

A foton energiája és impulzusa:

$$E = h\nu, \quad p = \frac{h\nu}{c},$$

ahol  $h$  a Planck-állandó,  $c$  a fénysebesség,  $\nu$  a fény frekvenciája. Az energiamegmaradással azért nincs baj, mert a visszaverődéskor lecsökken a foton frekvenciája. Az impulzus- és energiamérleg:

$$mu + \frac{h\nu_1}{c} = m(u + \Delta u) - \frac{h\nu_2}{c}, \quad \frac{1}{2}mu^2 + h\nu_1 = \frac{1}{2}m(u + \Delta u)^2 + h\nu_2,$$

ahol  $\nu_1$  és  $\nu_2$  a lemeztől való visszaverődés előtti, illetve utáni frekvencia,  $u$  és  $u + \Delta u$  pedig a lemez visszaverés előtti, illetve utáni sebessége. E két egyenletből  $u$  és  $\nu_1$  ismeretében  $\Delta u$  és  $\nu_2$  kiszámítható.  $h\nu_1 \ll mc^2$  esetén az alábbi közelítő eredményt kapjuk:

$$\Delta u \approx \frac{2h\nu_1}{mc}, \quad \nu_2 \approx \frac{c-u}{c+u}\nu_1.$$

*Megjegyzés.* A  $\nu_2$ -re kapott eredmény a Doppler-jelenségre utal. Ez valójában kétszer játszódik le. A mozgó lemez atomjai a fotonok elnyelésekor kissé megváltozott frekvenciájú fotonokat észlelnek, és kissé megváltozott frekvenciájúknak észleljük a mozgó lemez által újra kibocsátott fotonokat.

*Schumayer Dániel* (Budapest, Veres Péter Gimn., IV. o.t.) dolgozata alapján