



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. 11. Mechanika tuhého tělesa 1

<b>Autor:</b>	Aleš Trojánek
<b>Jazyk:</b>	čeština
<b>Datum vyhotovení:</b>	červen 2013
<b>Cílová skupina:</b>	žáci gymnázia: 1. ročník čtyřletého studia a 5. ročník osmiletého studia, maturitní ročník, věk 16-19 let
<b>Druh učebního materiálu:</b>	podpora a doplnění výuky fyziky, materiál je určen i pro samostatnou práci žáků
<b>Očekávaný výstup:</b>	žáci si osvojí řešení typických fyzikálních úloh z mechaniky.
<b>Anotace:</b>	Učební materiál obsahuje vzorový příklad a úlohy z části – mechanika tuhého tělesa. Může sloužit při výkladu, procvičování i pro samostatnou práci žáků. Velmi vhodný je pro přípravu k maturitní zkoušce z fyziky.

## 1. 11. Mechanika tuhého tělesa

### Příklad 1

(Jedná se o úlohu 6.2U z [1], s. 84.)

Na drsné podlaze P stojí homogenní trám opřený o dokonale hladkou stěnu S (obr. 1), kde  $m = 120 \text{ kg}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ . Určete síly, kterými působí trám na podlahu a stěnu.

### Řešení:

Budeme postupovat takto: Nejprve si určíme (a modrou barvou do obr. zakreslíme) všechny síly, které působí na trám. Jsou to:

- tíhová síla  $\vec{F}_G$ , kterou působí tíhové pole Země. Její působíště zakreslíme do těžiště trámu.
- síla od stěny, označíme ji  $-\vec{F}_{st}$  (míří doprava)
- síla od podlahy  $-\vec{F}_p = -\vec{F}_{pv} - \vec{F}_{ps}$ , do obr. 1 jsme pro přehlednost zakreslili jen složky této síly

Jestliže je trám v rovnovážné poloze, musí platit:

1. Součet všech sil působících na něj je roven nule:

$$-\vec{F}_{st} + \vec{F}_G + (-\vec{F}_{pv}) + (-\vec{F}_{ps}) = \vec{0}. \quad (1)$$

2. Součet všech momentů sil, které na trám působí, vzhledem k libovolné přímce kolmé na rovinu, v níž leží působící síly, je roven nule. Zvolíme přímku kolmou na rovinu nákresny, která prochází bodem P. Postupně dojdeme k rovnici:

$$mg \frac{l}{2} \sin \alpha = F_{st} l \cos \alpha \quad (2)$$

(Do obr. 1 jsme jako pomůcku pro výpočet momentů sil zakreslili i „kolmé“ složky sil  $\vec{F}_G$  a  $-\vec{F}_{st}$ . Rovnici (2) podrobně zdůvodněte.)

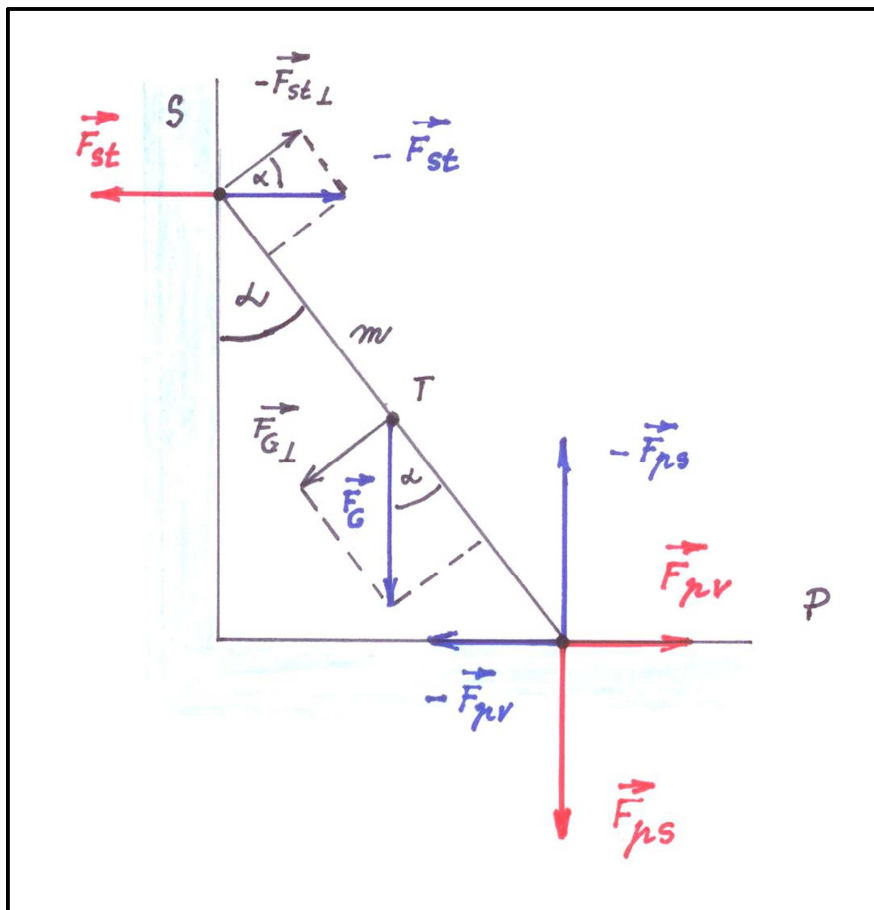
Z rovnic (1) a (2) vypočteme:  $F_{ps} = F_G = \dots = 1\,200 \text{ N}$

$$F_{st} = F_{pv} = \frac{mg}{2\sqrt{3}} = \dots = 346 \text{ N}$$

Nyní odpovíme na otázku ze zadání příkladu. Síly, kterými působí trám na podlahu a na stěnu, jsou v obr. 1 zakresleny červeně a platí pro ně:

na podlahu:  $\vec{F}_p = \vec{F}_{pv} + \vec{F}_{ps}$ , viz obr. 1,  $F_{pv} = 346 \text{ N}$ ,  $\vec{F}_{ps} = \vec{F}_G$ ,  $F_{ps} = 1\,200 \text{ N}$ ,

na stěnu:  $\vec{F}_{st}$ ,  $F_{st} = 346 \text{ N}$ .

