

Úloha IV.E ... Olejujeme

7 bodů; průměr 4,57; řešilo 87 studentů

V různých mechanických součástkách, jako jsou např. různá kola nebo klouby, se využívá olej ke snížení tření. Vaším úkolem bude vyzkoušet, zda to opravdu funguje.

Najděte doma plechovou plochu (například plech na pečení) a libovolný další předmět (například hrnek, skleničku, plastovou krabičku, ...) a změřte koeficient statického tření mezi plechem a tímto předmětem.

Poté plech i svůj předmět namažte libovolným olejem a opět změřte koeficient tření. Oba výsledky porovnejte a zkuste odhadnout, jak přesně se vám koeficienty podařilo určit. Nezapomeňte také uvést, z jakého materiálu byl druhý vámi použitý předmět.

Teorie

Koeficient statického tření udává míru odporu mezi dvěma povrchy, které jsou v klidu a ní mezi nimi relativní pohyb. Vyjadřuje tedy sílu potřebnou k rozpohybování těchto dvou povrchů, přičemž platí přímá úměra – čím větší tření, tím větší potřebná síla. V matematických rovnicích se koeficient tření obvykle označuje symbolem μ_s a je bezrozměrný (často se setkáme i s označením f).

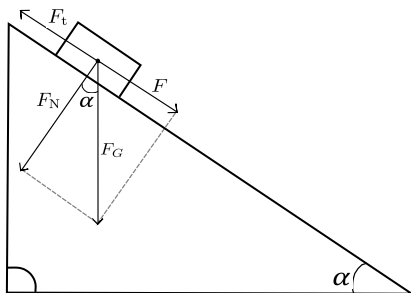
Pokud máte například krabici na podlaze a snažíte se ji posunout, síla, kterou musíte uplatnit, je úměrná koeficientu statického tření mezi povrchem krabice a podlahou a zároveň tíze krabice. Jakmile začnete krabici posunovat, přecházíte do oblasti kinetického tření, přičemž kinetický koeficient je obvykle menší než statický.

V našem experimentu studujeme rozdíl ve statickém koeficientu tření s použitím oleje oproti případu bez oleje. Olej má mazací vlastnosti, což znamená, že vytváří mezi povrchy kluznou vrstvu, snižuje odpor a tím i koeficient statického tření.

Při výpočtech budeme vycházet ze vzorečku pro třecí sílu F_t

$$F_t = \mu_s \cdot F_N,$$

kde F_N je normálová síla, tedy síla působící kolmo na podložku, na které těleso leží.



Obrázek 1: Znázornění sil působících na těleso na nakloněné rovině.

Koeficient tření změříme s využitím nakloněné roviny. Uvažujme těleso na rovině nakloněné o úhel α tak jako na obrázku 1. Na takovéto těleso působí tíhová síla F_G , kterou rozložíme na tečnou (rovnoběžnou) složku $F_{\parallel} = F_G \sin \alpha$ a normálovou (kolmou) složku $F_N = F_G \cos \alpha$.

Tečná složka se pokouší rozpohybovat těleso a pohybu brání třecí síla, jejíž maximální možná velikost¹ je dána dříve uvedeným vztahem

$$F_t = \mu_s \cdot F_N = \mu_a \cdot F_G \cos \alpha.$$

Uvažujme nyní, že úhel náklonu roviny postupně zvětšujeme, dokud se těleso nezačne pohybovat. Těleso se zjevně rozpohybuje přesně v okamžiku, kdy bude velikost tečné složky tíhové síly rovna velikosti maximální třecí síly

$$\mu_s F_G \cos \alpha = F_G \sin \alpha.$$

Z této rovnice můžeme vyjádřit koeficient tření pouze pomocí úhlu náklonu roviny:

$$\mu_s = \tan \alpha.$$

K určení koeficientu tření tedy stačí pouze změřit úhel nakloněné roviny, pro který se těleso zrovna začne pohybovat.

Měření

Připravíme si plechovou plochu a druhý předmět, pro který budeme měřit koeficient statického tření. My jsme zvolili plech na pečení a plastovou misku a pro lepší znázornění výsledků také keramickou misku.

Misku položíme na plech a začneme jej pomalu naklánět. Pomocí úhlooměru změříme s přesností 2° úhel, pod kterým se miska začala pohybovat. Měření jsme opakovali celkem 5krát.

Plech poté namažeme olejem a znovu změříme úhel, pod kterým se začne miska pohybovat. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 1.

předmět n	plastová miska		keramická miska	
	bez oleje	s olejem	bez oleje	s olejem
1	24°	17°	16°	9°
2	25°	18°	17°	10°
3	26°	16°	17°	8°
4	26°	19°	15°	9°
5	27°	16°	18°	9°
$\bar{\alpha}$	27°	17°	17°	9°
μ_s	0,48	0,31	0,30	0,16

Tabulka 1: Naměřené hodnoty úhlu náklonu plechu

¹Třecí síla vždy působí proti směru, kterým se snažíme těleso rozpohybovat, její velikost ovšem není fixní. Dokud je těleso v klidu, je velikost třecí síly rovna velikosti síly, kterou na těleso působíme. Těleso se začne pohybovat, jakmile působící síla přesáhne velikost $\mu_s F_N$.

Diskuze a závěr

Z výsledných hodnot vidíme, že použití oleje mělo výrazný vliv na snížení koeficientu statického tření. Nižší hodnota koeficientu statického tření ukazuje, že olej účinně snižuje tření mezi plechovou plochou a předmětem.

Toto zjištění je v souladu s očekáváním, protože oleje mají schopnost mazání a vytváření kluzných povrchů, což vede k nižšímu tření mezi materiály.

Natalie Lászlóová

natalie.laszloova@vyfuk.org

Alena Mouchová

alena.mouchova@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.