Kandidatnummer: 292LUU-V

Dato: 23.5.2024

Fag: Fysikk 2

Del 2

Oppgave 3

a) Bruker bevaring av mekanisk energi. Startfarten er 0, og setter nullnivået for potensiell energi på bakkenivå. Løser for v, og får at den treffer jordoverflaten med farten 0,875 km/s. Trenger ikke å regne relativistisk siden v < 0.1c

1	$g := 9.81$ $\rightarrow \mathbf{g := \frac{981}{100}}$
2	$h := 39 \cdot 10^3$ $\rightarrow \mathbf{h := 39000}$
3	$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$ $\rightarrow \mathbf{\frac{1}{2} m\, v^2 = 382590\, m}$
4	Løs($3, v) $\rightarrow \left\{\mathbf{v = -6 \sqrt{21255}, v = 6 \sqrt{21255}}\right\}$
5	Standardform(HøyreSide($4, 2), 3) $\rightarrow \mathbf{8.75 \cdot 10^2}$

b) Bruker igjen bevaring av mekanisk energi, men bruker denne gangen formelen for potensiell energi i et inhomogent gravitasjonsfelt. Nullnivået er denne gangen uendelig langt vekke fra jorden. Løser for v og får at den treffer jordoverflaten med farten 0,872 km/s. Dette er et rimelig svar med tanke på oppgave a

1. $h := 39 \cdot 10^3$

   $\rightarrow$ $\mathbf{h := 39000}$

2. $\gamma := 6.67 \cdot 10^{-11}$

   $\rightarrow$ $\boldsymbol{\gamma} := \mathbf{\dfrac{667}{10000000000000}}$

3. $R := 6371 \cdot 10^3$

   $\rightarrow$ $\mathbf{R := 6371000}$

4. $M := 5.974 \cdot 10^{24}$

   $\rightarrow$ $\mathbf{M := 5974000000000000000000000}$

5. $E_p(r) := -\gamma\, M\, \dfrac{m}{r}$

   $\rightarrow$ $\mathbf{E_p(r) := -398465800000000 \cdot \dfrac{m}{r}}$

6. $E_k := \dfrac{1}{2}\, m\, v^2$

   $\rightarrow$ $\mathbf{E_k := \dfrac{1}{2}\, m\, v^2}$

7. $E_k + E_p(R) = E_p(R + h)$

   $\rightarrow$ $\mathbf{\dfrac{1}{2}\, m\, v^2 - \dfrac{17324600000}{277}\, m = \dfrac{-39846580000}{641}\, m}$

8. Løs($7, v)

   $\approx$ $\mathbf{\{v = -872.39, v = 872.39\}}$

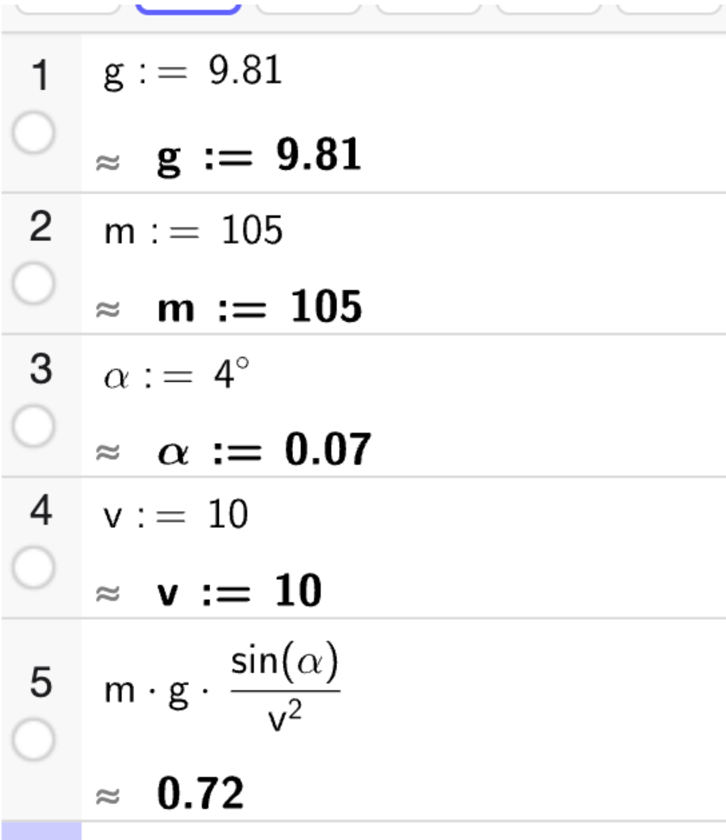
9. Standardform(HøyreSide($8, 2), 3)

