



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Střední škola obchodu,
služeb a podnikání
a Vyšší odborná škola

Kněžskodvorská 33/A, 370 04 České Budějovice

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jméno autora: Mgr. Zdeněk Chalupský

Datum vytvoření: 14. 11. 2012

Číslo DUM: VY_32_INOVACE_12_FY_B

Ročník: I.

Fyzika

Vzdělávací oblast: Přírodovědné vzdělávání

Vzdělávací obor: Fyzika

Tematický okruh: Mechanika

Téma: Odporové síly proti pohybu

Metodický list/anotace:

- *Rozbor smykového tření a jeho porovnání s valivým odporem.*
- *Diskuze nad obrázky a řešené příklady.*

Odporové síly proti pohybu

- ▶ Odporové síly proti pohybu tělesa
- ▶ Smykové tření – úvod
- ▶ Smykové tření
- ▶ Smykové tření – souhrn
- ▶ Cvičení – řešený příklad
- ▶ Valivý odpor
- ▶ Cvičení – řešený příklad
- ▶ Tření v praxi



Odporové síly proti pohybu tělesa

Pohyb tělesa vyvoláme působením síly a síly, tentokrát odporové, těleso dříve nebo později, opět zastaví.

Proti pohybu tělesa působí odporové síly látkového prostředí (plynného, kapalného), v němž se těleso pohybuje a odporové třecí síly vznikající při přímém kontaktu povrchů pohybujících se těles, nebo jednoho z nich.

Pro popis situace není důležité, které z těles se pohybuje, ale jejich vzájemná rychlost.

Odporové síly působí proti směru pohybu tělesa a brzdí jeho pohyb – tření za pohybu (dynamické).

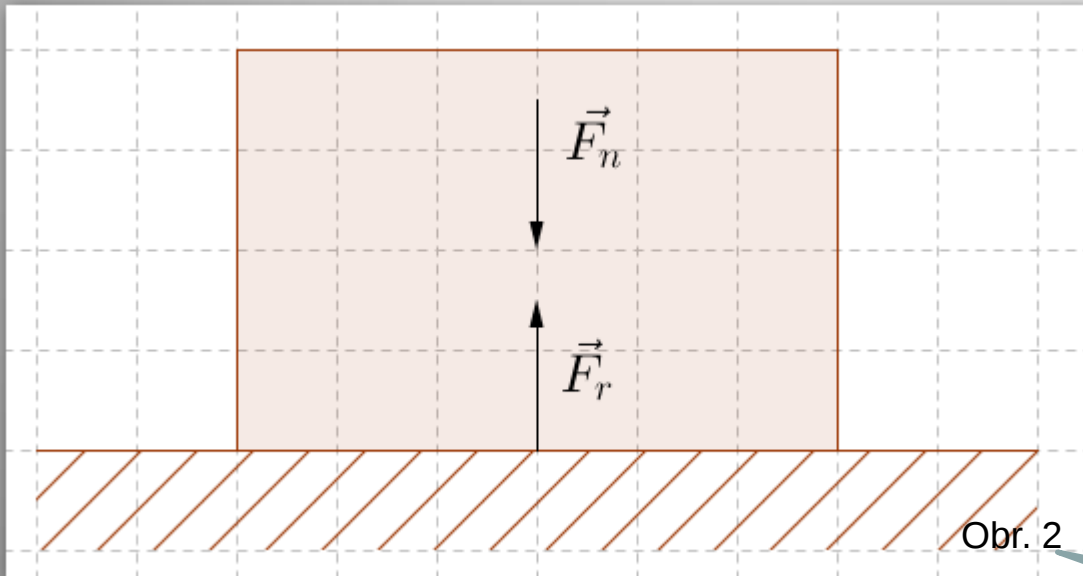
Odporové třecí síly působí na dotýkající se tělesa i když jsou v klidu – tření za klidu (statické).

