

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jméno autora: Mgr. Zdeněk Chalupský

Datum vytvoření: 11. 11. 2012

Číslo DUM: VY_32_INOVACE_10_FY_B

Ročník: I.

Fyzika

Vzdělávací oblast: Přírodovědné vzdělávání

Vzdělávací obor: Fyzika

Tematický okruh: Mechanika

Téma: Druhý Newtonův pohybový zákon

Metodický list/anotace:

- *Zákon síly.*
- *Hmotnost jako míra setrvačnosti.*
- *Vyvození hybnosti a impulsu síly.*
- *Závislost zrychlení a hmotnosti*
- *Cvičení k zavedeným pojmům*

Druhý Newtonův pohybový zákon



- ▶ Zákon síly
- ▶ Hybnost a impuls síly
- ▶ Řešený příklad
- ▶ Závislost zrychlení a hmotnosti
- ▶ Cvičení

Zákon síly

Pro potřeby 2. Newtona zákona je zapotřebí vedle pojmu síla $\vec{F}[N]$ připojit další pojem hmotnost $m[kg]$.

Druhý Newtonův pohybový zákon – zákon síly

Jestliže na těleso působí síla, pak se těleso pohybuje se zrychlením, které je přímo úměrné působící síle a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$\vec{a}$... zrychlení tělesa získané působením síly [$m \cdot s^{-1}$]

$\vec{F}$... síla vyvolávající zrychlení tělesa [N]

m ... hmotnost [kg]

- větší síla vyvolává větší zrychlení
- hmotnost ovlivňuje účinek síly na těleso
 - při stejné síle těleso s větší hmotností získá menší zrychlení a naopak (vlak a střela z pušky)
 - pohybující se těleso s větší hmotností má větší setrvačnost, může působit větší setrvačnou silou

Určení vztahu mezi jednotkou 1 N a jednotkami soustavy SI:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F} = [m] \cdot [\vec{a}] = [m] \cdot \left[\frac{\vec{v}}{t} \right] = kg \cdot \frac{s}{s} = \frac{kg \cdot m}{s^2} = kg \cdot m \cdot s^{-2} = N$$

1 newton je síla, která uděluje tělesu o hmotnosti 1 kg zrychlení 1 ms⁻²

Hybnost a impuls síly

Změna hybnosti tělesa v závislosti na čase je rovna vnější síle, která ji vyvolala a má shodný směr jako tato síla.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

$\vec{p}$... hybnost [$kg \cdot m \cdot s^{-1}$]

m ... hmotnost [kg]

$\vec{v}$... rychlost [$m \cdot s^{-1}$]

=> Zákon zachování hybnosti

- Hybnost charakterizuje pohybový stav tělesa v dané vztažné soustavě.
- Směr vektoru hybnosti je shodný se směrem vektoru okamžité rychlosti.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{\vec{v}}{t} = \frac{\vec{p}}{t} \Rightarrow \vec{p} = \vec{F} \cdot t \text{ [N} \cdot \text{s]} \quad \dots \text{ impuls síly}$$

impuls síly a hybnost

časový účinek
síly

$$\vec{F} \cdot t = m \cdot \vec{v}$$

$$\vec{p} = \vec{F} \cdot t \text{ [N} \cdot \text{s]}$$

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

$$\text{N} \cdot \text{s} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{s} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Řešený příklad

$$m = 1t = 1000kg$$

$$\vec{v} = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$$

$$\vec{v}_0 = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}$$

$$t = 20s$$

$$\vec{a} = ? \text{ m/s}$$

$$\underline{\vec{F} = ? N}$$

$$\vec{v}_a = \vec{v} - \vec{v}_0$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}}{t} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

$$\vec{F} = 1000 \cdot \frac{30 - 5}{20} N$$

$$\vec{F} = 50 \cdot 25 N$$

$$\underline{\vec{F} = 1250 N}$$

Automobil o hmotnosti 1 t zvýšil svou rychlost z 5 km/h na 108 km/h během 20 s. Jak velkou silou působil motor auta a jaké bylo jeho zrychlení, jestliže automobil zrychloval rovnoměrně?

