

Měření třecí síly

Mirek Kubera

Výstup RVP: žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření

Klíčová slova: síla, velikost síly, siloměr, tření smykové, tření klidové, součinitel smykového tření

Laboratorní práce

Doba na přípravu:

5 min

Doba na provedení:

90 min

Obtížnost:

střední

Úkol 1) Aktivita 1 – Na čem závisí velikost třecí síly?

Zkoumejte závislost velikosti třecí síly na drsnosti třecích ploch, na velikosti síly působící kolmo na plochu kontaktu a na velikosti obsahu styčné plochy.

2) Aktivita 2 – Bacha, tady to hrozně klouže!

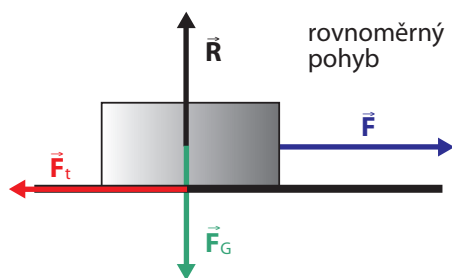
Porovnejte velikosti třecí síly na běžném povrchu (linoleum, keramická dlažba, parkety) a stanovte vliv vlhké podlahy na velikost třecí síly.

Pomůcky Siloměr Vernier (rozsah 10 N a 50 N), LabQuest, souprava pro měření velikosti třecí síly (dřevěné kvádry, různé povrchy), sportovní obuv a trepky, láhev 1,5 l s vodou jako zátěž, provázek

Teoretický úvod Posouvání pevných těles po povrchu jiných těles je vždy doprovázeno třením. Příčinou tření jsou nerovnosti dotykových ploch těles. Pohybující se těleso brzdí tzv. **třecí síla**, obvykle ji označujeme F_t .

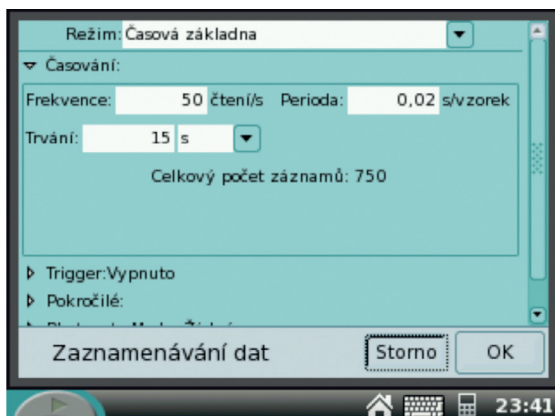
Jak změříme velikost třecí síly?

Sílu měříme při posouvání pevného tělesa (rovnoměrný pohyb) po podložce. Na následujícím obrázku vidíme znázorněné síly, které na těleso působí. Jsou to: tahová síla $\vec{F}$, tíhová síla $\vec{F}_G$, třecí síla $\vec{F}_t$ a reakce podložky $\vec{R}$. Při rovnoměrném přímočarém pohybu tělesa se tyto síly navzájem vyruší (jejich součet je podle 1. Newtonova zákona roven nule) a velikost třecí síly $\vec{F}_t$ je tedy rovna velikosti síly tahové $\vec{F}$. Siloměr tedy ukazuje velikost třecí síly mezi tělesem a podložkou.



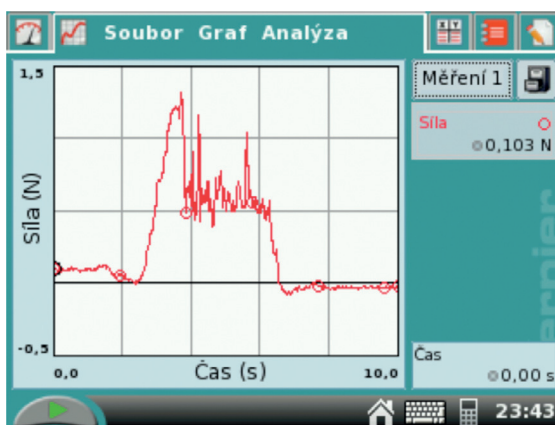
Vypracování Připravte vlastní měření třecí síly. Zapněte LabQuest a zapojte do něj modul siloměr. Podle tíhy posunovaných kvádrů vyberte vhodný rozsah (10 N nebo 50 N). Nastavte délku měření například na 15 s. Vzorkování postačí 50 Hz, není třeba jej měnit.

Měření třecí síly

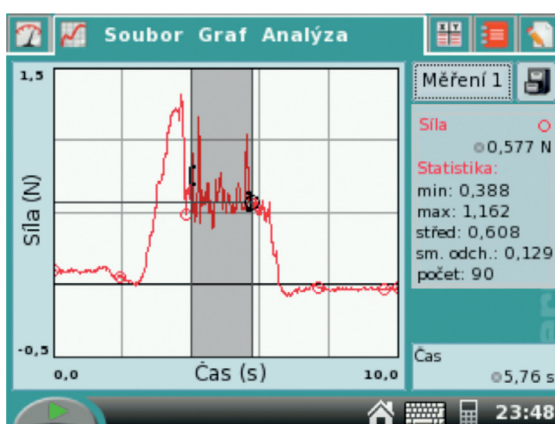


V průběhu 15 s pak musíte uvést těleso do pohybu a táhnout ho po podložce rovnoměrným pohybem.

Na displeji přístroje dostanete přibližně tento graf:



Označte úsek, kdy byla síla přibližně konstantní (vyhnete se statickému tření na začátku pohybu), vyberte **Analýza** → **Statistika** a do tabulky запиšte průměrnou hodnotu třecí síly (tzv. **střed**). Při opakování experimentu byste měli dojít ke srovnatelným údajům.

**Aktivita 1: Na čem závisí velikost třecí síly?**

Postupně proveďte několik experimentů:

Posunujte dřevěný kvádr po různých podložkách. Vždy stejnou rychlostí a přímočarým pohybem. Na siloměru odečtěte velikost třecí síly působící mezi kvádrem a podložkou.

Posunujte 1, 2 či 3 kvádry položené na sobě vždy po stejné podložce. Opět porovnávejte velikosti třecích sil v jednotlivých případech.

Porovnejte velikost třecí síly v závislosti na obsahu styčné plochy. Kvádr má tři různé plochy, které posunujte vždy po stejné podložce.



Ve všech případech запиšte výsledky do tabulky a dopočítejte velikost součinitele smykového tření f .

**Tabulka
naměřených
hodnot**

materiál	smirkový papír	hladké dřevo	koberec	molitan
F_t (N)				
F_G (N)				
$f = F_t / F_G$				

hmotnost tělesa	1 m	2 m	3 m
F_t (N)			
F_G (N)			
$f = F_t / F_G$			

obsah plochy ($S_1 < S_2 < S_3$)	S_1	S_2	S_3
F_t (N)			
F_G (N)			
$f = F_t / F_G$			

Měření třecí síly

Aktivita 2: Bacha, tady to hrozně klouže!

Postupujte stejným způsobem. Opět měřte velikost třecí síly. Rozdíl je v tom, že tentokrát měříte velikost třecí síly mezi sportovní obuví a povrchem podlahy (linoleum, dlažba...)

K měření použijte trepku nebo sportovní obuv. Zatižte ji závažím o hmotnosti např. 1,5 kg (PET láhev s vodou) a přes provázek (nebo za tkaničku) ji tahejte po různých površích. Naměřená data zanechte do tabulky a prozkoumejte.



**Tabulka
naměřených
hodnot**

materiál	LINOLEUM		KERAMICKÁ DLAŽBA	
F_t (N)	suchý povrch	mokrý povrch	suchý povrch	mokrý povrch
1. pokus				
2. pokus				
3. pokus				
F_t (N) – průměr				
F_G (N)				
$f = F_t / F_G$				

Měření třecí síly

Mirek Kubera

Výsledky Aktivita 1: a výpočty

materiál	smirkový papír	hladké dřevo	koberec	molitan
F_t (N)	0,73	0,43	0,56	1,35
F_G (N)	1,47	1,47	1,47	1,47
$f = F_t / F_G$	0,50	0,29	0,38	0,92

hmotnost tělesa	1 m	2 m	3 m
F_t (N)	0,73	1,47	2,3
F_G (N)	1,47	2,92	4,44
$f = F_t / F_G$	0,50	0,50	0,52

obsah plochy ($S_1 < S_2 < S_3$)	S_1	S_2	S_3
F_t (N)	Nezměřeno	0,79	0,73
F_G (N)	X	1,47	1,47
$f = F_t / F_G$	X	0,54	0,50

Výsledky měření odpovídají očekávaným teoretickým závislostem. Zaprvé součinitel smykového tření f (a tím i velikost třecí síly) závisí na povrchu materiálu, po kterém se těleso posouvá. Závisí samozřejmě i na materiálu tělesa, to jsme ovšem cíleně nezkoumali. Další měření ukazuje, že hmotnost tělesa sice zvýší velikost třecí síly (opět v souladu s teorií), ale velikost součinitele smykového tření zůstává beze změny. V poslední části se ukazuje, že velikost obsahu třecí plochy nemá vliv ani na velikost třecí síly ani na velikost součinitele smykového tření. Poslední měření pro nejmenší plochu S_1 nebylo zaznamenáno. Kvádř je ze dřeva a plochy nejsou zcela stejně hladké.

Aktivita 2:

materiál	LINOLEUM		KERAMICKÁ DLAŽBA	
F_t (N)	suchý povrch	mokrý povrch	suchý povrch	mokrý povrch
1. pokus	6,90	8,50	9,27	6,71
2. pokus	7,20	8,38	10,32	5,47
3. pokus	6,88	7,52	11,19	5,12
F_t (N) – průměr	6,99	8,13	10,26	5,77
F_G (N)	15	15	15	15
$f = F_t / F_G$	0,47	0,54	0,68	0,38

Druhé měření, přestože stejné jako předchozí, je pro studenty podstatně zajímavější. Proměřují reálné situace, do měření vstupují s určitými představami a v průběhu měření je konfrontují s výsledky měření. Nejednou dochází k překvapivým zjištěním – obuv značky Crocs na vlhké podlaze opravdu méně klouže (hodnoty v tabulce patří obyčejné trepce ☺).

Děti je na chystané měření nutné upozornit, aby si přinesly vhodnou sportovní obuv, kterou by chtěly prozkoumat.

Měření probíhá i mimo učebnu.

Je nutné mít přichystané dostatečné množství hadrů na podlahu. Děti dokáží udělat při měření, které je baví, velký nepořádek...