

67. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2025/2026
kategória A
riešenie experimentálnej úlohy celoštátneho kola

Kmity tyče na valci

Riešenie:

1) **Meranie periódy kmitov**

5× opakované meranie doby N periód T_N kmitov tyče

$$\text{Vzťah pre strednú hodnotu periódy kmitov } \bar{T} = \frac{\bar{T}_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^5 \frac{T_{Ni}}{5},$$

$$\text{Vzťah pre strednú kvadratickú odchýlku strednej hodnoty } \delta\bar{T} = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (T_{Ni} - \bar{T}_N)^2}{4 \times 5}}.$$

$L = 40 \text{ cm}$, $r = 29 \text{ mm}$, $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

n	N	a / mm	T_{Ni} / s					\bar{T}_n / s	$\delta\bar{T}_n / \text{s}$
1	20	10	29,29	29,25	29,49	28,46	29,45	1,459	0,009
2	20	20	32,53	32,40	32,46	32,86	32,57	1,628	0,004
3	20	30	38,80	39,16	39,07	38,87	38,73	1,946	0,004
4	10	40	22,80	22,79	23,06	22,98	22,85	2,290	0,005
5	5	50	17,28	17,22	17,12	16,81	17,52	3,438	0,023

Určenie konštant

Použijeme napr. prvé dve merania $a_1 = 10 \text{ mm}$, $a_2 = 20 \text{ mm}$, $T_1 = 1,459 \text{ s}$, $T_2 = 1,628 \text{ s}$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{k_1 L^2}{g(r + k_2 a_1)}} \quad \text{a} \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{k_1 L^2}{g(r + k_2 a_2)}}.$$

$$\text{Z pomeru oboch vzťahov dostávame } k_2 = -r \frac{1 - \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2}{a_2 - a_1 \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2} = -0,477.$$

Po dosadení do vzťahu pre periódu dostávame po úprave

$$k_1 = \left(\frac{T_1}{2\pi}\right)^2 \frac{g}{L^2} (r + k_2 a_1) = 8,00 \times 10^{-2}.$$

Výsledný vzťah pre periódu je

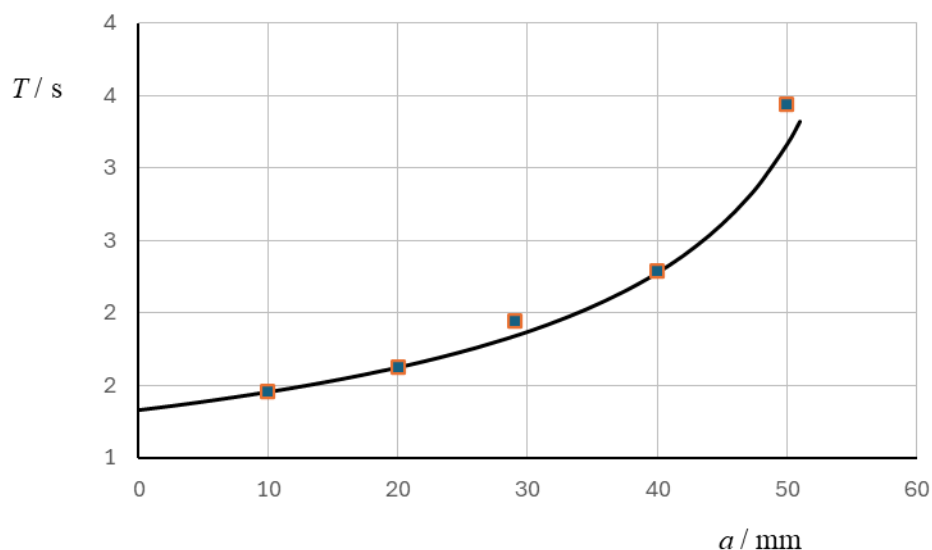
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0,0800 L^2}{g(r - 0,477 a)}}.$$

c) **Graf závislosti doby kmitu ako funkcie a** pre $L = 40 \text{ cm}$, $r = 29 \text{ mm}$, $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Tabuľka hodnôt:

a / mm	T / s	a / mm	T / s	a / mm	T / s
0	1,33	16	1,55	36	2,09
3	1,37	20	1,63	40	2,28
6	1,40	23	1,69	45	2,61
10	1,46	30	1,87	50	3,16

Graf funkcie $T = f(a)$



Hodnotenie

Namerané hodnoty sledujú trend krivky, len krajná hodnota a_{max} je posunutá k vyšším hodnotám. Znamená to, že určená hodnota veľkosti k_2 je menšia ako správna hodnota. Keďže pre $a \rightarrow r / k_2 = a_{\text{max}}$ ide $T \rightarrow \infty$, pre veľké $a \rightarrow a_{\text{max}}$ je výsledok veľmi citlivý na malé nepresnosti.

1. Nepresnosť môže byť zapríčinená najmä krivosťou hranolov. I malé zakrivenie spôsobuje zmenu zvislej polohy ťažiska tyče, a tá sa prejaví zmenou efektívnej hodnoty a .

2. Chyba môže vzniknúť aj nesprávnym meraním doby kmitu (určenie začiatku a konca merania).

Fyzikálna olympiáda – 67. ročník – experimentálna úloha celoštátneho kola kategórie A

Návrh a spracovanie úlohy: Ivo Čáp, Ľubomír Konrád

Recenzia úloh: Aba Teleki, Ľubomír Mucha

Redakcia: Ivo Čáp

Úlohy preložil: Aba Teleki

Vydalo: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2026