   $\approx$ $\mathbf{8.72 \cdot 10^2}$

c) 39,0 km er ikke en stor nok avstand til at det blir noe stor forskjell mellom svarene i oppgave a og b. Å anta en konstant gravitasjonsfeltstyrke er derfor en veldig god tilnærming, men den vil overskyte litt, siden den valgte feltstyrken er på overflaten, så vil den faktiske verdien (som varierer) være svakere for omtrent hele fallet.

Oppgave 4

a) Gjort på ark
b) Det ser ut som om den stabile farten er litt over 10 m/s, men siden oppgaven bare bruker 2 gjeldende siffer, så setter jeg v = 10 m/s. Putter inn i den gitte formelen, og får at k = 0,72.



c) Bruker N.2 lov, k-verdien fra oppgave b, og ligningen $\sum F = G \cdot \sin(\alpha) - L$ fra oppgave a. Får da at akselerasjonen når farten er 6,0 m/s er 0,44 m/s^2. Som er litt lavere enn svaret fra grafen, men fortsatt veldig nært.

1	$g := 9.81$ $\approx$ $\mathbf{g := 9.81}$
2	$m := 105$ $\approx$ $\mathbf{m := 105}$
3	$\alpha := 4°$ $\approx$ $\boldsymbol{\alpha} \mathbf{:= 0.07}$
4	$v := 6$ $\approx$ $\mathbf{v := 6}$
5	$k := 0.72$ $\approx$ $\mathbf{k := 0.72}$
6	$m \cdot a = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - k \cdot v^2$ $\approx$ $\mathbf{105\,a = 45.93}$
7	Løs($6, a) $\approx$ $\mathbf{\{a = 0.44\}}$

d) Tegning på ark. Dette vil gi en lavere k-verdi. Dette vil føre til større akselerasjon i starten, men også en høyere stabil verdi. Stigningstallet til grafen vil derfor være større, og det samme med maksverdien til grafen.

Oppgave 5

a) Siden det er konstant banefart, så vil summen av kreftene peke inn mot sentrum av sirkelbevegelsen. Bruker formelen for sentripetalakselerasjon $a =$

$\frac{v^2}{r}$, og N.2 Lov. Får da at summen av kreftene er 8,0 kN.

1	$m := 2000$
	$\approx \mathbf{m := 2000}$
2	$v := 20$
	$\approx \mathbf{v := 20}$
3	$r := 100$
	$\approx \mathbf{r := 100}$
4	$m \cdot \frac{v^2}{r}$
	$\approx \mathbf{8000}$

b) Det vil bare være gravitasjonen som vil virke inn mot sentrum. Komponenten av gravitasjonen i x retning vil være G * sin(a) (se tegning på ark). Bruker samme strategi som i forrige oppgave. Får da at den konstante banefarten er 16 m/s.

1	$m := 2000$
	$\approx \ \mathbf{m := 2000}$
2	$r := 100$
	$\approx \ \mathbf{r := 100}$
3	$\alpha := 15°$
	$\approx \ \boldsymbol{\alpha} \mathbf{:= 0.26}$
4	$g := 9.81$
	$\approx \ \mathbf{g := 9.81}$
5	$m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$
	$\approx \ \mathbf{20\, v^2 = 5078.03}$
6	Løs($5, v)
	$\approx \ \mathbf{\{v = -15.93, v = 15.93\}}$

c) Summen av kreftene vil peke rett inn mot sentrum av sirkelbanen, og vil være $\sum F = G - N$. Bruker da bare samme strategi som i de forrigje oppgavene for å finne summen av krefter og løse for N. Får da at N = 14 kN. Noe som er høyt, men ikke urimelig for en så stor bil.

