|  |
| --- |
| ***Slezská univerzita v Opavě – Filosoficko-přírodovědecká fakulta*** |
| ***Fyzikální praktikum I – Mechanika a molekulová fyzika*** |
| **Jméno:**Tomáš StanovskýBerenika Čermáková | **Ročník, obor:**První, Astrofyzika | **Vyučující:**Mgr. Richard Švacha | **Datum měření:**15.11.2018 |
| **Akademický rok:**2018/2019 | **Název úlohy:****2. Newtonův zákon** | **Datum odevzdání:** |
| **Číslo úlohy:** **3** | **Hodnocení:** |

# Pracovní úkoly:

Vyšetřete dynamiku a kinematiku pohybu tělesa po vzduchové dráze s použitím měřícího systému ISES. Z naměřených hodnot ověřte platnost Newtonova zákona a rozhodněte, zda tření na vzduchové dráze můžeme zanedbat. Pokud ne, určete koeficient tření.

# Teoretický úvod:

V kinematice popisujeme dráhu rovnoměrně zrychleného pohybu vztahem (2.1),

 (2.1)

kde *s* je dráha, *t* čas a *a* zrychlení.

K provedení rovnoměrně zrychleného pohybu můžeme využít např. experimentálního uspořádání na obr. 1



**Obr. 1 – Schéma experimentálního uspořádání**

Kde těleso o hmotnosti M je spojeno přes, v ideálním případě, nehmotnou kladku s tělesem o hmotnosti m a je uvedeno do pohybu silou Fg působící na těleso o hmotnosti m. Na tělese o hmotnosti M je umístěna značka, pomocí které můžeme změřit za jaký čas bude uražena dráha *s*, která je dána rozmístěním optických závor oz1 a oz2 .

Dynamickým rozborem úlohy se zanedbáním třecí síly získáme pohybovou rovnici (2.2)

 (2.2)

Pokud bychom uvažovali vliv smykového tření s koeficientem  , museli bychom rovnici upravit na tvar (2.3)

 (2.3)

A vyjádřením zrychlení ze vztahů (2.1), (2.2) a (2.3) dostáváme (2.4)

   (2.4)

V této úloze máme za úkol analyzovat takovýto pohyb a stanovit, zda je koeficient smykového tření na vzduchové dráze skutečně zanedbatelný, tedy a1  a2 nebo a1  a2 a v tom případě musíme se smykovým třením počítat a stanovit ho z rovnice pro a3.

Pokud měření na vzduchové dráze ukáže, že a1  a2 , potom zrychlení můžeme považovat za sobě rovné a vypočítat hodnotu g, dosazením do (2.5)

 (2.5)

Měření bude opakováno pro 3 různé hodnoty *m*.

# Použité měřící přístroje a pomůcky

- Vzduchová dráha

- Svinovací metr

- Pracovní PC stanice se softwarem ISES s dvěma opt. závorami

- Sada závaží

- Elektronické váhy

# Postup měření

1. Nejprve určíme hmotnosti jednotlivých závaží a vozíčku a sestavíme sestavu podle obr. (1).
2. Poté provedeme sérii měření pro 3 různé hmotnosti závaží *m*. Softwarem ISES vyhodnocujeme čas t mezi přerušením paprsku, způsobeném projetím vozíčku první a druhou optickou závorou.
3. Vypočteme zrychlení  ,  a na základě jejich velikostí provedeme rozbor úlohy a vliv tření.

# Naměřené hodnoty

m1 = 10,2g; m2 = 19,7g; M = 292g; s = 0,9 m

Tab. 1: Naměřené hodnoty času pro závaží m1=10,2g

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | tn/s | tn1/s | ti=(tn1 – tn) /s | (ti – t0) /s | (ti – t0)2/s2 |
| 1 | 0,385 | 2,650 | 2,265 | 0,037 | 0,0014 |
| 2 | 0,260 | 2,458 | 2,198 | -0,030 | 0,0009 |
| 3 | 0,031 | 2,279 | 2,248 | 0,020 | 0,0004 |
| 4 | 0,460 | 2,676 | 2,216 | -0,012 | 0,0001 |
| 5 | 0,504 | 2,719 | 2,215 | -0,013 | 0,0002 |
| t0 |  | t0 = | 2,228 | t01= | 0,003 |