Druhy tření

smykové

valivé

Smykové tření - úvod



Je-li těleso vzhledem k podložce v klidu, potom na těleso působí gravitační síla Země, která vyvolává tíhu tělesa, kterou označíme jako normálovou sílu nebo přitlačnou sílu $\vec{F}_n$.

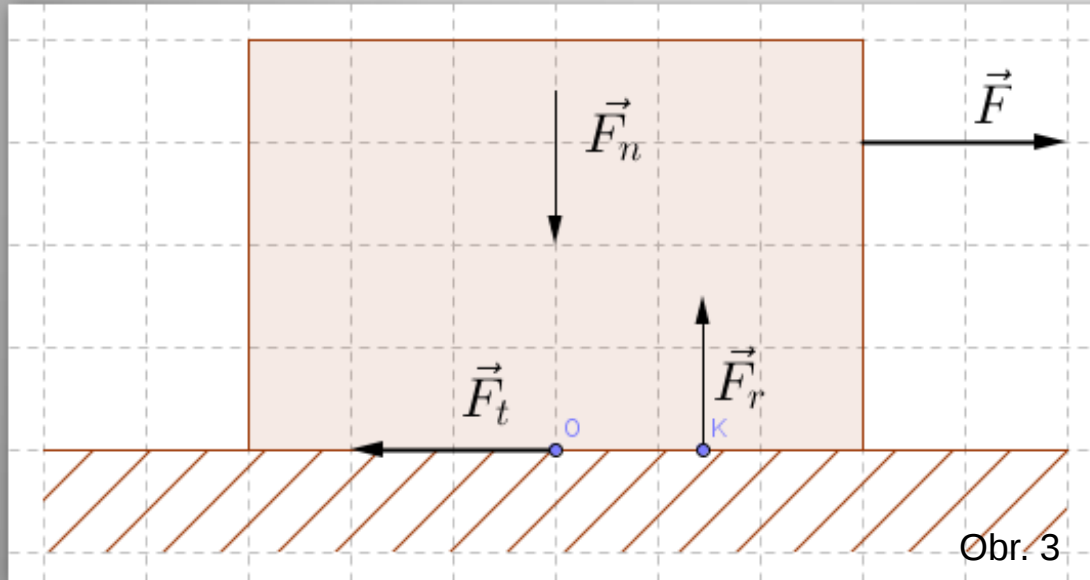
Touto silou působí těleso na podložku. Její působíště bychom mohli umístit do těžiště tělesa.

Proti této síle působí reakce podložky $\vec{F}_r$. Obě síly působí na jedno těleso jsou stejně velké, opačné a působí na téže vektorové přímce. Svými účinky se ruší.

Vzhledem k tomu, že se těleso vzhledem k podložce nepohybuje je tažná síla $\vec{F}$ a třecí síla $\vec{F}_t$ nulová.

Jakmile tažná síla $\vec{F}$ není rovna nule, začne současně působit i třecí síla $\vec{F}_t$. Nepřekročí-li tažná síla $\vec{F}$ mezní hodnotu $\vec{F}_m$, těleso se pohybovat nezačne. Přitom $\vec{F} = -\vec{F}_t$.

Smykové tření



Tažná síla $\vec{F}$ má tendenci těleso překlomit (s třecí silou $\vec{F}_t$ tvoří silovou dvojici sil). Tlak na podložku se přesune směrem dopředu (ve směru tažné síly $\vec{F}$). K překlolení tělesa nedojde jestliže rozměry tělesa tento posun síly reakce $\vec{F}_r$ podložky dovolují (potom moment dvojice sil, tlakové síly $\vec{F}_n$ a síly reakce podložky $\vec{F}_r$ vyrovnají překlápivý účinek).

Pro statické tření platí vztah $\vec{F}_t = f_0 \cdot \vec{F}_n$.

