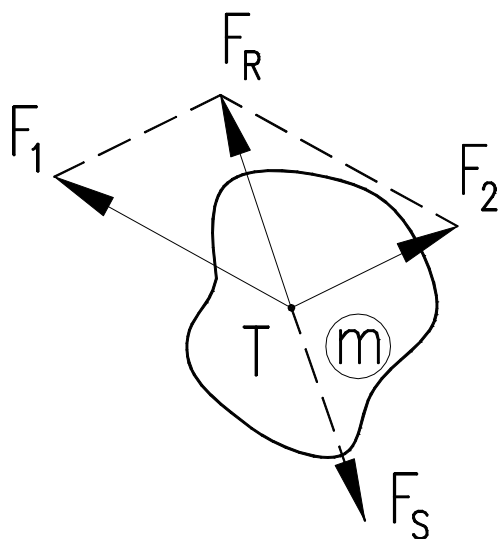


Název a adresa školy:	Střední škola průmyslová a umělecká, Opava, příspěvková organizace, Praskova 399/8, Opava, 746 01
Název operačního programu:	OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost, oblast podpory 1.5
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/1.5.00/34.0129
Název projektu	SŠPU Opava – učebna IT
Typ šablony klíčové aktivity:	III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT (20 vzdělávacích materiálů)
Název sady vzdělávacích materiálů:	MEC IIIa
Popis sady vzdělávacích materiálů:	Mechanika III – dynamika a hydrostatika, 3. ročník.
Sada číslo:	G–20
Pořadové číslo vzdělávacího materiálu:	07
Označení vzdělávacího materiálu: (pro záznam v třídní knize)	VY_32_INOVACE_G–20–07
Název vzdělávacího materiálu:	Dynamika těles
Zhotoveno ve školním roce:	2011/2012
Jméno zhotovitele:	Ing. Karel Procházka

Dynamika těles

Dynamika posuvného pohybu

Dynamické úkoly převádíme v mechanice připojením setrvačných sil na statické úkoly a řešíme je z podmínek statické rovnováhy. Používáme přitom d'Alembertovu větu: „Při jakémkoli pohybu tělesa je rovnováha mezi silami vnějšími a opačně zrychlujícími či setrvačnými.“



Na těleso o hmotnosti m působí v těžišti vnější síly F_1 a F_2 . Výslednice těchto sil F_R uděluje tělesu zrychlení a .

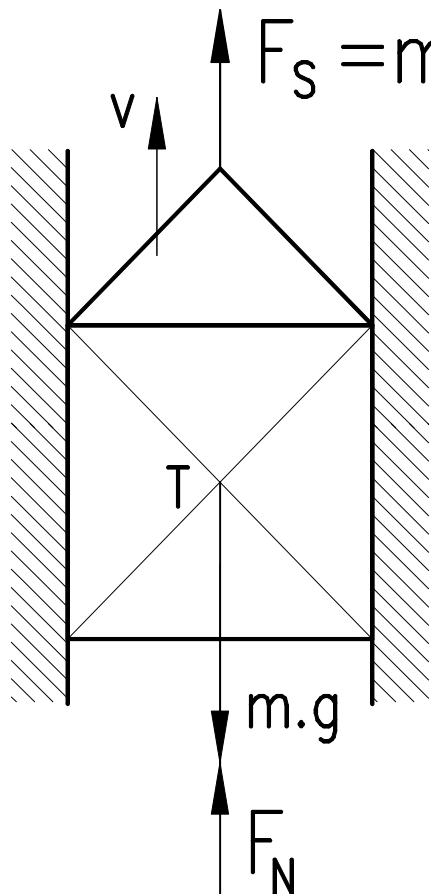
$$a = \frac{F_R}{m}$$

Při zrychleném pohybu částice hmoty m musíme překonávat odpor – setrvačnou sílu. Ta je stejně velká jako F_R , ale opačného smyslu. Dle d'Alemberta platí:

$$F_R - F_S = 0$$

$$F_R - m \cdot a = 0$$

Př.: Výtah jedoucí svisle vzhůru se zastaví s konstantním zpožděním z rychlosti $v_0 = 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ na dráze $s = 2 \text{ m}$. Jakou reakci F_N (síla na dno) způsobí osoba o hmotnosti $m = 70 \text{ kg}$ podlaze klece?



$$s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t, v = 0, \rightarrow t = \frac{2 \cdot s}{v_0}$$

$$a = \frac{v}{t} = \frac{v_0^2}{2 \cdot s} = \frac{2,5^2}{2 \cdot 2} = 1,56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Setrvačná síla při pohybu rovnoměrně zrychleném působí vždy proti směru pohybu (brzdím a tím působím proti pohybu).

