



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt **ŠABLONY NA GVM**

registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0948

III-2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

1. Mechanika

1. 3. Newtonovy zákony 1

Autor:	Aleš Trojánek
Jazyk:	čeština
Datum vyhotovení:	prosinec 2012
Cílová skupina:	žáci gymnázia: 1. ročník čtyřletého studia a 5. ročník osmiletého studia, maturitní ročník, věk 16-19 let
Druh učebního materiálu:	podpora a doplnění výuky fyziky, materiál je určen i pro samostatnou práci žáků
Očekávaný výstup:	žáci si osvojí řešení typických fyzikálních úloh (Newtonovy zákony)
Anotace:	Učební materiál obsahuje vzorový příklad a úlohy z části – dynamika. Může sloužit při výkladu, procvičování i pro samostatnou práci žáků. Velmi vhodný je pro přípravu k maturitní zkoušce z fyziky.

1. 3. Newtonovy zákony

Úvodní poznámky

V tomto textu jsou uvedeny úlohy a příklady na tři pohybové zákony, které tvoří **základ klasické mechaniky**. Po svém tvůrci se nazývají také **Newtonovy zákony**.

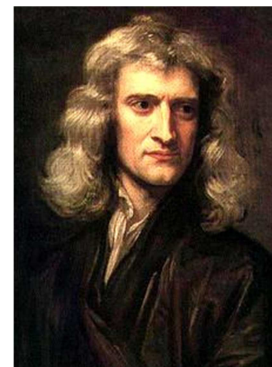
Při řešení úloh je vhodné: určit si všechny síly, které na zkoumané těleso působí.

Pamatujte: V inerciální vztažné soustavě charakterizuje síla působení jednoho tělesa (nebo fyzikálního pole) na druhé těleso. **Neexistuje síla bez něčeho, co by ji vyvolávalo.** Řekne-li se „na těleso působí síla“, je to zkrácení výstižnější věty „na těleso působí jiné těleso (nebo fyzikální pole) silou“.

Druhý pohybový zákon jako vztah mezi výslednou silou a zrychlením: Působí-li na hmotný bod o hmotnosti m tělesa a fyzikální pole silami o výslednici \vec{F}_v , má hmotný bod takové zrychlení \vec{a} , že platí vztah

$$\vec{F}_v = m\vec{a}.$$

Další poznatky naleznete např. v [1].



Obr. 1. Isaac Newton (1643-1727)

Příklad 1

(Jedná se PŘÍKLAD 3. 1 z [1], s. 34.)

Na hmotný bod o hmotnosti $m = 2,0$ kg působí dvě navzájem kolmé síly \vec{F}_1 a \vec{F}_2 o velikosti $F_1 = 30$ N, $F_2 = 40$ N podle obr. 2. Určete: a) výslednici působících sil \vec{F}_v , b) zrychlení \vec{a} hmotného bodu, c) rychlost \vec{v} hmotného bodu. 2. Rozhodněte, zda platí vztah $ma = F_1 + F_2$.

Řešení:

1. a) Určit vektor \vec{F}_v znamená určit jeho směr a velikost. Směr vektoru $\vec{F}_v = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ je zřejmý z obr. 2. Přitom $\tan \alpha = \frac{F_1}{F_2} = \frac{3}{4}$, $\alpha = 36,9^\circ$. Pro velikost výsledné síly platí

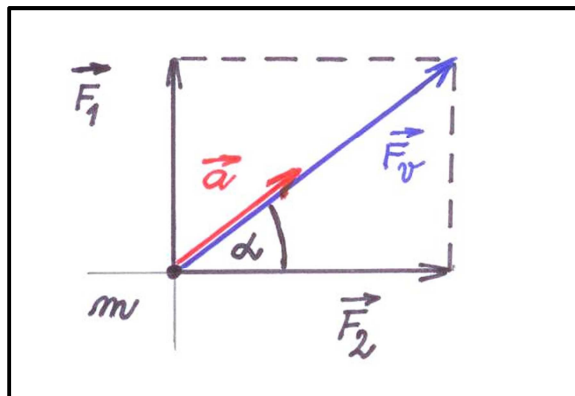
$$F_v = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} \text{ N} = 50 \text{ N}.$$

b) směr \vec{a} : ze vztahu $\vec{F}_v = m\vec{a}$ plyne $\vec{a} \uparrow \vec{F}_v$, velikost \vec{a} : ze vztahu $F_v = ma$ plyne

$$a = \frac{F_v}{m} = \frac{50}{2,0} \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}.$$

c) Ze zadání příkladu nelze \vec{v} určit.