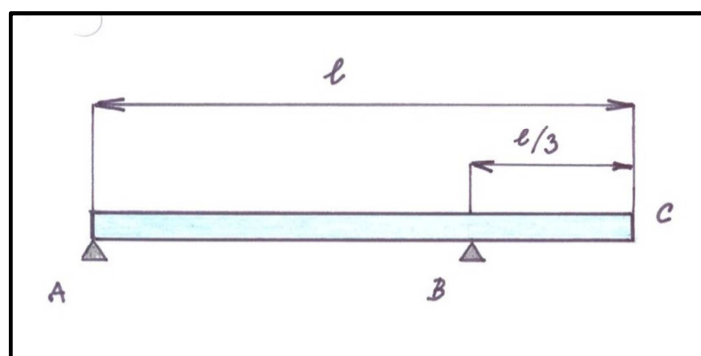


Obr. 1

### Úloha 1

(Jedná se úlohu 6.1U z [1], s. 84.)

Pro homogenní nosník naznačený na obr. 2, jehož hmotnost je  $m_1 = 200$  kg, řešte úkoly:  
 1. Vyjmenujte všechny síly, které působí na nosník, a lze-li to, zakreslete je. 2. Rozhodněte, zda tíhová síla působí na nosník v jeho těžišti, nebo i v jiných bodech. Proč se zakresluje tíhová síla tak, že její působíště je v těžišti? 3. Určete síly  $\vec{F}_A, \vec{F}_B$ , kterými působí nosník na podpory  $A, B$ . 4. Určete síly  $\vec{F}_A, \vec{F}_B$ , kterými působí nosník na podpory v případě, že v bodě  $C$  leží těleso o hmotnosti  $m_2 = 40$  kg.



Obr. 2

[Výsledky a poznámky: 1. Tíhová síla působí na všechny části nosníku. Síly od podpor  $A, B$ . 2. Tíhová síla působí na všechny body nosníku. Do těžiště se zakresluje proto, že otáčivý moment výsledné tíhové síly umístěné v těžišti je stejný jako otáčivý moment všech tíhových sil působících na elementy tělesa, a to vzhledem k libovolné přímce. 3. Jestliže je nosník v rovnováze, musí být splněny dvě podmínky rovnováhy, viz příklad 1 výše. Postupně tak dostaneme:  $\vec{F}_A, \vec{F}_B$  míří svisle dolů,  $F_A = 500 \text{ N}, F_B = 1\,500 \text{ N}$ , 4.  $\vec{F}'_A, \vec{F}'_B$  míří svisle dolů,  $F'_A = 300 \text{ N}, F'_B = 2\,100 \text{ N}$ .]

## Úloha 2

(Jedná se o úlohu 6.3U z [1], s. 84.)

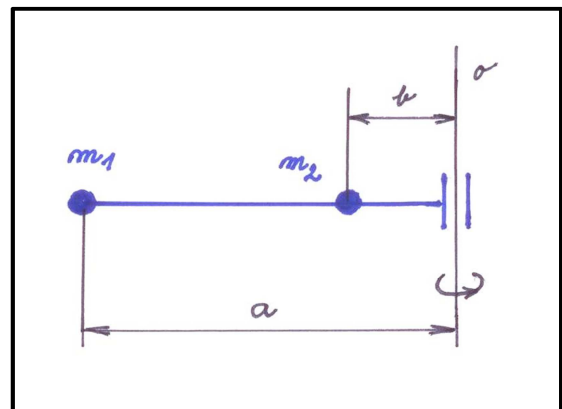
Homogenní tyč o délce 0,8 m a o hmotnosti 0,6 kg kývala kolem vodorovné osy jdoucí koncem tyče kolmo na její osu s maximální úhlovou výchylkou  $10^\circ$ . Určete maximální kinetickou energii tyče. Síly odporu a tření zanedbejte.

[Výsledek:  $E_{k\max} = 0,036 \text{ J}$ .]

## Úloha 3

(Jedná se o úlohu 6.4U z [1], s. 85.)

Na tuhé tyči se zanedbatelnou hmotností jsou připevněna dvě malá tělesa o hmotnostech  $m_1 = 0,5 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 1,2 \text{ kg}$  podle obr. 3. Přitom je  $a = 1 \text{ m}$ ,  $b = 0,4 \text{ m}$ . Tyč se otáčí kolem osy  $o$  úhlovou rychlostí  $\omega = 20 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ . Určete: 1. polohu těžiště uvedené soustavy, 2. moment setrvačnosti soustavy vzhledem k ose otáčení, 3. kinetickou energii soustavy. Považujte tělesa za hmotné body.



Obr. 3

[Výsledky: 1. Vzdálenost od osy:  $x = 0,576 \text{ m}$ , 2.  $J = 0,692 \text{ m}^2\cdot\text{kg}$ , 3.  $E_k = 138,4 \text{ J}$ .]

### Literatura:

[1] ŠANTAVÝ, I., TROJÁNEK, A.: *Fyzika. Příprava k přijímacím zkouškám na vysoké školy*. Prometheus, Praha 2000. ISBN 80-7196-138-8.

### Zdroje obrázků:

Obr. 1- 3 zhotovil Aleš Trojánek a jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení.