

60. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2018/2019
Kategória A – celoštátne kolo
Trenčín – 13. 4. 2019

Vzorový protokol riešenia experimentálnej úlohy

1. úloha

a) Odvodenie vzťahu (1)

Pohybová rovnica

$I \varepsilon = -m g a \sin \varphi$, kde φ je výchylka z rovnovážnej polohy, ε uhlové zrýchlenie

Moment zotrvačnosti podľa Steinerovej vety vzhľadom na os otáčania $I = I_0 + m a^2$.

Pre $\varphi \ll 1$ rad $\sin \varphi \approx \varphi$ a pohybová rovnica

$$\varepsilon + \frac{m g a}{I} \varphi = 0 \text{ je rovnica harmonických kmitov s periódou } T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{m g a}} = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + m a^2}{m g a}}.$$

Vysvetlenie pojmu „malé kmity“

Malé kmity spĺňajú podmienku $\varphi \ll 1$ rad, zvyčajne $< 5^\circ$.

2. úloha

Odvodenie vzťahu (2)

$$\frac{I_0 + m a_1^2}{m g a_1} = \frac{I_0 + m a_2^2}{m g a_2}, \text{ resp. } (I_0 + m a_1^2) a_2 = (I_0 + m a_2^2) a_1,$$

po úprave za predpokladu $a_1 - a_2 \neq 0$ máme $I_0 = m a_1 a_2$

$$\text{a po dosadení do vzťahu pre dobu kmitu } T = 2\pi \sqrt{\frac{m a_1 a_2 + m a_1^2}{m g a_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{a_2 + a_1}{g}}$$

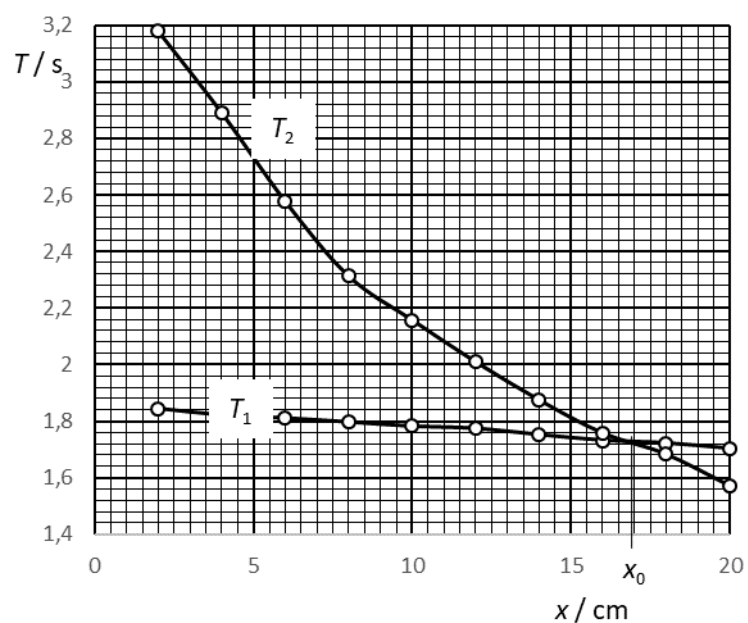
3. úloha

Meranie vzdialenosti britov: $d \pm \Delta d$: $d = (0,7435 \pm 0,0005)$ m.

4. úloha

Poradie	x / cm	$20 T_1 / \text{s}$	$20 T_2 / \text{s}$	T_1 / s	T_2 / s
1	2,0	36,90	63,59	1,845	3,180
2	4,0	36,44	57,81	1,822	2,891
3	6,0	36,21	51,56	1,811	2,578
4	8,0	35,93	46,25	1,797	2,313
5	10,0	35,63	43,16	1,782	2,158
6	12,0	35,47	40,19	1,774	2,010
7	14,0	35,03	37,50	1,752	1,875
8	16,0	34,63	35,16	1,732	1,758
9	18,0	34,44	33,66	1,722	1,683
10	20,0	34,06	31,44	1,703	1,572

Graf



Určenie x_0 : $x_0 \approx 16,9$ cm.

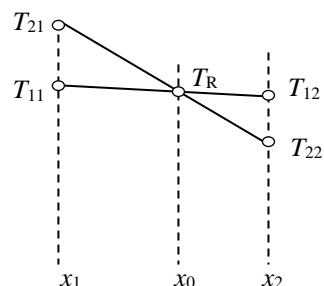
5. Určenie doby kmitu reverzného kyvadla

	x	$50 T_1$	$50 T_2$	T_1		T_2	
$x_1 < x_0$	16,0	86,60	87,90	T_{11}	1,732	T_{21}	1,758
$x_2 > x_0$	18,0	86,10	84,15	T_{12}	1,722	T_{22}	1,683

Vzťah pre určenie T_R :

$$\frac{T_{11} - T_R}{x_0 - x_1} = \frac{T_{11} - T_{12}}{x_2 - x_1} \quad \text{a} \quad \frac{T_{21} - T_R}{x_0 - x_1} = \frac{T_{21} - T_{22}}{x_2 - x_1}$$

odkiaľ $\frac{T_{11} - T_R}{T_{11} - T_{12}} = \frac{T_{21} - T_R}{T_{21} - T_{22}} \quad \text{a} \quad T_R = \frac{T_{11}T_{22} - T_{12}T_{21}}{T_{11} - T_{12} + T_{22} - T_{21}}$



Určenie hodnoty $T_R \pm \Delta T_R$: $T_R = (1,728 \pm 0,004) \text{ s}$.

6. Určenie g

Vzťah pre výpočet g : $g = 4\pi^2 \frac{d}{T_R^2}$

Vzťah pre výpočet odchýlky Δg : $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta d}{d} + 2 \frac{\Delta T_R}{T_R}$

Určenie $g \pm \Delta g$: $g = (9,83 \pm 0,05) \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

60. ročník Fyzikálnej olympiády – Experimentálna úloha celoštátneho kola kategórie A

Autor návrhov úloh:

Recenzia a úprava úloh a riešení:

Redakcia:

Vydal:

Eubomír Konrád

Daniel Klivanec, Eubomír Mucha

Ivo Čáp

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019