2. Vztah $ma = F_1 + F_2$ neplatí.



Obr. 2

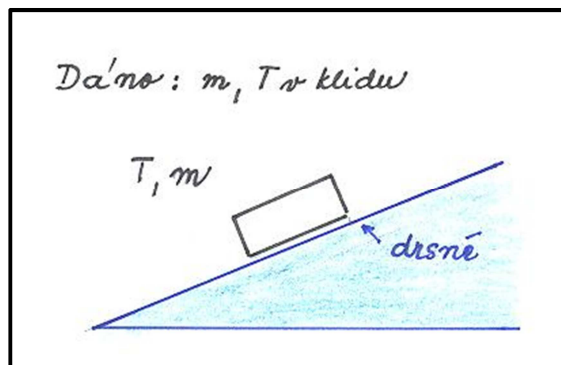
Úkoly k následujícím dvěma příkladům.

1. Určete výslednici sil, jimiž působí okolí na těleso T.
2. Vyjmenujte všechny síly, kterými působí okolí na T, uveďte jejich působiště a vysvětlete, co (tj. který objekt) je vyvozuje.
3. Vyšetřete, které síly lze ze zadání určit a které nikoli, příslušné síly určete a zakreslete.

Příklad 2

(Příklad vznikl úpravou PŘÍKLADU 3.4 z [1], s. 38.)

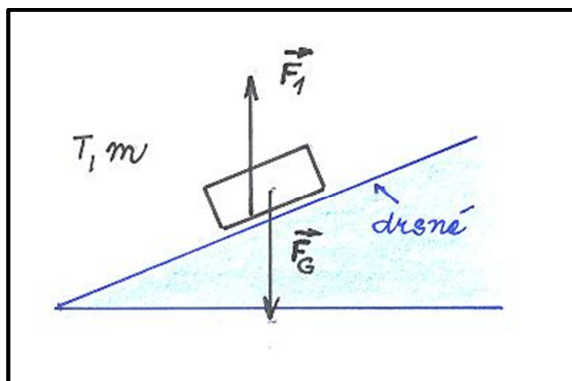
Těleso T o hmotnosti $m = 20$ kg leží trvale v klidu na drsné nakloněné rovině. Řešte úkoly 1, 2, 3.



Obr. 3

Řešení:

1. $\vec{F}_v = ?$ Platí $\vec{v} = \vec{0}$, tedy $\vec{a} = \vec{0}$ a podle vztahu $\vec{F}_v = m\vec{a}$ dostaneme: $\vec{F}_v = \vec{0}$.
2. Síly? a) tíhová síla \vec{F}_G působí v celém objemu, zakresluje se do těžiště, b) síla \vec{F}_1 , kterou na T působí nakloněná rovina na ploše styku, c) vztlková síla vzduchu je zanedbatelně malá, zanedbáme ji zde i v dalších úlohách.
3. Určení sil: a) $\vec{F}_G = m\vec{g}$, $F_G = mg = 20 \cdot 10 \text{ N} = 200 \text{ N}$, b) $\vec{F}_1 = ?$, $\vec{F}_G + \vec{F}_1 = \vec{0}$, $\vec{F}_1 = -\vec{F}_G$. Viz obr. 4.

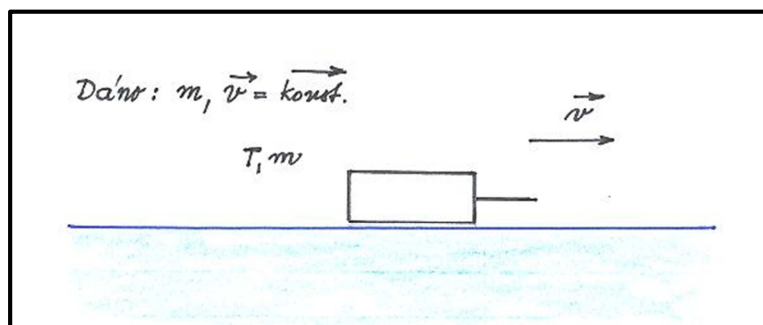


Obr. 4

Příklad 3

(Jedná se o PŘÍKLAD 3.7 z [1], s. 39.)

