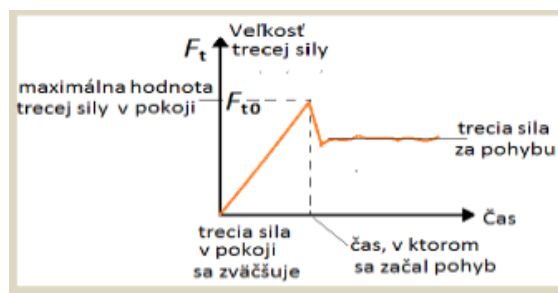


Ahojte 1.A; 1.B; 1.C; 1.D.

Dnes Vám posielam druhý materiál týkajúci sa témy trenie. V dnešnej téme budete mať opäť vyžltené časti príklady ( 3B; 4 B,C), ktoré mi pošlete spolu s vyžltenými úlohami z predchádzajúcich týždňov (materiál výťahy+trenie1+trenie2) do stredy 8.4. na mail, alebo edupage.

**Trenie (statické = pokojové; dynamické = šmykové; valivý odpor), trecia sila (statická  $F_{t0}$ ; šmyková  $F_t$ ), koeficient (= súčiniteľ) statického ( $f_0$ ) a dynamického ( $f$ ) trenia**

Teraz nasledujú 2 príklady, kedy nás bude zaujímať nie dynamické - šmykové ale **pokojuvé - statické trenie**, t. j. trenie medzi dvoma telesami, ktoré sa voči sebe navzájom nepohybujú. Keď napríklad chodíme, nohu zaprieme do podlahy, medzi podlahou a nohou sa vytvorí statická – pokojová trecia sila a tá nám umožní, že sa noha vie odraziť od podlahy.



V podstate podlaha nás pokojovou trecou silou odráža dopredu. Ak by sme prekročili hodnotu pokojovej trecej sily a trenie by prešlo do trenia šmykového – dynamického, noha by sa od podlahy neodrazila, ale začala by prešmykovať. Obdobne je to pri kolesách auta – predstavte si, že sa auto rozbieha napríklad na ľade – ak vodič veľmi zatlačí silno na plynový pedál, vyvolá ťažnú silu, ktorá môže byť väčšia ako hraničná hodnota pokojovej – statickej trecej sily a dostane sa do úrovne dynamickej – šmykovej trecej sily – kolesá na aute začnú prešmykovať na mieste a auto sa nerozbehne.

**Príklad 3: Akú maximálnu ťažnú silu môže vyvinúť automobil s hmotnosťou 1500 kg**

**a; na suchej asfaltovej vozovke**

**b; na poľadovici**

Súčiniteľ (koeficient) pokojového trenia medzi pneumatikou a suchou asfaltovou vozovkou má hodnotu  $f_0 = 0,7$  a medzi pneumatikou a ľadom  $f_0 = 0,1$

Zápis:  $m = 1500 \text{ kg}$

A;  $f_0 = 0,7$   $F_{\text{ťažná}} = F_{t0} = ?$

B;  $f_0 = 0,1$   $F_{\text{ťažná}} = F_{t0} = ?$

Riešenie: Aby nedošlo k prešmykovaniu kolies, ťažná sila musí mať maximálnu veľkosť rovnajúcu sa hraničnej pokojovej trecej sile

A; Platí teda :

$$F_{\text{ťažná}} = F_{\text{pokojová trecia}} = F_{t0} = f_0 \cdot F_{\text{kolmá na podložku}} = f_0 \cdot F_g = f_0 \cdot m \cdot g = 0,7 \cdot 1500 \cdot 10 \\ = 10\,500 \text{ N}$$

**B;**

**Príklad 4:** Maximálne zrýchlenie (pri rozbíhaní) a maximálne spomalenie (pri brzdení) auta je určené predovšetkým vlastnosťami dopravnej cesty a pneumatiky kolesa auta. Urči maximálnu hodnotu zrýchlenia

A; automobilu s gumovými pneumatikami na betóne ( $f_0 = 0,8$ )

B; automobilu s gumovými pneumatikami na suchom asfalte ( $f_0 = 0,7$ )

C; automobilu s gumovými pneumatikami na asfalte za silného dažďa ( $f_0 = 0,2$ )

D; automobilu s gumovými pneumatikami na veľkej poľadovici ( $f_0 = 0,1$ )