1	$m := 2000$
	≈ $\mathbf{m := 2000}$
2	$R := 150$
	≈ $\mathbf{R := 150}$
3	$g := 9.81$
	≈ $\mathbf{g := 9.81}$
4	$v := 20$
	≈ $\mathbf{v := 20}$
5	$m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot g - N$
	≈ $\mathbf{5333.33 = -N + 19620}$
6	Løs($5, N)
	≈ $\mathbf{\{N = 14286.67\}}$
7	Standardform(HøyreSide($6, 1), 2)
	≈ $\mathbf{1.4 \cdot 10^4}$

d) Se tegning for utledning av $G_y = G \cdot \frac{R-h}{R}$, hvor y-aksen peker inn mot sentrum av sirkelbanen. Bruker deretter samme framgangsmåte som i oppgave c. Får da at normalkraften er 13 kN, noe som virker rimelig med tanke på forrige oppgave.

1. $m := 2000$
   $\approx$ $\mathbf{m := 2000}$
2. $R := 150$
   $\approx$ $\mathbf{R := 150}$
3. $g := 9.81$
   $\approx$ $\mathbf{g := 9.81}$
4. $v := 20$
   $\approx$ $\mathbf{v := 20}$
5. $h := 10$
   $\approx$ $\mathbf{h := 10}$
6. $m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot g \cdot \frac{R - h}{R} - N$
   $\approx$ $\mathbf{5333.33 = -N + 18312}$
7. Løs($6, N)
   $\approx$ $\mathbf{\{N = 12978.67\}}$
8. Standardform(HøyreSide($7, 1), 2)
   $\approx$ $\mathbf{1.3 \cdot 10^4}$

Oppgave 6

a) Regner klassisk siden startfarten er mindre enn 0,1c og den vil ikke kunne få en høyere fart (bevaring av energi). Antar at det elektriske feltet er tilnærmet homogent, og den vil da følge en lik bane som kast i homogent gravitasjonsfelt. Bruker to formler for å finne den elektriske kraften som vil virke, $F = Eq$ og $E = \frac{U}{d}$, den siste gjelder bare for homogene elektriske felt. Finner akselerasjonen med N.2 lov. Bruker deretter strekningsformelen $s =$

$v_0 \cdot t + \frac{1}{2}at^2$, og løser for t. Får da at den bruker 1,2 * 10^-8 s fra A til B.

1 $U := 200$

$\approx \mathbf{U := 200}$

2 $c := 3 \cdot 10^{8}$

$\approx \mathbf{c := 300000000}$

3 $v_0 := 0.01\,c$

$\approx \mathbf{v_0 := 3000000}$

4 $\alpha := 43^{\circ}$

$\approx \boldsymbol{\alpha} \mathbf{:= 0.75}$

5 $d := 0.1$

$\approx \mathbf{d := 0.1}$

6 $e := 1.6 \cdot 10^{-19}$

$\approx \mathbf{e := 1.6 \cdot 10^{-19}}$

7 $m_e := 9.1094 \cdot 10^{-31}$

$\approx \mathbf{m_e := 9.11 \cdot 10^{-31}}$

8 $E := \frac{U}{d}$

$\approx \mathbf{E := 2000}$

9 $F := e\,E$

$\approx \mathbf{F := 3.2 \cdot 10^{-16}}$

10 $a := -\frac{F}{m_e}$

$\approx \mathbf{a := -3.51 \cdot 10^{14}}$

11 $0 = v_0 \sin(\alpha)\, t + \frac{1}{2}\, a\, t^2$

$\approx \mathbf{0 = -1.76 \cdot 10^{14}\, t^2 + 2045995.08\, t}$

12 Løs($11, t)

$\approx \mathbf{\{t = 0, t = 1.16 \cdot 10^{-8}\}}$

b) Farten i x-retning vil være konstant, så ganger bare tiden med farten for å få strekningen. Får da at avstanden mellom A og B er 2,6 cm.

