



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Praktická úloha celostátního kola 58. ročníku FO

RUMBURK 2017

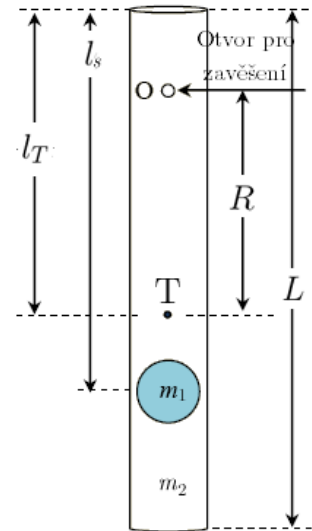
Máte před sebou hliníkovou trubku, ve které je umístěna ocelová kulička o hmotnosti m_1 , jejíž střed se nachází ve vzdálenosti l_s od horního okraje trubky. Hmotnost trubky je m_2 , délka L .

V trubce je vyvrtána řada otvorů se vzájemnou vzdáleností středů 1,5 cm. Po zavěšení na tenkou tyčinku, která je připevněna ke stolu, koná trubka kmity ve svislé rovině.

Pomůcky: Uzavřená trubka s kuličkou upevněnou uvnitř, držák s tenkou tyčinkou na zavěšení trubky, stopky, pravítko, špejle, milimetrový papír.

Provedení úlohy: Z rovnice pro periodu fyzického kyvadla lze odvodit vztah

$$T^2 R = \frac{4\pi^2}{g} R^2 + \frac{4\pi^2 J_T}{(m_1 + m_2) g}. \quad (1)$$



Graf závislosti $T^2 R$ na R^2 bude grafem přímky, kde J_T je moment setrvačnosti soustavy trubka-kulička vzhledem k těžišti soustavy.

- Odvoďte vzorec (1).
- Užitím pomůcek změřte vzdálenost l_T těžiště soustavy od horního okraje trubky.
- Naměřte hodnoty T pro jednotlivá R a vynesete do grafu závislost $T^2 R$ na R^2 .
- Z grafu určete směrnici k přímky a průsečík q se svislou osou, a to včetně jednotek.
- Z hodnot určených z grafu vypočtete hodnotu tíhového zrychlení g .
- Z hodnot určených z grafu vypočtete vzdálenost l_s středu kuličky od horního okraje trubky. K výpočtu budete potřebovat i hodnotu délky trubky L .
- Z hodnot určených z grafu vypočtete poměr $\frac{m_2}{m_1}$ hmotností trubky a kuličky.

V částech f) a g) doporučujeme do fyzikálních vztahů dosazovat přímo zjištěné číselné hodnoty, obecné řešení se nepožaduje.

Úhlová frekvence fyzického kyvadla pro malé kmity je $\omega = \sqrt{\frac{MgR}{J_T + MR^2}}$, kde J_T je moment setrvačnosti kyvadla vzhledem ose otáčení procházející jeho těžištěm, M hmotnost kyvadla a R vzdálenost těžiště od osy otáčení. Kuličku považujte za hmotný bod umístěný v ose trubky. Moment setrvačnosti trubky bez kuličky vůči ose procházející středem trubky můžete přibližně vypočítat jako $J_0 \approx \frac{1}{12} m_2 L^2$. Trubku můžeme považovat za homogenní a hmotnost záslepek na koncích za zanedbatelnou.