Na vodorovné drsné rovině je vlečena vodorovným lanem bedna o hmotnosti $m = 50$ kg stálou rychlostí. Odpor vzduchu je zanedbatelný, součinitel smykového tření je $f = 0,2$. Řešte úkoly 1, 2, 3.



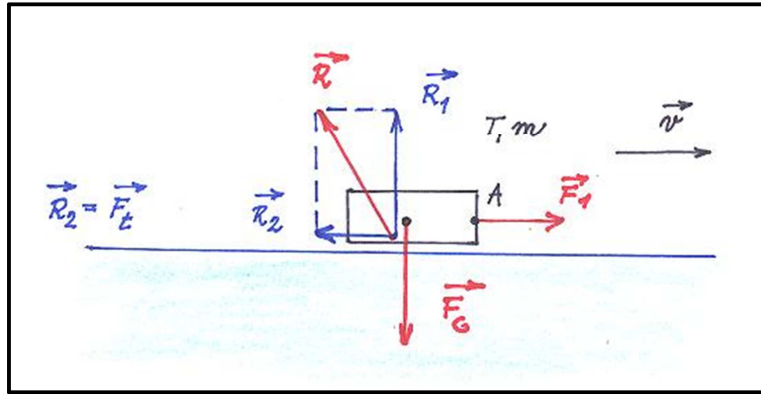
Obr. 5

Řešení:

- $\vec{F}_v = \vec{0}$.
- Síly = ? a) \vec{F}_G , b) síla \vec{F}_1 , kterou působí lano v bodě A, c) síla \vec{R} , kterou působí podložka v místě styku.
- Určení sil: a) $\vec{F}_G = m\vec{g}$, $F_G = 500$ N, b) $\vec{F}_1 = ?$ Nejprve je třeba určit \vec{R} , tedy c) $\vec{R} = \vec{R}_1 + \vec{R}_2$,

$$\vec{F}_v = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_G + \vec{R}_1 = \vec{0} \text{ a } \vec{F}_1 + \vec{R}_2 = \vec{0}. \text{ Tedy } \vec{R}_1 = -\vec{F}_G, R_2 = f \cdot R_1 = 0,2 \cdot 500 \text{ N} = 100 \text{ N},$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{R}_2. \vec{R}_2 \text{ je síla tření.}$$



Obr. 6

Úloha 1

(Jedná se o PŘÍKLAD 3.2 z [1], s. 36.)

Sáňkař vjel na vodorovný úsek trati rychlostí \vec{v} o velikosti $v_1 = 4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a zastavil se za dobu $t = 2 \text{ s}$. Hmotnost sáňkaře i se saněmi byla $m = 70 \text{ kg}$. Určete:

1. velikost a směr jeho zrychlení,
2. třecí sílu, kterou na skluznici působil sníh,
3. součinitele smykového tření.

Předpokládejte, že zrychlení bylo konstantní.

[Výsledky: 1. $\vec{a} \updownarrow \vec{v}_1$, $a = \frac{|v_2 - v_1|}{t} = \dots = 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, 2. $\vec{F}_t = m\vec{a}$ (zdůvodněte), $F_t = 140 \text{ N}$,

3. $f = \frac{F_t}{F_n} = \frac{F_t}{mg} = 0,2$.]

Literatura:

- [1] ŠANTAVÝ, I., TROJÁNEK, A.: *Fyzika. Příprava k přijímacím zkouškám na vysoké školy*. Prometheus, Praha 2000. ISBN 80-7196-138-8.
- [2] HALLIDAY, D., RESNICK, J., WALKER, J.: *Fyzika. (Vysokoškolská učebnice obecné fyziky.)* VUT v Brně - nakladatelství VUTIUM a Prometheus, Brno 2001. Dotisk 2003. ISBN 80-214-1868-0.

Zdroje obrázků:

Obr. 1: Portrét Isaaca Newtona od Godfreye Knellera (1689),

http://cs.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton.

Obr. 2 – 6 zhotovil Aleš Trojánek a jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení.