

Svingende pendelum

Simon Bakken-Jantasuk

20. desember 2022

Innhold

1	Introduksjon	2
1.1	Hensikt	2
1.2	Oppsummering	2
2	Teori	2
3	Fremgangsmåte	3
3.1	Målinger	3
4	Resultat	4
4.1	Python	4
4.1.1	Output	5
5	Diskusjon	5
5.1	Konklusjon	5

Tabeller

1	rundetid (T), sekunder (s)	3
---	--	---

1 Introduksjon

1.1 Hensikt

1. Å bestemme tyngdeakselerasjonen, g , ved hjelp av en pendel.
2. Å bruke feilforplantningsreglene til å finne måleusikkerheten i et beregnet resultat.

1.2 Oppsummering

Vi har målt lengden til tråden, og regnet g ved at ser på ϕ som liten; sånn at vi kan se på pendelen som et harmonisk serie; som gir formelen (1) $g = \frac{4\pi^2}{T^2}l$. Ved bruk av (1) så regner vi ut g -verdiene. Vi regner med usikkerhet av g , ved hensyn til usikkerhet av tid.

Utstyr

1. Kule
2. Tråd
3. Krok
4. Linjal
5. Stoppeklokke

2 Teori

Bevegelsen av pendelen har vertikal sirkelbevegelse. Dette vil si at summen av kreftene peker innover mot sentrum mens fartsretningen endrer. Det virker en gravitasjonel kraft V_g og en snorkraft F_s på kulen.

For pendelen så er

$$\Sigma F = ma = mg \sin \phi$$

Hvor

$$a = g \sin \phi$$

Vi vet at

$$a = -\omega^2 x$$

Sånn at

$$g \sin \phi = -\omega^2 x$$

Vi vet at

$$x = l\phi$$

Da må

$$g \sin \phi = -\omega^2 l\phi$$

Vi vet at

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Da må

$$g \sin \phi = -\frac{4\pi^2}{T^2} l \phi$$
$$g = -\frac{4\pi^2 l}{T^2} \frac{\phi}{\sin \phi}$$

De vinklene vi jobber med er svært små. Så vi kan godt se på dette som en harmonisk serie.

$$\lim_{\phi \rightarrow 0} g = \lim_{\phi \rightarrow 0} -\frac{4\pi^2 l}{T^2} \frac{\phi}{\sin \phi}$$
$$g = -\frac{4\pi^2}{T^2} l$$

3 Fremgangsmåte

1. Fest tråden i kulen, og heng den opp slik at kulen får svinge fritt.
2. Gjennomfør nødvendige målinger og før opp resultatene.
3. Finn ut usikkerheten i de målte verdiene.
4. Bruk de målte verdiene med usikkerhet til å beregne tyngdens akselerasjon med usikkerhet.

3.1 Målinger

Lengden l på tråden var 86×10^{-2} m

Tabell 1: rundetid (T), sekunder (s)

T_1	1.90 s
T_2	1.79 s
T_3	1.89 s
T_4	2.04 s
T_5	2.13 s
T_6	2.06 s
T_7	1.94 s
T_8	1.87 s
T_9	1.91 s
T_{10}	1.96 s

4 Resultat

4.1 Python

```
from math import *
from pylab import *

rundeTid = [
    1.90,
    1.79,
    1.89,
    2.04,
    2.13,
    2.06,
    1.94,
    1.87,
    1.91,
    1.96
]

lengdeTraad = 86 * 10 ** -2

gjennomsnittVerdi = sum(rundeTid)/len(rundeTid)
variasjonsBredde = max(rundeTid) - min(rundeTid)
usikkerhet = variasjonsBredde/2

$$$
def g(i)
    Regner ut gravitasjons akselerasjonen basert ved hensyn
    ↪ til array rundeTid.
parameter
    (Number) variabel i som er lik variabel til array rundeTid
return
    (Number) gravitasjons akselerasjonen
$$$

def g(i):
    return 4 * pi ** 2 / rundeTid[i] ** 2 * lengdeTraad

i = 0

while i < len(rundeTid):
    g(i)
    print(f"g_{i + 1}", g(i))
    i = i + 1

$$$
def beregnerUsikkerhet(usikkerhet)
    Beregner ut usikkerheten for gravitasjons akselerasjonen,
    ↪ ved hensyn til usikkerheten til tid.
```

```

parameter
    (Number) usikkerhet

return
    (Number) g regnet med usikkerhet
$$$

def beregnerUsikkerhet(usikkerhet):
    return (4 * pi ** 2 / (gjennomsnittVerdi + usikkerhet) ** 2) *
        ↪ lengdeTraad

print("g med usikkerhet er mellom :", beregnerUsikkerhet(
    ↪ usikkerhet), beregnerUsikkerhet(-usikkerhet))

```

4.1.1 Output

```

Output:
g_1 9.404830786633626
g_2 10.596248288051994
g_3 9.504616091304106
g_4 8.158265844806659
g_5 7.483400370241221
g_6 8.000621910582382
g_7 9.02100094052168
g_8 9.709010592166601
g_9 9.306608683903235
g_10 8.837838176735577
g med usikkerhet er mellom : 7.561296608239082
    ↪ 10.727691893446588

```

5 Diskusjon

En måte å redusere usikkerhet på, kunne ha vært å latt pendelen bevege av seg selv. Dog, så er resultat forventet.

5.1 Konklusjon

Vi har målt lengden til tråden, og regnet g ved at ser på ϕ som liten; sånn at vi kan se på pendelen som et harmonisk serie; som gir formelen (1) $g = \frac{4\pi^2}{T^2}l$. Ved bruk av (1) så regner vi ut g -verdiene. Vi regner med usikkerhet av g , ved hensyn til usikkerhet av tid.

g er *ca.* mellom fra $7m/s^2$ til $11m/s^2$