

Ha a kezdetben nyugvó  $m_1$  és  $m_2$  tömegű testeket  $E$  energia felhasználásával szétlökjük, az energia- és a lendület-megmaradás törvénye szerint a kialakuló sebességek

$$v_1 = \sqrt{\frac{2Em_2}{m_1(m_1 + m_2)}} \quad \text{és} \quad v_2 = \sqrt{\frac{2Em_1}{m_2(m_1 + m_2)}}.$$

Ennek megfelelően az űrhajós

$$v = \sqrt{\frac{8Em}{M(2m + M)}}$$

sebességre tesz szert, ha egyszerre süti el a két puskát, míg

$$u = \sqrt{\frac{2Em}{(M + m)(2m + M)}} + \sqrt{\frac{2Em}{M(m + M)}}$$

lesz a sebessége, ha egymás után. (Itt  $E$  az egy puska elsütésekor felszabaduló energia, az  $m$  egy lövedék tömege,  $M$  pedig a két puska és az űrhajós együttes tömege.)

$$\frac{u}{v} = \frac{1}{2} \left( \sqrt{\frac{M}{M + m}} + \sqrt{\frac{(M + 2m)}{(m + M)}} \right) = \frac{1}{2} (\sqrt{1 - \varepsilon} + \sqrt{1 + \varepsilon}),$$

ahol  $\varepsilon = m/(m + M)$ . Ez az arány mindig kisebb 1-nél, hiszen a négyzete

$$\left(\frac{u}{v}\right)^2 = \frac{1}{4} (\sqrt{1 - \varepsilon} + \sqrt{1 + \varepsilon})^2 = \frac{1 + \sqrt{1 - \varepsilon^2}}{2} < 1,$$

(adatainkkal pl.  $u/v=0,9997$ ). Az űrhajós tehát akkor tesz szert nagyobb sebességre, ha egyszerre lövi ki a két lövedéket.  
*Több dolgozat alapján*

*Megjegyzés.* Energetikailag ugyan kedvezőtlen, ha egymás után lövi ki az űrhajós a lövedékeket, de „irányítástechnikailag” ennek a megoldásnak is van előnye: ha az első lövés után nem pontosan a kívánt irányba mozdul el, a második lövéssel még javíthat a helyzetén, és visszakerülhet az űrhajóra.

*Kiss Norbert* (Budapest, Szent István Gimn., 11. o.t.)