1	$c := 3 \cdot 10^{8}$ $\approx$ $\mathbf{c := 300000000}$
2	$v_0 := 0.01\ c$ $\approx$ $\mathbf{v_0 := 3000000}$
3	$\alpha := 43°$ $\approx$ $\boldsymbol{\alpha} \mathbf{:= 0.75}$
4	$t := 1.2 \cdot 10^{-8}$ $\approx$ $\mathbf{t := 1.2 \cdot 10^{-8}}$
5	$v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t$ $\approx$ $\mathbf{0.026}$

Oppgave 7

a) Bruker tegningen i oppgaven og legger til den magnetiske kraften. Valgte å ignorere normalkraft og gravitasjonskraft, som ikke er relevante for denne oppgaven. Brukte høyrehåndsregel for leder i magnetfelt for retningen til kraften. Tegning er på ark. Siden det er den eneste kraften som virker kan vi bruke N.2 lov og får $a = \frac{F_m}{m}$. $F_m = I \cdot L \cdot B$. $I = \frac{U}{R}$. Bruker disse ligningene for å finne a. Får da at akselerasjonen er 30 m/s^2.

1 $B := 1.5$

$\rightarrow \mathbf{B} := \frac{3}{2}$

2 $L := 0.1$

$\rightarrow \mathbf{L} := \frac{1}{10}$

3 $m := 0.01$

$\rightarrow \mathbf{m} := \frac{1}{100}$

4 $R := 0.5$

$\rightarrow \mathbf{R} := \frac{1}{2}$

5 $U := 1$

$\rightarrow \mathbf{U} := 1$

6 $I := \frac{U}{R}$

$\rightarrow \mathbf{I} := 2$

7 $F_m := I \cdot L \cdot B$

$\rightarrow \mathbf{F_m} := \frac{3}{10}$

8 $a := \frac{F_m}{m}$

$\rightarrow \mathbf{a} := 30$

b) Positive partikler inne i stangen vil føle en magnetisk kraft, siden de er i bevegelse i et magnetfelt (se tegning på ark). Denne kraften vil oppføre seg som en indusert spenning, men den vil motvirke den eksisterende spenningen.

c) Bruker formelen for indusert spenning for leder i magnetfelt $U_{ind} = vBL$. Gjør deretter det samme som i oppgave a. Får da at $a = \frac{(UBL - vB^2L^2)}{Rm}$ hvis du omformer uttrykket i linje 5 under.

1	$U_{ind} := v\ B\ L$ $\rightarrow\ \mathbf{U_{ind} := B\ L\ v}$
2	$U_{tot} := U - U_{ind}$ $\rightarrow\ \mathbf{U_{tot} := -B\ L\ v + U}$
3	$I := \frac{U_{tot}}{R}$ $\rightarrow\ \mathbf{I := \frac{-B\ L\ v + U}{R}}$
4	$F_m := I\ L\ B$ $\rightarrow\ \mathbf{F_m := B\ L\ \frac{-B\ L\ v + U}{R}}$
5	$\frac{F_m}{m}$ $\rightarrow\ \mathbf{B\ L\ \frac{-B\ L\ v + U}{R\ m}}$

d) Bruker programkoden gitt og tilpasser den til oppgaven. Får da at det tar 36ms før farten er 1,0 m/s. Og den har da bevegd seg 19cm.

```
~/NAS-Documents/Skole/Programmering/Fysikk
❯ python -u "/Users/hn05/NAS-Documents/Skole/Programmering/Fysikk/stav_magnetfel.py"
Det tar 0.036s før farten er 1,0 m/s
Den har da beveget seg 0.019 m
```

```
U = 1
```

```
B = 1.5
R = 0.5
m = 0.010
L = 0.10

v = 0
s = 0
t = 0
dt = 0.00001

while v <= 1.0:
    a = (U * B * L - v * B**2 * L**2) / (R * m)
    v += a * dt
    s += v * dt
    t += dt

print(f"Det tar {round(t,3)}s før farten er 1,0 m/s")
print(f"Den har da beveget seg {round(s, 3)} m")
```