

3.1 URČENIE ZOTRVAČNEJ HMOTNOSTI TELESA MECHANICKÝM OSCILÁTOROM.

Vypracovali: Filip Šoltés, Aneta Stajančová, Nela Sopčáková, Jozef Zuščík

Dátum: 9.6.2026

Trieda: 2.B

Teoretický úvod:

Hmotnosť telesa určujeme najčastejšie vážením t.j. porovnávaním tiaže telesa s tiažou závažia. Využívame teda statické účinky sily.

Zákonnosti kmitavého pohybu umožňujú zistiť hmotnosť telesa na základe dynamických účinkov sily sledovaním pohybu telesa.

Keď teleso s hmotnosťou m zavesíme na pružinu s tuhosťou k , vznikne mechanický oscilátor s periódou vlastného kmitania T .

Zo známych hodnôt F_G a Δl môžeme vypočítať tuhosť pružiny

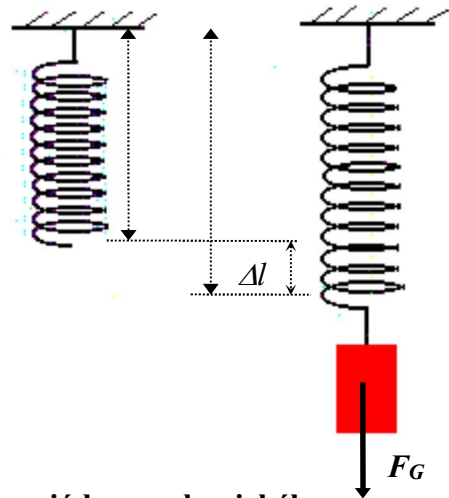
$$k = \frac{F_G}{\Delta l}$$

Pre periódou kmitania mechanického oscilátora platí

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

a teda zmeraním periódy a poznaním tuhosti pružiny môžeme vypočítať hmotnosť telesa nasledovne

$$m = \frac{T^2 k}{4\pi^2}$$



Úloha: Určte zotrvačnú hmotnosť telesa meraním periódy mechanického oscilátora. Tuhosť pružiny určte experimentálne.

Pomôcky: pružina, dĺžkové meradlo, sada závaží, statív s držiakom pružiny, stopky, teleso s neznámou hmotnosťou.

Postup:

1. Pružinu upevnite na držiak statívu a pozdĺž pružiny upevnite dĺžkové meradlo.
2. Zavesťte na pružinu závažie so známou hmotnosťou m a odmerajte predĺženie pružiny Δl .
3. Meranie opakujte 5 krát pre rôzne hmotnosti závaží.
4. Z nameraných hodnôt určte tuhosť pružiny (priemernú hodnotu, odchýlky jednotlivých meraní, priemernú relatívnu odchýlku).
5. Na pružinu zavesťte teleso s neznámou hmotnosťou a miernym potiahnutím pružinu rozkmitajte. Stopkami zmerajte čas, za ktorý teleso vykoná 20 kmitov.
6. Meranie opakujte 10 krát, pričom vždy rozkmitajte pružinu s rôznou amplitúdou výchylky.
7. Určte periódou kmitavého pohybu a podľa uvedeného vzťahu vypočítajte hmotnosť telesa.
8. Uveďte výsledok vo forme intervalu s priemernou relatívnu odchýlku.

Otázky

1. Porovnajťte zistenú hmotnosť telesa s jeho skutočnou hmotnosťou. Uveďte zdroje chýb pri meraní zotrvačnej hmotnosti telesa.
2. Závisí perióda kmitania od amplitúdy výchylky?

Výsledky merania:

Číslo merania	Určenie tuhosti pružiny				Určenie doby kmitu		
	$\frac{m}{kg}$	$\frac{\Delta l}{m}$	$\frac{k = F_g/\Delta l}{N \cdot m^{-1}}$	$\frac{\Delta k}{N \cdot m^{-1}}$	$\frac{10T}{s}$	$\frac{T}{s}$	$\frac{\Delta T}{s}$
1	0,11	0,09	12,0	0,161	7,23	0,723	0,0208
2	0,1	0,082	11,96	0,201	7,32	0,732	0,0118
3	0,03	0,023	12,79	-0,629	7,35	0,735	0,0088
4	0,08	0,065	12,07	0,091	7,53	0,753	-0,0092
5	0,04	0,032	12,26	-0,099	7,48	0,748	-0,0042
6	0,06	0,047	12,52	-0,359	7,5	0,75	-0,0062
7	0,09	0,073	12,09	0,071	7,52	0,752	-0,0082
8	0,05	0,043	11,4	0,761	7,48	0,748	-0,0042
9	0,07	0,056	12,26	-0,099	7,5	0,75	-0,0062
10	0,01	0,008	12,26	-0,099	7,47	0,747	-0,0032
Priemer			12,161	0,257	7,438	0,7438	0,00828

