



PR4 – FYZ1 23/24 FS

Dynamika 1

Ing. Štěpán Kunc, Ph.D.

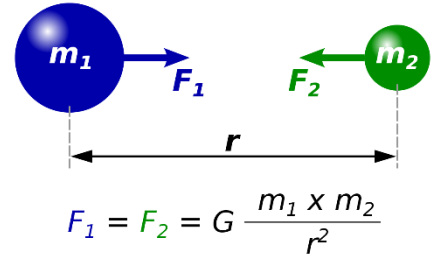
stepan.kunc@tul.cz

Dynamika hmotného bodu

Obor mechaniky

Zkoumá co je příčinou pohybu těles

Vzájemné působení tělese které vede ke změně pohybu těles

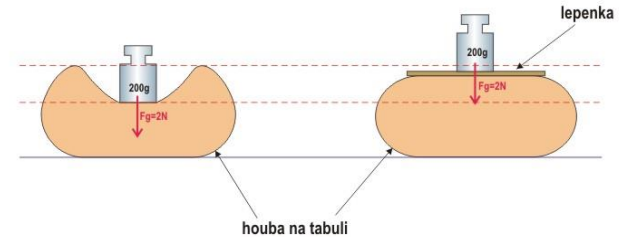


Síla – vektorová veličina, je mírou vzájemného působení těles – změny pohybu nebo deformace

Síla působí na dálku – Gravitační síla x Přímá – tlaková síla

Jednotkou síly v SI je 1N - Newton

Síla je určena velikostí, směrem a působištěm



Skutečné - vyvolán vzájemným působením těles nebo mikrofyzikálních částic

Zdánlivé (setrvačné) - vyvolány zrychleným pohybem vztažných soustav

Základní silové interakce

a) **gravitační interakce**

$$F \sim mM / r^2$$

(projevuje se univerzálně mezi všemi typy hmotných objektů)

b) **elektromagnetická interakce**

$$F \sim Q_1Q_2 / r^2$$

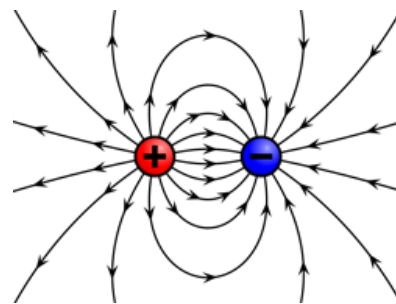
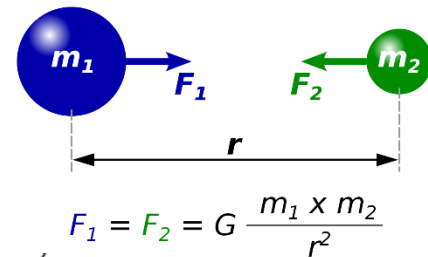
(předpokladem je existence el.náboje)

c) **slabá interakce**

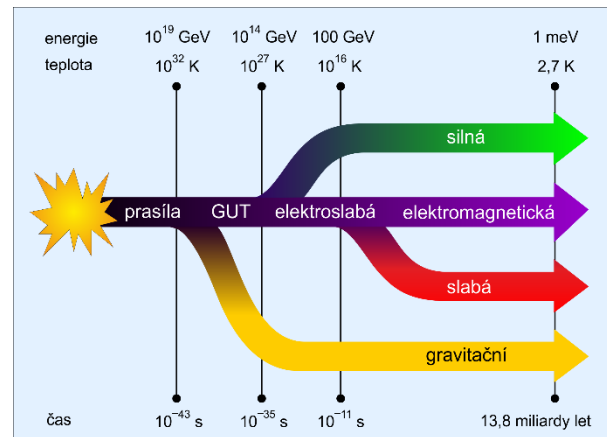
(projevuje se u všech typů elementárních částic)

d) **silná interakce**

(má souvislost s jadernými silami)



