

11. ročník, úloha III. E ... fyzik hudebníkem (8 bodů; průměr ?; řešilo 36 studentů)

Změřte součinitel statického tření mezi různými materiály (např. papír a dřevo). Při měření využijte gramofonu.

Ve vašich řešeních jste uváděli dvě různé metody pro určení koeficientu smykového tření.

Koeficient smykového tření (dále značeno μ) udává maximální velikost síly, která je reakcí na sílu snažící se změnit pohybový stav daného tělesa.

První metoda je dynamická. Na těleso položené na točící se desce gramofonu působí síla $F_{\text{od}} = m\omega^2 r$, kde m je hmotnost tělesa, ω úhlová rychlost otáčení a r je vzdálenost tělesa od osy rotace. Proti odstředivé síle působí síla smykového tření F_t , která je nejvýše rovna maximální třecí síle dané koeficientem smykového tření

$$F_t \leq F_{t, \max} = \mu mg.$$

K odpoutání tělesa od podložky dojde v okamžiku, kdy je odstředivá síla F_{od} rovna maximální třecí síle $F_{t, \max}$. Do této doby je vždy $F_{\text{od}} = F_t$.

Následný způsob měření je jednoduchý: těleso vzdalujeme od osy rotace do okamžiku vyrovnání velikosti síly odstředivé a maximální třecí síly. Z takto zjištěného poloměru r vypočteme koeficient smykového tření následovně

$$\mu = \frac{r\omega^2}{g}.$$

Druhá metoda je statická, založená na přímém měření velikosti $F_{t, \max}$, postup je následující:

1. Určíme moment M síly, kterým je kotouč gramofonu roztáčen.
2. Těleso položíme na kotouč (jež je v klidu, vzdálenost tělesa od osy r), zajistíme jej (držíme jej provázkem, je opřen o nějakou překážku, ...).
3. Spustíme motor gramofonu.

Následně mohou nastat dvě situace:

- Disk gramofonu se roztočí – moment smykové třecí síly byl menší než moment M . Těleso vzdálíme více od osy otáčení.
- Disk se netočí. Moment maximální smykové třecí síly je větší než moment M . Těleso posuneme blíže do středu desky.

4. Motor gramofonu zastavíme.

5. Body 3 a 4 opakujeme do doby, dokud jsou nutné změny polohy tělesa pozorovatelné.

Koeficient smykového tření je určen

$$\mu = \frac{M}{mgr}.$$

S výpočtem statistických chyb vámi naměřených veličin jste si poradili dobře. Výjimkou bylo uvedení výsledku s relativní chybou asi 120 % bez jejího řádného zdůvodnění.