Při pohybu zpožděném působí ve směru pohybu.

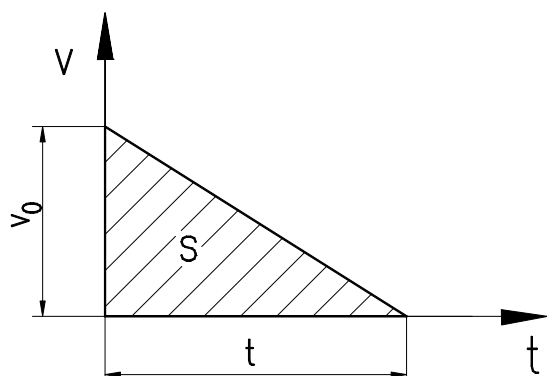
Podmínka rovnováhy:

$$\sum F_i = 0$$

$$F_N - m \cdot g + m \cdot a = 0$$

$$F_N = m \cdot g - m \cdot a$$

$$F_N = m \cdot (g - a) = 70 \cdot (10 - 1,56) = 591 \text{ N}$$



Př.: Z vodorovně upevněné vzduchovky byla vystřelena střela o hmotnosti $m = 25 \text{ g} = 0,025 \text{ kg}$. Náboj byl vystřelen pomocí pružiny, která byla před vystřelením stlačena o vzdálenost $s = 120 \text{ mm} = 12 \text{ cm}$. Nenapnutá pružina má délku $l = 260 \text{ mm}$ a její tuhost (pružinová konstanta) je $c = 8,4 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-1}$. Určete rychlost v vystřeleného náboje.

$$W = E_K$$

Pro pružinu platí:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} F \cdot s &= \frac{1}{2} m \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot F \cdot s}{2 \cdot m}} = \sqrt{\frac{F \cdot s}{m}} = \sqrt{\frac{s \cdot c \cdot s}{m}} = \\ &= \sqrt{\frac{12 \text{ cm} \cdot 8,4 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 0,12 \text{ m}}{0,025 \text{ kg}}} = \sqrt{\frac{12 \text{ cm} \cdot 8,4 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 0,12 \text{ m}}{0,025 \frac{\text{N} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}}} = 22 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Vázaný pohyb tělesa

Volný pohyb: těleso o hmotnosti m se nestýká za pohybu s jiným tělesem.

Vázaný pohyb: je omezený vazebními podmínkami (např. vlak na kolejích).

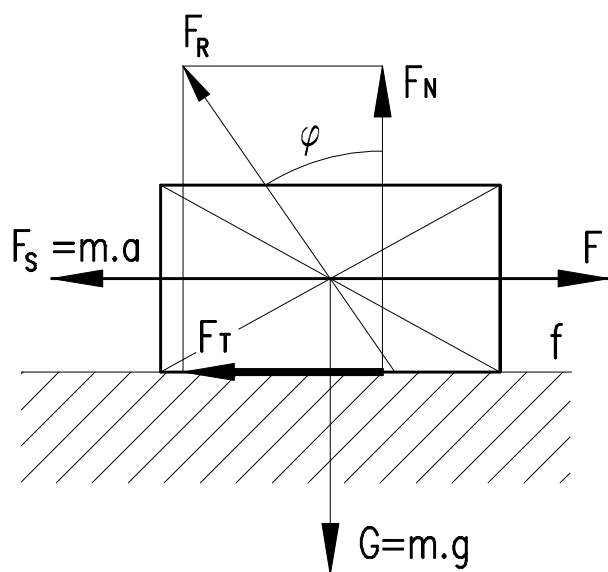
Je-li těleso vázáno na vedení, působí toto vedení na těleso vazebnou silou či reakcí vedení.

Při výpočtu vázaného pohybu uvolníme těleso tak, že odstraníme omezující podmínky a připojíme k akčním silám reakce, jakými na něj působila podpora nebo závěs. Složky reakcí kolmé na vedení F_N značíme F_N a tečné F_T .

Pohyb tělesa po vodorovné rovině

- Hnací síla rovnoběžná s rovinou

Pokud na těleso začne od určitého okamžiku působit síla F rovnoběžná s rovinou, způsobí tato síla změnu pohybu. Těleso uvolníme tak, že zaneseme do příkladu reakci podpory F_R , kterou můžeme rozdělit do normální a tečné složky. Přidáním setrvačné síly můžeme řešit případ podmínek statické rovnováhy.



$$\sum F_{ix} = 0$$

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$F_T = F_N \cdot f = m \cdot g \cdot f$$

$$s = \frac{v + v_0}{2} \cdot t \Rightarrow v$$

$$\sum F_{ix} = F - m \cdot a - F_T = 0 \Rightarrow a = \frac{F - F_T}{m}$$

$$\sum F_{iy} = F_N - m \cdot g = 0$$

Z těchto podmínek můžu vypočítat F , v , a , s .