Typ interakce	Dosah [m]	Relativní síla
gravitační interakce	∞	10^{-38}
elektromagnetická interakce	∞	10^{-2}
slabá interakce	10^{-18}	10^{-13}
silná interakce	10^{-15}	1



Silové účinky – veličiny

Hybnost:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad [\text{kg m s}^{-1}]$$

Moment síly:

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} \quad [\text{Nm}]$$

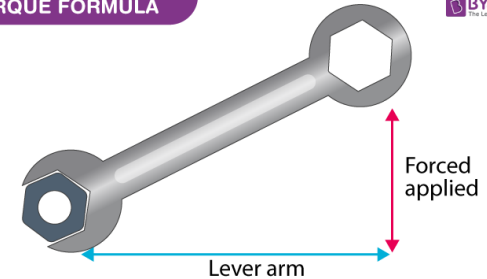
Moment hybnosti:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad [\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}] \quad (\text{točivost})$$

Hmotnost:

skalární veličina, popisuje vlastnost všech hmotných objektů (setrvačnost a vzájemné gravitační působení) – jednotkou SI 1 kg
Lze chápat jako oporu ke změně pohybového stavu – setrvačná hmotnost

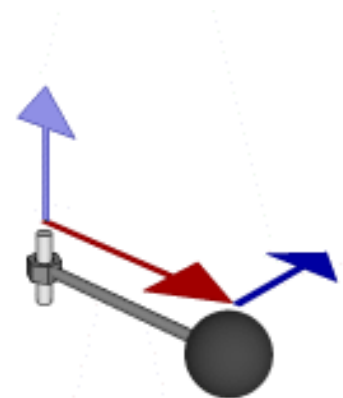
TORQUE FORMULA



$$\tau = \text{Force applied} \times \text{Lever arm}$$

BYJU'S
The Learning App

© Byjus.com

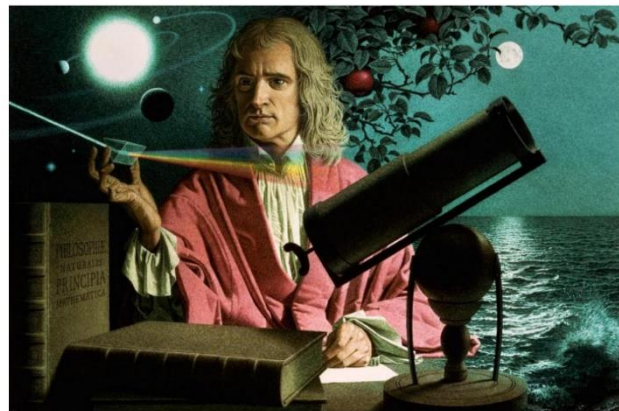


$$\tau = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

$$\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$$

Newtonovy zákony

Roku 1678 uveřejnil Isaac Newton v knize „**Philosophiae Naturalis Principia Mathematica**“ zákony, které jsou **základem klasické fyziky**:



a) Zákon setrvačnosti

Každé těleso setrvává ve svém stavu klidu nebo stavu rovnoměrného přímočarého pohybu, dokud není vnějšími silami (tj. působením jiných těles) přinuceno tento stav změnit.

Mírou setrvačnosti je setrvačná hmotnost

Síla – vliv který mění pohybový stav

Inerciální vztažný systém

Souřadný systém, ve kterém zůstávají volně umístěná tělesa v klidu nebo rovnoměrném přímočarém pohybu.

Newtonovy zákony

b) Zákon síly

Časová změna hybnosti tělesa je rovna výslednici vnějších sil, které na těleso působí.