$\vec{F}_n$... tlaková, tečná síla [N]

f_0 ... koeficient vlečného tření v klidu

Pro statické tření platí vztah $\vec{F}_t = \mu \cdot \vec{F}_n$.

f ... koeficient vlečného tření za pohybu

Klidová třecí síla je za stejných podmínek větší než třecí síla při pohybu

Smykové tření - souhrn

užitečné – umožňuje pohyb těles, šroubové spoje, udržení těles na místě ...

škodlivé – brání pohybu těles

Příčiny smykového tření:

- nerovnosti styčných ploch
- přitažlivé síly mezi částicemi styčných vrstev (u vyleštěných ploch)

Třecí síla závisí

- na materiálu a drsnosti styčných ploch (dřevo – dřevo, dřevo – sklo, dřevo – brusný papír ...)
- na tlakové síle $\vec{F}_n$ kolmé ke styčným plochám

Třecí síla nezávisí

- na obsahu S styčných ploch
- na rychlosti (při malých rychlostech)

Materiál a jeho drsnost

- charakterizuje koeficient f ... součinitel smykového tření, bezrozměrná veličina

Z druhého Newtonův zákona:

$$\vec{a} = \frac{1}{m} \cdot (\vec{F} + \vec{F}_t)$$

Těleso se může pohybovat konstantní rychlostí, přímočaře a rovnoměrně tehdy, když jsou třecí a hnací síly v rovnováze $\vec{a} = 0$.

$$(\vec{F} = -\vec{F}_t)$$

Řešený příklad

Kvádř o hmotnosti 1000 g udržujeme na vodorovné plošce v rovnoměrném pohybu tažnou silou 2 N. Určete hodnotu součinitele smykového tření.

$$m = 1000g = 1kg$$

$$g \doteq 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$\vec{F}_n = \vec{G} = ? \text{ N}$$

$$\vec{F} = 2 \text{ N} = \vec{F}_t = 2 \text{ N}$$

$$f = ?$$

Výpočet můžete
provádět i postupně

$$\vec{F}_n = \vec{G} = m \cdot \vec{g} \text{ [N]}$$

$$\vec{F}_t = f \cdot \vec{F}_n$$

$$\vec{F}_t = f \cdot m \cdot \vec{g} \Rightarrow f = \frac{\vec{F}_t}{m \cdot \vec{g}}$$

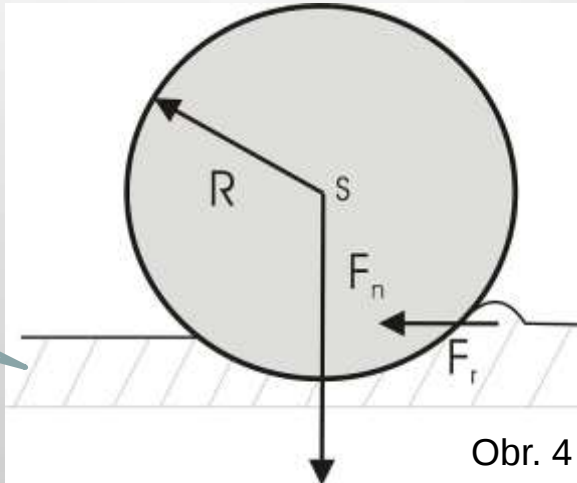
$$f = \frac{2}{1 \cdot 10} = 0,2$$

$$f = \frac{[\vec{F}_t]}{[m] \cdot [\vec{g}]} = \frac{\text{N}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

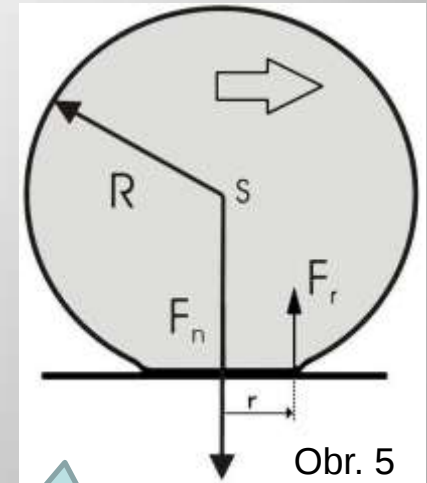
Všimněte si, že jednotky v čitateli a jmenovateli se vykrátí a získáme bezrozměrné číslo. Součinitel smykového tření má hodnotu 0,2.