**Poznámka:** Podmienkou je, aby pri rozbíhaní aj brzdení nedochádzalo k šmyku telies – teda musí byť medzi pneumatikou a vozovkou statické trenie a nesmieme prekročiť jeho hranicu, aby sme prešli do trenia dynamického – šmykového. Pre maximálne zrýchlenie bude platiť:

**Zápis:**  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

A;  $f_0 = 0,8$

B;  $f_0 = 0,7$

C;  $f_0 = 0,2$

D;  $f_0 = 0,1$

$a_{max} = ? \text{ m.s}^{-2}$

**Riešenie:** všeobecne pre maximálnu ťažnú silu platí  $F_{\text{ťažná}} = m \cdot a_{max}$  pričom sa musí rovnať hraničnej pokojovej trecej sile  $F_{\text{ťažná}} = F_{\text{trečia pokojová}} = f_0 \cdot m \cdot g$  Dáme do rovnosti a upravíme

$m \cdot a_{max} = f_0 \cdot m \cdot g$  vydelíme obe strany  $m$ , odtiaľ  $a_{max} = f_0 \cdot g$

A;  $a_{max} = f_0 \cdot g = 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ m.s}^{-2}$

B;

C;

D;  $a_{max} = f_0 \cdot g = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ m.s}^{-2}$

**Záver** – Z výsledkov príkladov A; a D; vidíme, že za poľadovice sa nie je možné rozbíhať s veľkým zrýchlením, a ako Vás budú učiť aj v autoškole, v prípade poľadovice je potrebné stláčať plynový pedál veľmi jemne, opatrne. Ani najlepšie brzdy totižto vozidlo neubrzdia, keď ho neubrzdí vozovka – preto treba prispôsobiť jazdu stave vozovky.

## Prílohy:

Poznámky o trení nájdete aj na rôznych stránkach, napr.

<http://www.ucebnafyziky.wz.sk/8.rocnik/poznamky%20r/poznamky%20trenie.trecia%20sila.pdf>

### Trenie. Trecia sila a jej meranie

Medzi povrchní pevných telies, ktoré sú na sebe položené alebo sa po sebe pohybujú, existujú **trecie sily**. Pri posúvaní jedného telesa po povrchu druhého telesa hovoríme o **šmykovom trení** a meraní **šmykovej trecie sily**, ktorú budeme označovať  $F_t$ . Trecia sila má opačný smer ako sila, ktorá spôsobuje pohyb telesa.

Šmyková trecia sila pôsobí v mieste, kde sa plocha pohybujúceho telesa a plocha podložky dotýkajú.



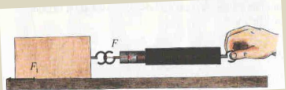

Veľkosť šmykovej trecie sily závisí od materiálu, z ktorého je vyrobená podložka a tiež povrch šmykajúceho sa predmetu. **Trenie sa zväčšuje s nárastom drsnosti povrchu plôch, ktorými sa predmet a podložka dotýkajú.** Dokonale vyleštené plochy sa po sebe posúvajú ťažko. Vysvetľujeme to vzájomným silovým pôsobením medzi časticami povrchov dotýkajúcich sa predmetov.

Graf závislosti veľkosti trecie sily od času pri pohybe kvádra po podložke.

Nameranú silu nehybného telesa nazývame **pokojoovou trecou silou**. Pokojová trecia sila je väčšia ako trecia sila pri pohybe.

Sila, ktorou teleso tlačí na podložku voláme **tlakovú silu**.

Koľkokrát sa zväčší tlaková sila na podložku, toľkokrát sa zväčší aj šmyková trecia sila. **Šmyková trecia sila je priamoúmerná tlakovej sile, ktorou pôsobí teleso na podložku.**



Ak je šmykajúce sa teleso z rovnakého materiálu ako podložka, trenie charakterizuje konštanta pre daný materiál. Jeho hodnota sa zisťovala meraním a možno ju vyhľadať v tabuľkách.

### Škodlivé a užitočné trenie

Keď sa teleso po podložke nešmyká, ale valí pomocou kolies či valčekov, premení sa šmykové trenie na **valivé trenie**. Valivé trenie je omnoho menšie ako šmykové.

Na zmenšenie trenia sa používajú guľôčkové a valčekové ložiská, ktorými sa premieňa šmykové trenie na valivé. Ložiská sú súčasťou strojov, automobilov, bicyklov a ďalších zariadení.

Aby sme zmenšili trenie na osiach kolies používame rôzne druhy mazív – oleje, vazelíny - všade tam, kde sa navzájom šmykajú časti rôznych strojných zariadení.

