

Úloha 1. (9 bodů) Opakovaným měřením periody kmitu kyvadla jsme získali hodnoty v tabulce. Měření prováděl člověk se stopkami, odhad standardní chyby takového měřicího přístroje činí 0.1 sekundy.

Zpracujte změřené hodnoty T .

Výsledek vyjádřete se standardní odchylkou („ σ “, $P \sim 68\%$) a správně zapíšte.

měření č.	T (s)	$T - \bar{T}$ (s)
1	1.2	0.02
2	1.3	0.12
3	1.1	-0.08
4	1.2	0.02
5	1.0	-0.18
6	1.5	0.32
7	1.2	0.02
8	1.1	-0.08
9	0.9	-0.28
10	1.3	0.12
$\bar{T} =$	1.18	s
$\sum_{i=1}^{10} (T_i - \bar{T})^2 =$	0.2560	s^2

Řešení:

Jedná se o zpracování přímo měřené veličiny, aritmetický průměr je již v tabulce spočítaný, takže spočítáme odhad standardní odchylky:

$$s_T = \sqrt{\frac{1}{9} \sum (T_i - \bar{T})^2} = 0.16865 \text{ s.}$$

S využitím 3σ kritéria otestujeme, že všechna „měření“ vyhovují. Spočítáme tedy standardní odchylku aritmetického průměru, interval rozšíříme podle studentova rozdělení a sloučíme se standardní chybou měřidla ($u_{J,B}$) do kombinované nejistoty měření napětí:

$$s_{\bar{T}} = \frac{1}{\sqrt{10}} s_T = 0.05333 \text{ s,} \quad u_J = \sqrt{(k_9^{1\sigma} s_{\bar{T}})^2 + u_{T,B}^2} = \sqrt{0.05333^2 + 0.1^2} = 0.11333 \text{ s}$$

(Zde $u_{T,B}$ je dle zadání již přímo standardní odchylka, takže nedělíme odmocninou ze 3.)

Zaokrouhlíme a zapíšeme výsledek: $T = 1.18(11) \text{ s}$ nebo $T = (1.18 \pm 0.11) \text{ s}$

Úloha 2. (6 bodů) Stanovujeme látkové množství plynu pomocí rovnice pro ideální plyn. Při konstantní termodynamické teplotě T jsme změřili objem V a tlak p . Výsledkem jsou naměřené hodnoty: $T = (329.4 \pm 0.3) \text{ K}$.

$$V = (245.2 \pm 0.7) \text{ cm}^3.$$

$$p = (101.3 \pm 0.5) \text{ kPa}.$$

Udané nejistoty jsou standardní odchylky.

Spočítejte látkové množství n a určete jeho standardní nejistotu u_n .

Řešení:

Využijeme zákona přenosu chyb a plynové konstanty $R = 8.314462 \text{ m}^3 \text{ Pa K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, takže

$$\bar{n} = \frac{pV}{RT} = 0.00906927 \text{ mol}.$$

Zde snadno využijeme faktu, že funkce $n(p, V, T)$ je ve tvaru součinu a podílu, takže můžeme pro relativní nejistoty psát:

$$\eta_n^2 = \eta_p^2 + \eta_V^2 + \eta_T^2 = 0.0000333419$$

$$\eta_n = 0.0057742$$

a tedy $u_n = \eta_n \bar{n} = 0.0000523681 \text{ mol}$.

Zaokrouhlíme a zapíšeme výsledek: $n = 9.07(5) \text{ mmol}$