Výsledky merania:

Tuhosť pružiny:

Všeobecne:

$$k = (\bar{k} - \Delta\bar{k}; \bar{k} + \Delta\bar{k}) N \cdot m^{-1}$$

$$\delta k = \frac{\Delta\bar{k}}{\bar{k}}$$

Z nameraných hodnôt

$$k = (11,9; 12,4) N \cdot m^{-1}$$

$$\delta k = 2,11\%$$

Doba kmitu oscilátora:

Všeobecne

$$T = (\bar{T} - \Delta\bar{T}; \bar{T} + \Delta\bar{T}) s$$

$$\delta T = \frac{\Delta\bar{T}}{\bar{T}}$$

Z nameraných hodnôt

$$T = (0,736; 0,75) s$$

$$\delta T = 1,11\%$$

Hmotnosť telesa:

$$\bar{m} = \frac{T^2 \cdot \bar{k}}{4\pi^2}$$

$$\delta m = 2\delta T + \delta k$$

$$\bar{m} = \frac{0,736^2 \cdot 11,9}{4\pi^2}$$

$$\delta m = 2 \cdot 1,11 + 2,11$$

$$\bar{m} = \frac{0,75^2 \cdot 12,4}{4\pi^2}$$

$$\delta m = 4,33\%$$

$$\bar{m} = (0,164; 0,177) \text{ kg}$$

1. Porovnajzte zistenú hmotnosť telesa s jeho skutočnou hmotnosťou. Uved'te zdroje chýb pri meraní zotrvačnej hmotnosti telesa.

Nameraná hmotnosť telesa vyšla v intervale (0,164 – 0,177) kg, pričom stredná hodnota je približne 0,171 kg. Skutočná hmotnosť telesa je 176 g (0,176 kg). Keďže sa skutočná hodnota nachádza v určenom intervale, výsledok merania možno považovať za správny. Menšie rozdiely medzi nameranou a skutočnou hodnotou mohli vzniknúť v dôsledku nepresného merania predĺženia pružiny, reakčného času pri spúšťaní a zastavovaní stopiek, odporu vzduchu a tlmenia kmitov. Na presnosť výsledku mohli vplyvať aj neideálne vlastnosti pružiny a chyby pri odčítavaní hodnôt z meradiel.

2. Závisí perióda kmitania od amplitúdy výchylky?

Pri ideálnom mechanickom oscilátore perióda kmitania od amplitúdy výchylky nezávisí. To potvrdzujú aj namerané hodnoty, ktoré sa pri rôznych amplitúdach líšili len minimálne. Tieto malé rozdiely možno vysvetliť nepresnosťou merania času, reakčným časom pozorovateľa a tlmením kmitov spôsobeným odporom vzduchu.

Záver:

Cieľom merania bolo určiť zotrvačnú hmotnosť telesa pomocou mechanického oscilátora a experimentálne stanoviť tuhosť pružiny. Na základe nameranej periódy kmitania a vypočítanej tuhosti pružiny bola určená hmotnosť telesa v intervale (0,164 – 0,177) kg, pričom stredná hodnota je približne 0,171 kg. Skutočná hmotnosť telesa je 0,176 kg, čo sa nachádza v určenom intervale, preto možno výsledok považovať za správny. Odchýlky vznikli najmä v dôsledku nepresného merania predĺženia pružiny, reakčného času pri práci so stopkami, odporu vzduchu a neideálnych vlastností pružiny. Napriek týmto zdrojom chýb boli získané výsledky v dobrej zhode s teoretickými predpokladmi, a preto možno konštatovať, že cieľ laboratórnej úlohy bol splnený.