Sú však prípady, keď sa snažíme trenie zvyšovať. Keby neexistovalo trenie, nemohli by sme písať kriedou na tabuľu. O zväčšenie trenia sa snažíme pri konštrukcii brzd v automobiloch a bicykloch, ale aj pri chôdzi na zľadovatenej ceste, keď posypame ľad popolom či pieskom.

<https://www.gymsnv.sk/predmetyZoznam/fyzika/dokumenty/Prvaci/11TreciaSila.pdf>

## Trecia Sila

- Trenie** je jav, ktorý vzniká pri pohybe telesa po telese. Pri každom trení existuje trecia sila, ktorá pôsobí vždy proti smeru pohybu.
- Trecia sila závisí od:**
  - Sily, ktorou pôsobí teleso kolmo na rovinu pohybu – normálovej sily  $F_n$ .
  - Vlastností oboch povrchov, telesa i roviny – súčiniteľ šmykového trenia.
- Trecia sila nezávisí od:**
  - Veľkosti plochy povrchu
  - Rýchlosti pohybu
- Statické (pokojoové) trenie** je trenie, vznikajúce medzi telesami, ktoré sa vzhľadom k sebe nepohybujú – sú v pokoji.

$$F_t = f_0 F_n$$

- Šmykové trenie** je trenie, ktoré vzniká pri posuvnom pohybe medzi telesami.

$$F_t = f F_n$$

$F_t$  – Trecia sila v (N)

$f_0$  – je súčiniteľ statického trenia (-)

$f$  – je súčiniteľ šmykového trenia (-)

$F_n$  – je kolmá tlaková sila medzi telesami (napr. tiaž telesa) v (N). *Môžeme ju zväčšiť pridaním iných síl (pritlačenie).*

- Súčiniteľ šmykového trenia je vždy väčší ako súčiniteľ statického trenia.



Koeficient (súčiniteľ) šmykového a pokojového trenia (modré Matematické, fyzikálne a chemické tabuľky pre stredné školy, str. 181) – tu používajú značenie  $\mu$  ( $\mu_0$ ) ale to je to isté ako  $f$  ( $f_0$ ), všimnite si, že hodnoty koeficientu statického trenia  $\mu_0$  (čiže  $f_0$ ) sú väčšie ako hodnoty koeficientu dynamického trenia  $\mu$  (čiže  $f$ ).

#### 44. Súčinitele klzného trenia

$\mu_0$  — súčiniteľ klzného trenia, ak sa začína pohyb z pokoja;  $\mu$  — súčiniteľ klzného trenia v pohybe

Látka	$\mu_0$	$\mu$
Oceľ na oceľ, suchá	0,15	0,10
Oceľ na bronz, suchá	0,18	0,16
Oceľ na bronz, mastená	0,1	0,01
Oceľ na drevo (priemerne)	0,55	0,35
Drevo na drevo (priemerne)	0,65	0,30
Koža na kove	0,60	0,25
Kožený remeň na litine	0,56	0,28
Kožený remeň na dreve	0,47	0,27
Oceľ na ľade	—	0,027
Drevo na ľade alebo snehu	—	0,035
Guma (pneumatika) na ľade	0,1–0,2	—
Guma na mokrom asfalte	0,2–0,5	—
Guma na suchom asfalte	0,55	—
Guma na dlažbe (veľké kocky)	0,6	—
Guma na dlažbe (malé kocky)	0,6–0,7	—
Guma na betone	0,7–0,8	—

#### 45. Ramená valivého odporu

$F_t$  — sila pôsobiaca proti pohybu;  $r$  — polomer kola;  $F_n$  — tlaková sila kola na podložku;  $\xi$  — rameno valivého odporu

$$rF_t = \xi F_n$$

Látka	$\xi$ mm
Tvrde drevo na tvrdom dreve	0,8
Mäkká oceľ na mäkkej oceľi	0,5
Tvrdá oceľ na tvrdej oceľi	0,03
Kalené guľôčky na kalených krúžkoch	0,01
Gumové kolesá na kamennej dlažbe	2,5
Gumové kolesá na valcovanej ceste	2
Gumové kolesá na asfalte	1,6
Oceľové kolesá na kofaniciach	0,5
Koleso s oceľovými obručami na asfaltovej ceste	10
Kolesá na dlaždennej ceste	15–60
Kolesá na štrkovej ceste	—