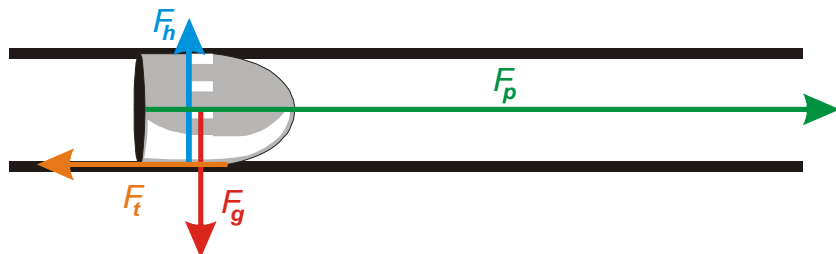


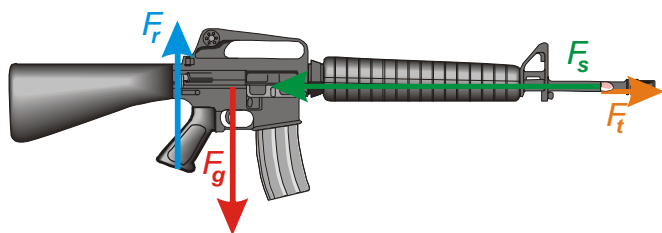
1.2.15 Zákon zachování hybnosti I

Př. 1: Na obrázku je nakreslena střela uvnitř hlavně pušky. Nakresli síly, které na ní působí.



Zkoumáme pohyb střely ve vodorovném směru, „vystřelovací“ síla pušky je zdaleka největší \Rightarrow ostatní síly zanedbáme. $\Rightarrow \Delta p_s = F_p \cdot \Delta t$.

Př. 2: Rozeber, jaké síly působí během výstřelu na pušku. Jak se mění její hybnost. Zabývej se pouze silami působícími ve vodorovném směru a proved' zanedbání obdobná zanedbáním při rozboru působení sil na náboj. Předpokládej, že střelec nemá během výstřelu pušku opřenou o rameno (což je samozřejmě chyba), pouze ji zesponu podepírá rukou.



Síly F_s a F_p tvoří partnerskou dvojici ze 3. Newtonova zákona \Rightarrow platí: $F_s = -F_p$. Co to znamená pro změny hybnosti?

$$\Delta p_s = F_p \cdot \Delta t = -F_s \cdot \Delta t = -\Delta p_p$$

$\Delta p_s = -\Delta p_p \Rightarrow$ puška se začne pohybovat směrem doleva = **zpětný ráz**.

Př. 3: Které veličiny ovlivňují velikost zpětného rázu pušky?

$\Delta p_p = F_s \cdot \Delta t$ - součin působící síly a času, po který puška kulku urychlovala – to nejsou zrovna parametry, které by výrobci zbraní udávali.

Jiná možnost: $\Delta p_p = m \cdot \Delta v$ - součin hmotnosti střely a změny rychlosti = konečné (úst'ové) rychlosti (střela zrychluje z klidu) – základní údaje u každé zbraně.

Př. 4: Střela o hmotnosti 10 g je vystřelena z pušky o hmotnosti 4 kg rychlostí 800 m/s. Vypočti zpětnou rychlost pušky.

$$m_s v_s = -m_p v_p$$

$$v_p = -\frac{m_s v_s}{m_p}$$

$$\text{Dosadíme: } v_p = -\frac{m_s v_s}{m_p} = -\frac{0,01 \cdot 800}{4} \text{ m/s} = -2 \text{ m/s}.$$

Puška získá kvůli zpětnému rázu rychlost 2 m/s.

Př. 5: Jak se změní během výstřelu celková hybnost soustavy puška+střela?

Nemusíme nic počítat, víme, že platí $\Delta p_s = -\Delta p_p \Rightarrow \Delta p = \Delta p_s + \Delta p_p = \Delta p_s - \Delta p_s = 0$.

Pro klasické znění si potřebujeme vyjasnit pojem izolovaná soustava: **Izolovanou soustavu tvoří tělesa, na která působí pouze vzájemné síly a nepůsobí na ně vnější síly.**

Zákon zachování hybnosti: Celková hybnost izolované soustavy těles se zachovává.

Zákon zachování hybnosti můžeme aplikovat i na soustavy, které nejsou zcela izolované pokud:

- Předměty na sebe vzájemně působí pouze velmi krátkou dobu a vzájemně působící síly jsou velmi velké v porovnání s vnějšími silami (existence vnějších sil se tak projeví až za delší dobu, kdy se díky delšímu časovému úseku zvětší impuls síly $F \cdot \Delta t$).
- Vnější síly působí v jiném směru než, který studujeme.

Př. 6: Za jakých podmínek můžeme považovat následující děje za děje v izolované soustavě těles:

- a) srážka kulečnickových koulí,
- b) vzájemné odstrčení dvou lidí,
- c) pohyb astronauta a jeho kosmické lodi na oběžné dráze Země.

Př. 7: Akční hrdina (hmotnost 80 kg) skočí při honičce v bývalém podzemním dole na zlato rychlostí 6 m/s (ve vodorovném směru) na stojící nezabrzdný kolový vozík o hmotnosti 150 kg. Urči, jakou rychlostí se vozík rozjede.

$$m_1 = 80 \text{ kg}, v_1 = 6 \text{ m/s}, m_2 = 150 \text{ kg}, v_2 = 0 \text{ m/s}, w = ?$$

$$\text{Hybnost se nemění: } m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) w \quad v_2 = 0$$

$$w = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{80 \cdot 6}{80 + 150} \text{ m/s} = 2,1 \text{ m/s}$$

Vozík se (i s hrdinou) rozjede rychlostí 2,1 m/s.

Př. 8: Vypočti, jakou sílu má Arnold Schwarzeneger v pravé ruce, když v ní udržel kulomet, který vypálil za 1 s dvacet nábojů o hmotnosti 30 g rychlostí 800 m/s.

$$n = 20 \text{ ran} \quad m = 0,03 \text{ kg} \quad v = 800 \text{ m/s} \quad t = 1 \text{ s} \quad F = ?$$

Změna hybnosti pušky za 1 s = hybnost všech nábojů vystřelených za 1 s.

$$\Delta p = n \cdot p_k = n \cdot m_k \cdot v_k$$

$$\text{Newtonův zákon: } \Delta p = F \cdot \Delta t$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$\text{Dosadíme: } \Delta p = n \cdot m_k \cdot v_k$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{n \cdot m_k \cdot v_k}{\Delta t}$$

$$F = \frac{n \cdot m_k \cdot v_k}{\Delta t} = \frac{20 \cdot 0,03 \cdot 800}{1} = 450 \text{ N}$$

Arnold Schwarzeneger musí držet kulomet silou 450 N.