$$\vec{a} = \frac{30 - 5}{20} \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a} = \frac{25}{20} \text{ m/s}^2$$

$$\underline{\vec{a} = 1,25 \text{ m/s}^2}$$

Automobil se pohybuje se zrychlením $\vec{a} = 1,25 \text{ m/s}^2$, motor působil silou $\vec{F} = 1250 N$.

Závislost zrychlení a hmotnosti

Na dvě tělesa o různých hmotnostech m_1 a m_2 působí za stejných podmínek stejně velká síla F . Síla udělí tělesům různá zrychlení. V jakém poměru je hmotnost těles k jejich zrychlení?

$$F_1 = F_2 = F$$

$$F = m_1 \cdot a_1 = m_2 \cdot a_2$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

Úpravou rovnic dostáváme vztah

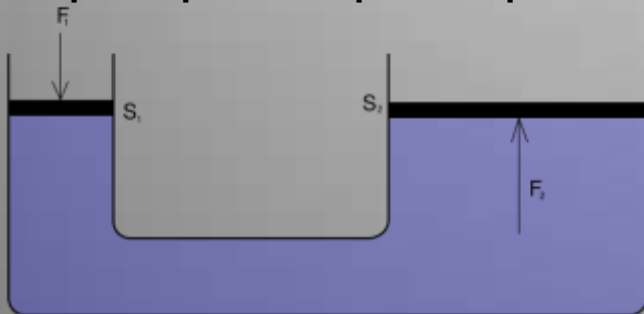
nepřímá úměra

$$m_1 : m_2 = a_2 : a_1$$

Hmotnost těles je v opačném poměru k zrychlení těles. Jestliže se hmotnost tělesa dvakrát zvětší, bude dosažené zrychlení, při stejné síle, dvakrát menší.

Hmotnost m zde vystupuje jako míra setrvačných vlastností.

K pochopení nám pomůže podobnost s hydraulickým zařízením, zde však platí **přímá úměra**.



$$p_1 = p_2 = p$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

Obr. 2

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

$$F_1 : F_2 = S_1 : S_2$$

Síly působící na písty jsou ve stejném poměru jako velikosti pístů. Platí zde **přímá úměra**.
Kolikrát se zvětší plocha druhého pístu, tolikrát i vzroste síla, kterou na něj bude kapalina působit.

Cvičení

Při pokusu se rozjížděl vozíček se zrychlením $20 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$.
Jaké bude jeho zrychlení, jestliže se na dvojnásobek zvětší:

a) působící tažná síla

b) hmotnost vozíčku

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

a.

$$2 \cdot a_1 = \frac{2 \cdot F}{m}$$



$$a_1 = 40 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$$

b.

$$\frac{a_1}{2} = \frac{F}{2 \cdot m}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2}$$



$$m_1 : m_2 = a_2 : a_1$$

$$1 : 2 = 10 : 20$$

$$a_2 = 10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$$

Citace

Obr. 1 NEMO. *Modrá, Symbol, Lidé, Člověk, Osoba - Volně dostupný obrázek - 30555* [online]. [cit. 11.11.2012]. Dostupný na WWW: <http://pixabay.com/cs/modr%C3%A1-symbol-lid%C3%A9-%C4%8Dlov%C4%9Bk-osoba-30555/>

Obr. 2 PAJS. *Soubor:Hydraulicky lis.svg – Wikipedie* [online]. [cit. 11.11.2012]. Dostupný na WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Hydraulicky_lis.svg

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.

REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. *Encyklopedie fyziky* [online]. 2006 - 2012 [cit. 11.11.2012]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/>

Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012 [cit. 11.11.2012 6]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page