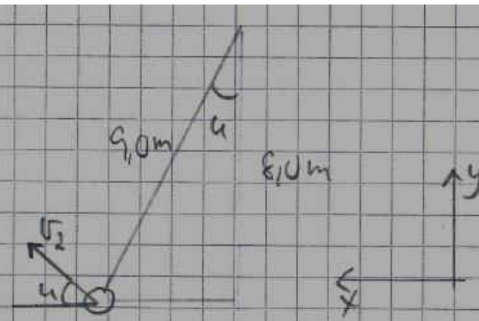
$$u = \frac{60\,kg \cdot 11{,}7\,m/s}{110\,kg}$$

$$u = 6{,}38\,m/s$$

Like etter støtet får de farten 6,4 m/s

Bevaring av mekanisk energi

$$\frac{1}{2} m v_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2} m v_2^2$$



$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2gh_2}$$

$$\cos u = \frac{8}{9} \Rightarrow u = 27{,}3°$$

$$v_2 = \sqrt{(11{,}7\,m/s)^2 - 2 \cdot 9{,}81\,m/s^2 \cdot 1{,}0\,m}$$

$$v_2 = 4{,}59\,m/s$$

$$v_{2x} = v_2 \cos 27{,}3° = 4{,}08\,m/s$$

$$v_{2y} = v_2 \sin 27{,}3° = 2{,}10\,m/s$$

4c forts

Falltid

$$s_y = v_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$-2{,}0 = 2{,}10 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot (-9{,}81) \cdot t^2$$

gir $t = -0{,}459\,s \lor \underline{t = 0{,}886\,s}$

Lengde i x-retning

$$s_y = 4{,}08\,m/s \cdot 0{,}886\,s = 3{,}6\,m$$

De lander 3,6 m til venstre for laveste punkt

5a Gjennomsnittlig motorisk ems

$$\boxed{|\bar{\varepsilon}|} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{1{,}50\,T \cdot 0{,}13\,m \cdot 0{,}30\,m}{0{,}50\,s} = 0{,}117\,V \approx \underline{0{,}12\,V}$$

b) Merk: Når det begynner å gå strøm i lederen, minker resultantkraften og akselerasjonen. Derfor blir verken akselerasjon eller fart konstant.
Derfor er ikke farten ved $t = 0{,}50\,s$ lik $\frac{0{,}13\,m}{0{,}50\,s} = 0{,}26\,s$

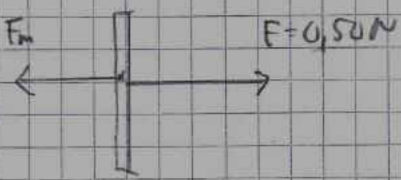
$$\varepsilon = vBl$$

$$RI = vBl$$

$$v = \frac{RI}{Bl} = \frac{0{,}45\,\Omega \cdot 0{,}48\,A}{1{,}50\,T \cdot 0{,}30\,m} = \underline{0{,}48\ m/s}$$

$\Longrightarrow +$

5c



$$\Sigma F = ma$$

$$F - IlB = ma$$

$$a = \frac{F - IlB}{m}$$

$$a = \frac{0{,}50N - 0{,}48A \cdot 0{,}30m \cdot 1{,}50T}{0{,}40\,kg}$$

$$a = 0{,}71\ m/s^2$$

<u>Akselerasjonen ved $t = 0{,}50\,s$ er $0{,}71\ m/s^2$</u>

d) Farten vil øke frem til kraftsummen blir null, dvs

$$F_m = 0{,}50\,N$$

$$IlB = 0{,}50\,N$$

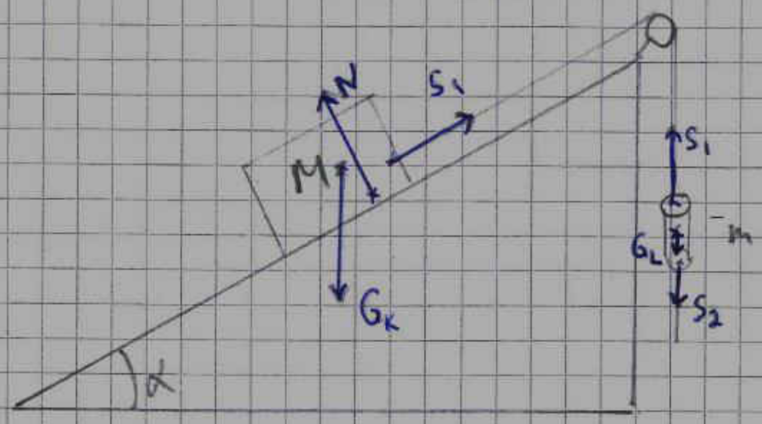
$$I = \frac{0{,}50\,N}{0{,}30\,m \cdot 1{,}50\,T} = 1{,}1\,A$$

Strømmen vil nærme seg 1,1 A etterhvert

Strømretningen vil også skifte retning når den passerer amperemeteret, fra mot urviseren til med urviseren.

6.

a)



$\alpha = 23{,}6°$

b) $S_1 = G_k \cdot \sin\alpha$ — Klossen er systemet

$S_1 = G_L + S_2$ — Loddet er systemet

gir

$S_2 = S_1 - G_L = G_k \sin\alpha - G_L$

$S_2 = Mg\sin\alpha - mg = 0{,}40\,kg \cdot 9{,}81\,m/s^2 \cdot \sin 23{,}6° - 0{,}10\,kg \cdot 9{,}81\,m/s^2$

$S_2 = 0{,}590\,N$

Vi holder snora med 0,59N

6c Nå bruker jeg kloss, snora og lodd som system. Newtons 2 lov gir da

$G_k \sin\alpha - G_L = (M+m)a$

$$a = \frac{Mg\sin\alpha - mg}{M+m}$$

$$a = \frac{0{,}40\,kg \cdot 9{,}81\,m/s^2 \cdot \sin 23{,}6° - 0{,}10\,kg \cdot 9{,}81\,m/s^2}{0{,}50\,kg}$$

$$a = 1{,}18\,m/s^2 \approx 1{,}2\,m/s^2$$

Akselerasjonen blir 1,2 m/s^2 hvis vi ser bort fra luftmotstand og friksjon

6d Uten friksjon vil vi ha følgende verdier

$a = 1{,}18 \ m/s^2$

$v_0 = 0$

$t = 0{,}50 \ s$

$s = ?$

$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 1{,}18 \ m/s^2 \cdot (0{,}50 s)^2 = 0{,}15 m$

Klossen ville beveget seg 15 cm uten friksjon.

Derfor må det være friksjon

6e) Akselerasjonen blir $a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 0{,}10 m}{(0{,}50 s)^2} = 0{,}80 \ m/s^2$

Dermed blir

$G_K \sin\alpha - R - G_L = (M+m) a$

$R = G_K \sin\alpha - G_L - (M+m) a$

$R = 0{,}40 kg \cdot 9{,}81 \ m/s^2 \cdot \sin 23{,}6° - 0{,}10 kg \cdot 9{,}81 \ m/s^2 - 0{,}50 kg \cdot 0{,}80 \ m/s^2$

$R = 0{,}19 N$

Friksjonskraften er 0,19 N