Valivý odpor

Valivý odpor na Obr. 4 by se uplatnil pouze u dokonale tuhého tělesa. V praxi se uplatňují obě dvě forma deformací v různém poměru.



Obr. 4



Obr. 5

Příčiny valivého odporu

- deformace podložky před valícím se tělesem
- deformace samotného kola – valeného tělesa
- nerovnosti valivého povrchu.

Podhuštěná pneumatiky zvyšuje výrazně valivý odpor a tedy i spotřebu benzínu.

Valivý odpor i v tomto případě vyvolává tlaková síla $\vec{F}_n$. Odporová síla $\vec{F}_v$ je přímo úměrná kolmé tlakové síle $\vec{F}_n$, kterou působí těleso na podložku, a nepřímo úměrná poloměru R [m] tělesa.

$$\vec{F}_v = \frac{\xi \cdot \vec{F}_n}{R} \quad \xi \dots (\text{ksí}) \text{ součinitel} - \text{rameno valivéh odporu [m]}$$

Odporová síla při valení tělesa je mnohokrát menší než třecí síla smykového tření.

$$\vec{F}_v \ll \vec{F}_t$$

Tření v praxi

- Statické smykové tření je rozhodující pro umožnění pohybu tělesa po podložce.
- Síla svalů nebo stroje, přenos síly na podložku a následná reakce podložky uvádí těleso do pohybu.
 - třecí převody, spojky
 - třecí brzdy
 - ... (uveďte další)

Neužitečné tření snižuje použitím vhodných mazných materiálů (vnitřní tření v kapalinách je výrazně menší než u styčných ploch pevných látek).

Popřípadě převádíme smykové tření na valivé (kola, ložiska ...).



Obr. 6

Vysvětlete dění na obrázcích a nebezpečí, které hrozí na silničním úseku označeném zobrazenou značkou. Kdy se valivé tření u kol auta mění na smykové?



Obr. 7

Citace

Obr. 1 TPSDAVE. *Key West, Florida, Hurikán, Dennis - Volně dostupný obrázek - 81665* [online]. [cit. 14.11.2012]. Dostupný na WWW: <http://pixabay.com/cs/key-west-florida-hurik%C3%A1n-dennis-81665/>

Obr. 2 3 Archiv autora

Obr. 4 KRÁL, Adam. *Soubor:Vodpor.jpg – Wikipedie* [online]. [cit. 14.11.2012]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Vodpor.jpg>

Obr. 5 P., Milan. *Soubor:RVodpor.jpg – Wikipedie* [online]. [cit. 14.11.2012]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:RVodpor.jpg>

Obr. 6 PUBLICDOMAINPICTURES. *Turisté, Ledu, Zimní, Slip, Podzim - Volně dostupný obrázek - 17410* [online]. [cit. 14.11.2012]. Dostupný na WWW: <http://pixabay.com/cs/turist%C3%A9-ledu-zimn%C3%AD-slip-podzim-17410/>

Obr. 7 ROADRUNNER. *Dopravní Značka, Štít, Provoz - Volně dostupný obrázek - 6611* [online]. [cit. 14.11.2012]. Dostupný na WWW: <http://pixabay.com/cs/dopravn%C3%AD-zna%C4%8Dka-%C5%A1t%C3%ADt-provoz-silnice-6611/>

Literatura

KOLEKTIV KATEDRY FYZIKY VŠZ V PRAZE. *Fyzika*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství n. p., 1964, 521 s. Učební texty vysokých škol: Fakulta mechanizace, 1043-3551.

Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012 [cit. 14.11.2012]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page