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

- pokud předpokládáme, že se **hmotnost v čase nemění**, tj. $m = konst.$

$$\frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F}(\vec{r}, \vec{v}, t)$$

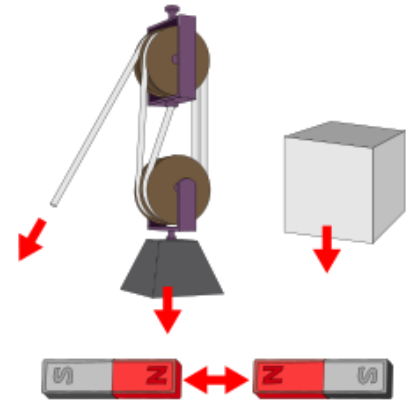
Pohybová diferenciální rovnice

Počáteční podmínky

$$\vec{r}(t_0) = (x_0, y_0, z_0)$$

$$\vec{v}(t_0) = (v_{0x}, v_{0y}, v_{0z})$$

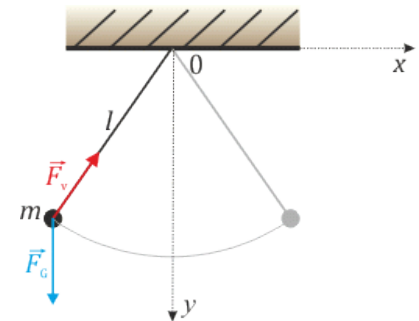
- výsledná vnější síla \mathbf{F} v 2. Newtonově zákonu **může obecně záviset na poloze, rychlosti a času**



Vector Scalar Vector

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

Force (N) mass (kg) acceleration (m/s²)



Newtonovy zákony

c) Zákon akce a reakce

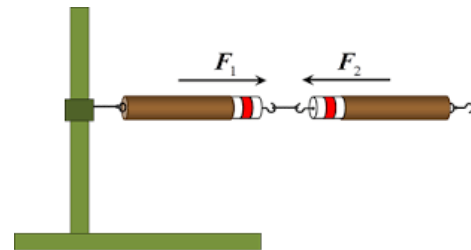
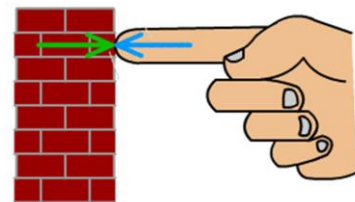
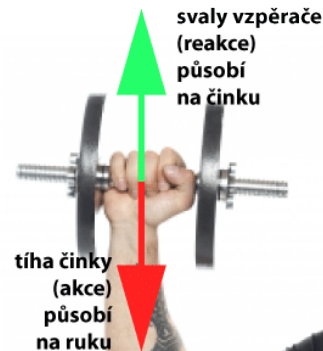
Působí-li jedno těleso na druhé silou F_{12} (tzv. **akce**), potom druhé těleso působí na první těleso stejně velkou silou F_{21} (tzv. **reakce**), ale opačného směru

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

- přičemž **nezávisí**, jakým způsobem na sebe tělesa působí (přímo nebo „na dálku“) a zda se pohybují

-síly akce F_{12} a reakce F_{21} působí na jiná tělesa !!!

-sledujeme-li tedy pouze jedno z působících těles, potom **nelze tyto síly sčítat !!!**



Newtonovy zákony

Síly v Newtonových zákonech jsou **síly pravé**. Mají původ ve **vzájemném působení těles**, platí pro ně princip **akce a reakce** a **superpozice**

Předpokládá se, že síla vyvolaná objektem A působí na objekt B **okamžitě**. A jedná se o síly **centrální**, tzn. Síla působí podél spojnice A a B

Newtonovi zákony platí **pouze pro tělesa která lze nahradit modelem hmotného bodu**.

Na tělesa působí i **síly zdánlivé**, které jsou vyvolány zrychleným pohybem vztažných soustav a které jsou nulové pouze v tzv. **inerciálních** systémech

Newtonovy zákony platí pouze v inerciálních souřadných soustavách

Newtonovy zákony - důsledky

Časová změna momentu hybnosti:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d(\vec{r} \times m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{r}}{dt} \times (m\vec{v}) + \vec{r} \times \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{r} \times \vec{F} = \vec{M}$$

Časová změna momentu hybnosti hmotného bodu je přímo úměrná výslednému momentu vnějších sil působících na těleso

Pokud platí tato situace:

$$\vec{F} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \vec{p} = \text{konst.}$$

Zákon zachování hybnosti

$$\vec{M} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \vec{L} = \text{konst.}$$

Zákon zachování momentu hybnosti

Časové účinky síly

Časové účinky působící síly můžeme popsat těmito veličinami:

Impuls síly:

$$\vec{I}_S \equiv \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \vec{p}(t_2) - \vec{p}(t_1)$$

Silové účinky posuvného pohybu

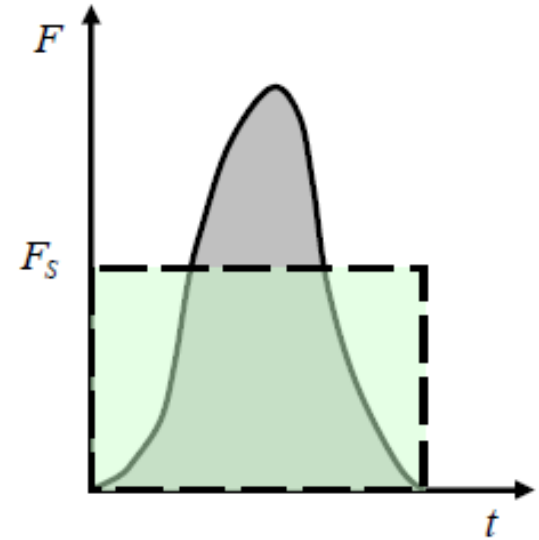
Impuls momentu síly:

$$\vec{I}_M \equiv \int_{t_1}^{t_2} \vec{M} dt = \vec{L}(t_2) - \vec{L}(t_1)$$

Silové účinky otáčivého pohybu

Hovoříme často o „nárazových“ (rázových) silách.

Čím větší je impuls, a čím menší je doba vzájemného působení těles, tím vyšší je působící síla F



$$\vec{F}_S = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \frac{\vec{p}(t_2) - \vec{p}(t_1)}{t_2 - t_1}$$

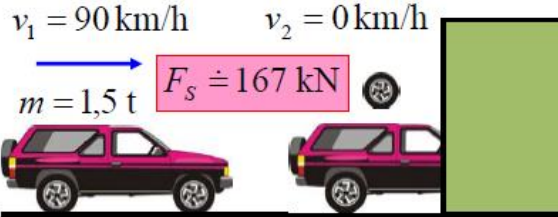
Časové účinky síly

Čelní náraz

Střední síla F

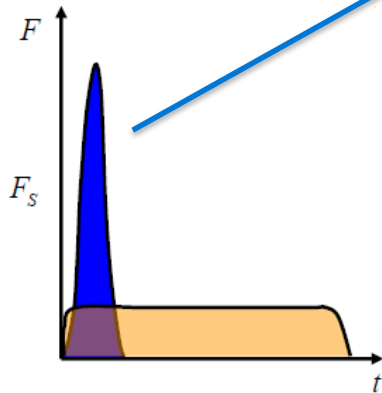
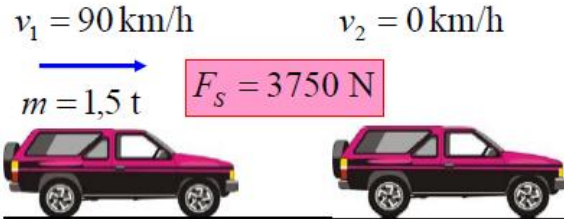
$$F_s = \frac{|mv_2 - mv_1|}{\Delta t}$$

$\Delta t = 0,15 \text{ s}$



Plynulé zastavení

$\Delta t = 10 \text{ s}$



Náhlé změny hybnosti
využíváme
Při kování zatlučkání