$$t\_{A}=\sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum\_{i=1}^{i=n}(t\_{i} – t\_{0})^{2}}= \sqrt{\frac{0,003}{20}}=0,01 s$$

$$u\_{A}= \sqrt{2}×t\_{A}=0,017 s$$

$$t\_{1}=\left(2,228 \pm 0,017\right)s= 2,228\left(1\pm 0,008\right)s$$

$$a\_{1}=\frac{2s}{t^{2}}=0,363 m∙s^{-2}$$

$$a\_{2}=\frac{mg}{M+m}=0,331m∙s^{-2}$$

$$μ=\frac{m}{M}- \frac{a\_{2}(M+m)}{Mg}= 0,00001$$

Tab. 2: Naměřené hodnoty času pro závaží m2=19,7g

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | tn/s | tn1/s | ti=(tn1 – tn) /s | (ti – t0) /s | (ti – t0)2/s2 |
| 1 | 0,436 | 2,096 | 1,660 | 0,030 | 0,00090 |
| 2 | 0,391 | 2,013 | 1,622 | -0,008 | 0,00006 |
| 3 | 0,358 | 1,982 | 1,624 | -0,006 | 0,00004 |
| 4 | 0,412 | 2,035 | 1,623 | -0,007 | 0,00005 |
| 5 | 0,416 | 2,037 | 1,621 | -0,009 | 0,00008 |
| t0 |  | t0 = | 1,630 | t01= | 0,001 |

$$t\_{A}=\sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum\_{i=1}^{i=n}(t\_{i} – t\_{0})^{2}}= \sqrt{\frac{0,001}{20}}=0,008 s$$

$$u\_{A}= \sqrt{2}×t\_{A}=0,01 s$$

$$t\_{2}=\left(1,63 \pm 0,01\right)s= 1,63\left(1\pm 0,01\right)s$$

$$a\_{1}=\frac{2s}{t^{2}}=0,685 m∙s^{-2}$$

$$a\_{2}=\frac{mg}{M+m}=0,620m∙s^{-2}$$

$$μ=\frac{m}{M}- \frac{a\_{2}(M+m)}{Mg}= 0,000001$$

Tab. 3: Naměřené hodnoty času pro závaží m1+m2=29,9g

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | tn/s | tn1/s | ti=(tn1 – tn) /s | (ti – t0) /s | (ti – t0)2/s2 |
| 1 | 0,371 | 1,741 | 1,370 | 0,023 | 0,000529 |
| 2 | 0,361 | 1,699 | 1,338 | -0,009 | 0,000081 |
| 3 | 0,400 | 1,741 | 1,341 | -0,006 | 0,000036 |
| 4 | 0,386 | 1,722 | 1,336 | -0,011 | 0,000121 |
| 5 | 0,400 | 1,749 | 1,349 | 0,002 | 0,000004 |
|  |  | t0 = | 1,347 | t01= | 0,0008 |

$$t\_{A}=\sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum\_{i=1}^{i=n}(t\_{i} – t\_{0})^{2}}= \sqrt{\frac{0,0008}{20}}=0,006 s$$

$$u\_{A}= \sqrt{2}×t\_{A}=0,008 s$$

$$t\_{2}=\left(1,347 \pm 0,008\right)s= 1,347\left(1\pm 0,007\right)s$$

$$a\_{1}=\frac{2s}{t^{2}}=0,992 m∙s^{-2}$$

$$a\_{2}=\frac{mg}{M+m}=0,911m∙s^{-2}$$

$$μ=\frac{m}{M}- \frac{a\_{2}(M+m)}{Mg}= 0,00002$$

**Závěr:**

Pro tři závaží jsme změřili různé délky časů a také různé hodnoty zrychlení. Rozdíly

hodnot zrychlení $a\_{1} $ **a** $a\_{2}$jsou však malé. Koeficienty tření μ jsou v řádech 10-5.