Př.: Určete velikost hnací síly F , kterou musíme působit na těleso o hmotnosti $m = 20 \text{ kg}$, jestliže těleso má na dráze $s = 2 \text{ m}$ dosáhnout rychlosti $v = 2,5 \text{ m/s}$ z klidu; $f = 0,1$. Hnací síla působí rovnoběžně s vodorovnou rovinou.

$$s = \frac{1}{2} v \cdot t \rightarrow t = \frac{2s}{v} = \frac{2 \cdot 2}{2,5} = 1,6 \text{ s}$$

$$a = \frac{v}{t} = \frac{2,5}{1,6} = 1,56 \text{ m/s}^2$$

$$\sum F_{iy} = F_N - m \cdot g = 0 \rightarrow F_N = m \cdot g$$

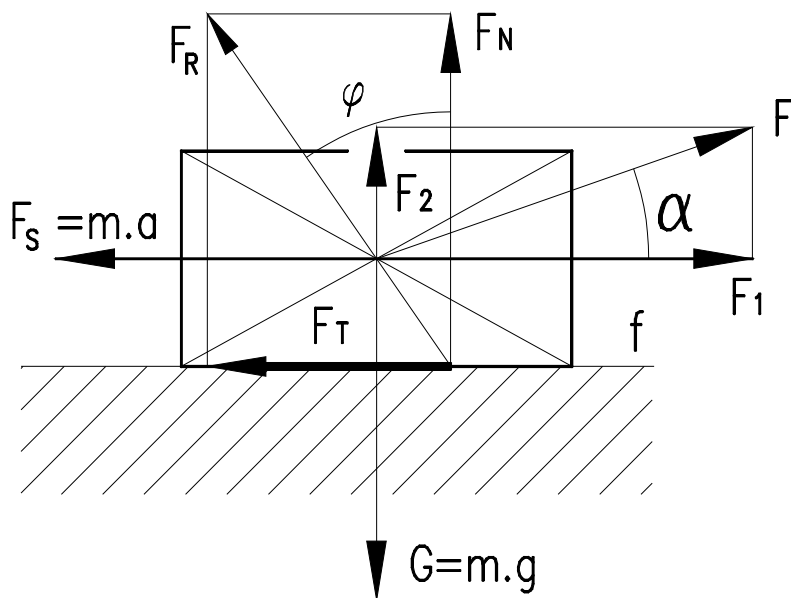
$$F_T = F_N \cdot f = m \cdot g \cdot f$$

$$\sum F_{ix} = F - m \cdot a - F_T = 0 \rightarrow F = m \cdot a + F_T = m \cdot a + m \cdot g \cdot f =$$

$$= m \cdot (a + g \cdot f) = 20 \cdot (1,56 + 9,81 \cdot 0,1) = 51 \text{ N}$$

- **Hnací síla v obecném směru**

Tuto sílu rozložíme do dvou složek, z nichž jedna je kolmá na vedení a druhá rovnoběžná s vedením. Další řešení je stejné.



$$\sum F_{ix} = F_1 - m \cdot a - F_T = 0$$

$$\sum F_{iy} = F_N + F_2 - G = 0$$

Seznam použité literatury:

- MRŇÁK L. – DRDLA A.: *MECHANIKA – Pružnost a pevnost pro střední průmyslové školy strojnické*. Praha: SNTL, 1977.
- JULINA M., KOVÁŘ J., VENCLÍK V., *MECHANIKA II – Kinematika pro střední průmyslové školy strojnické*, Praha: SNTL, 1977.
- JULINA M., KOVÁŘ J., VENCLÍK V., *MECHANIKA III – Dynamika pro střední průmyslové školy strojnické*, Praha: SNTL, 1977.
- JULINA M., KOVÁŘ J., VENCLÍK V., *MECHANIKA IV – Mechanika tekutin a termomechanika pro střední průmyslové školy strojnické*, Praha: SNTL, 1977.
- TUREK, I., SKALA, O., HALUŠKA J.: *MECHANIKA – Sbírka úloh*. Praha: SNTL, 1982.
- LEINVEBER, J. – VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. 5. doplněné vydání. Praha: Albra, 2011. ISBN 80-7361-033-7.