

Meno a priezvisko:

Škola:

Škola pre mimoriadne nadané deti a Gymnázium

Školský rok/blok:

Predmet:

Fyzika

Skupina:

Trieda:

Dátum:

Teória

2 Mechanika hmotného bodu

Dynamika – sily brzdiace pohyb

2.6 Sily brzdiace pohyb

Z praxe vieme, že ak rozpohybujeme nejaké teleso a prestaneme naň pôsobiť silou, tak sa za nejaký čas zastaví. Ak má zostať prvý Newtonov zákon (zákon zotrvačnosti) v platnosti, musí existovať vysvetlenie, prečo sa teleso zastaví.

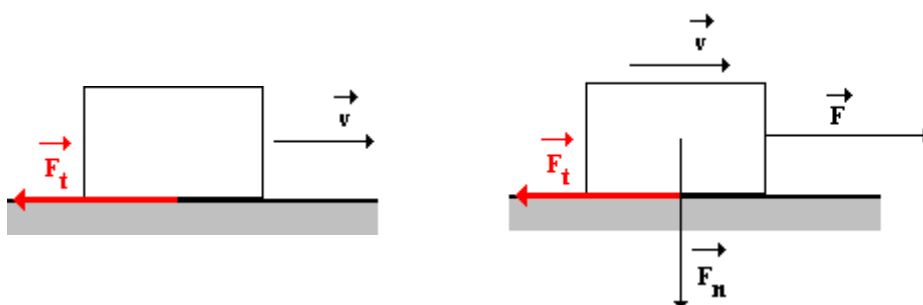
Vysvetlenie je jednoduché: **počas pohybu telesa na teleso pôsobia trecie a odporové sily**, ktoré brzdia jeho pohyb. Nie je teda splnená podmienka prvého pohybového zákona.

Odporové sily vzduchu (ktoré do tejto skupiny tiež patria) majú svoje špecifické vlastnosti. Možno ich rozdeliť:

1. sila šmykového trenia,
2. sila valivého odporu,
3. sila vláknového trenia.

2.6.1 Šmykové trenie

Šmykové trenie je fyzikálny jav, ktorý vzniká pri posúvaní (šmýkaní) jedného telesa po povrchu iného telesa. **Jeho pôvod je predovšetkým v nerovnosti oboch styčných plôch, ktorými sa telesá vzájomne dotýkajú.** Nerovnosti povrchov pri posúvaní telies na seba vzájomne narážajú, deformujú sa a obrusujú. Tak vzniká **trecia sila** $\vec{F}_t$, ktorej pôsobisko je na stykovej ploche oboch telies a jej smer mieri vždy proti smeru rýchlosti telesa.



Vlastnosti trecej sily je možné určiť pokusom: vezmeme drevený kváder, na ktorý pripevníme silomer. Ak potiahneme za silomer silou $\vec{F} \geq \vec{F}_t$, kváder sa začne pohybovať. Ak bude veľkosť pôsobiacej sily presne rovná veľkosti trecej sily, bude výslednica síl pôsobiacich na kváder rovná nule a kváder sa bude pohybovať rovnomerným priamočiarym pohybom. V prípade, že veľkosť pôsobiacej sily bude väčšia ako veľkosť trecej sily, bude sa kváder pohybovať rovnomerne zrýchleným pohybom.

Z experimentov je možné odvodiť vlastnosti trecej sily:

1. veľkosť trecej sily nezávisí od obsahu styčných plôch
2. jej veľkosť podstatne nezávisí od rýchlosti
3. jej veľkosť je priamo úmerná veľkosti tlakovej (normálovej) sily $\vec{F}_n$ **kolmej na podložku**, po ktorej sa teleso pohybuje: $F_t = f \cdot F_n$, kde f je súčiniteľ šmykového trenia.

Normálová sila (sila kolmá k podložke) je v prípade vodorovnej podložky totožná so silou tiažovou. Ak budeme posudzovať teleso na naklonenej rovine, bude normálová sila zložkou tiažovej sily.

Súčiniteľ šmykového trenia je skalárna fyzikálna veličina; $[f]=1$ (nemá fyzikálnu jednotku). Súčiniteľ šmykového trenia závisí na kvalite styčných plôch a ich drsnosti.

Kvalitu styčných plôch určuje materiál, z ktorého sú plochy vyrobené (molitan, drevo, šmirgl'ový papier, ľad, oceľ, ...), zatiaľ čo drsnosť určuje spôsob opracovania plôch (jemný a hrubý šmirgl'ový papier, ohoblované a neohoblované drevo, ...).

Sila potrebná na rozpohybovanie telesa do pohybu je väčšia ako sila, ktorá teleso udržuje v rovnomernom priamočiariom pohybe. Medzi telesom a podložkou pôsobí v pokoji pokojové trenie. Z pokusov (a zo skúsenosti z praxe) vyplýva, že súčiniteľ šmykového trenia f_0 v pokoji je za inak rovnakých podmienok väčší ako súčiniteľ šmykového trenia f v pohybe. Tieto súčinitele je možné nájsť pre rôzne kombinácie materiálov v tabuľkách.

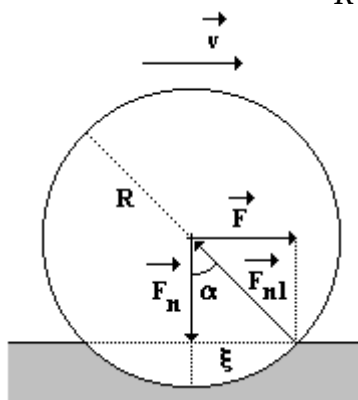
Trenie môže byť užitočné a nežiadúce. Užitočné: pohodlná chôdza, brzdenie pohybu, používanie pilníkov, brúsok, Nežiadúce: brzdenie pohybu, opotrebenie pneumatík a obuvi, nežiadúce zahrievanie častí strojov,

V prípade, že nám veľké trenie nevyhovuje, je nutné treciu silu znižovať (presným opracovaním jednotlivých častí stroja, dokonalým premazaním, ...).

2.6.2 Valivý odpor

Valivý odpor vzniká, ak sa teleso kruhového prierezu (valec, guľa, ...) valí po pevnej podložke. Príčinou tohoto javu je neexistencia absolútne tuhého telesa, tj. telesa, ktoré sa nedeformuje účinkom akokoľvek veľkej sily.

Pri valení tvrdého telesa po nedokonale pružnej podložke dochádza pôsobením normálovej tlakovej sily $\vec{F}_n$ k deformácii podložky. Ak by bola podložka dokonale pružná, bola by reakcia podložky $-\vec{F}_n$ a ležala by na rovnakej vektorovej priamke ako normálová sila $\vec{F}_n$. Následkom deformácie sa ale pôsobisko skutočnej reakcie $\vec{F}_{n1}$ posunie o vzdialenosť ξ dopredu. Pre veľkosť sily $\vec{F}$, ktorou udržíme teleso v rovnomernom priamočiariom pohybe, platí $F = F_n \cdot \tan \alpha$. Pre malé uhly α je $\tan \alpha \doteq \sin \alpha$. Podľa obrázku je R polomer telesa s kruhovým prierezom a platí $\sin \alpha = \frac{\xi}{R}$. Pre veľkosť sily $\vec{F}$ teda dostávame $F = \frac{\xi}{R} \cdot F_n$.



Fakt, že pre malé uhly α je $\tan \alpha \doteq \sin \alpha$, si môžeme overiť na kalkulačke. Zvoľte si ľubovoľný uhol z intervalu $\langle 0^\circ; 5^\circ \rangle$, premeňte ho na radiány a vypočítajte sínus tohoto uhlu. Výsledok si uložte do pamäti kalkulačky (alebo opíšte) a vypočítajte tangens rovnakého uhlu. Výsledky porovnajte. S postupným zväčšovaním uhlu sa budú hodnoty uvedených goniometrických

funkcií líšiť o stále väčšiu hodnotu. Práve opísaná skutočnosť vyplýva z priebehu grafov funkcií $y = \sin x$ a $y = \tan x$.

Ak sa pohybuje teleso rovnomerne a priamočiaro, potom veľkosť odporovej sily $\vec{F}_v$, ktorej smer je opačný k smeru sily $\vec{F}$, je $F_v = \frac{\xi}{R} \cdot F_n$, kde ξ je **rameno valivého odporu**; $[\xi] = m$.

Rameno valivého odporu závisí od materiálu telesa aj podložky a na ich povrchovej úprave.

Za inak rovnakých podmienok je odporová sila pri valení omnoho menšia ako trecia sila pri šmykovom trení. Preto sa v praxi často šmýkanie nahradzuje valením (napríklad tak, že sa príslušné teleso podloží niekoľkými valčekmi alebo rúrami).