Ötödik előadás (Fizika)

A teljesítmény

A P teljesítmény a munkavégzés sebessége. Tudjuk, hogy egy emelettel feljebb menni a lépcsőn viszonylag könnyű tevékenység, viszont felugrani a lépcső aljáról a tetejére általában lehetetlen. Pedig éppen ugyan azt a munkát kell elvégeznünk az ugrás során is, csak sokkal gyorsabban! Ekkora teljesítményre az emberi test nem képes. Definíció szerint az átlagos és a pillanatnyi teljesítmény a következő:

$$\langle P \rangle = \frac{\Delta W}{\Delta t},$$
$$\dot{P} = \frac{dW}{dt}.$$

A teljesítmény mértékegysége a J/s=1W (watt). Amíg az egyszerű gépek képesek az erőnket megsokszorozni, addig a teljesítménygépek a munkavégzés sebességét növelik. Ilyen az íj és a számszeríj, amellyel megsokszorozható az emberi teljesítmény. A gőzturbina pedig igen nagy folytonos teljesítmény leadására képes.

Az impulzusmegmaradás törvénye

Olyan mechanikai rendszerben, amelyben nem hatnak külső erők, a testek m tömegének és $\boldsymbol{v}$ sebességeinek szorzatösszege időben állandó.:

$$m_1 \boldsymbol{v}_1 + m_2 \boldsymbol{v}_2 + \ldots m_n \boldsymbol{v}_n = \text{áll}$$

Ezt nevezzük az impulzusmegmaradás tételének. Ezzel magyarázható pl. az evezés, a rakétamozgás vagy a lőfegyverek visszalökődése.

A pontrendszerek és ütközések

Az anyagi pontok tetszőleges halmazát pontrendszereknek nevezzük. Ilyen pontrendszert képez pl. egy röppályáján darabokra robbanó lövedék, a Naprendszer, vagy rugókkal összekapcsolt testekből álló rendszer. A merev testek is a pontrendszer általánosításának tekinthetők. A merev testeket felépítő anyagi pontok egymáshoz viszonyított helyzete a mozgás során nem változik. A tömegközéppont (TKP) az a képzeletbeli pont amelybe a pontrendszer össztömegét, helyettesíthetjük. Bizonyítható, hogy egy pontrendszer úgy mozog mintha az összes tömeget a TKP-ba helyettesítenénk és a TKP-ra csak a külső erők eredője hatna. A belső erők pedig erő-ellenerő párokként kioltják egymás hatását. Münchausen báró elmondása szerint saját varkocsánál (hajfonatánál) fogva emelte ki magát a mocsárból, ami lehetetlen.

Merev testek közötti, rövid idejű, intenzív kölcsönhatást ütközésnek nevezzük. Példák: padlósarok (járás), billiárdgolyók ütközése, baseball ütő-labda, tenisz ütő-labda, ökölvívás, dokkolás (űrkutatás), nehézion ütköztetések, lövedékek becsapódása (vadászat, hadtudomány). Az ütközések elmélete meglehetősen bonyolult, ezért a továbbiakban csak a legegyszerűbb esetekkel (centrális, egyenes ütközésekkel) foglalkozunk. Ez azt jelenti, hogy a testek sebességvektorai egy egyenesbe esnek és átmennek a testek TKP-jain. Az alapprobléma a kezdeti tömegek és sebességek ismeretében az ütközés után kialakuló sebességek meghatározása. Az ütköközések egyik határesete a tökéletesen rugalmatlan ütközés. Ekkor a rendszer mechanikai energiájának egy része hővé, hanggá és maradandó deformációvá alakul. A tapasztalat szerint az ütköző testek közös sebességgel haladnak tovább. Pl. légpárnás asztalon két Hg-csepp ütközése nagyon jó közelítéssel rugalmatlan ütközésnek tekinthető. A tökéletesen rugalmatlan ütközésre vonatkozó megmaradási tételből a közös sebesség könnyen számolható:

$$m_1\,\boldsymbol{v}_1 + m_2\,\boldsymbol{v}_2 = (m_1 + m_2)\;\boldsymbol{u},$$
$$\boldsymbol{u} = \frac{m_1\,\boldsymbol{v}_1 + m_2\,\boldsymbol{v}_2}{m_1 + m_2}.$$

A hővé, hanggá és maradandó deformációvá alakult energiát nevezzük mechanikai energiaveszteségnek. A mechanikai energiaveszteség a kezdeti és végállapotbeli energiák különbsége:

$$W_{\text{vesz}} = \frac{1}{2}m\,{\boldsymbol{v}_1}^2 + \frac{1}{2}m\,{\boldsymbol{v}_2}^2 - \frac{1}{2}\,(m_1 + m_2)\,\boldsymbol{u}^2,$$
$$W_{\text{vesz}} = \frac{1}{2}\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}\,(\boldsymbol{v}_1 - \boldsymbol{v}_2)^2\,.$$

A tökéletesen rugalmas ütközés során nincs energiaveszteség vagy mértéke nagyon kicsi. Ekkor érvényes mind az impulzus, mind a mechanikai energia megmaradás törvénye is:

$$m_1\,\boldsymbol{v}_1 + m_2\,\boldsymbol{v}_2 = m_1\,\boldsymbol{u}_1 + m_2\,\boldsymbol{u}_2, \tag{1}$$
$$\frac{1}{2}m_1\,{\boldsymbol{v}_1}^2 + \frac{1}{2}m_2\,{\boldsymbol{v}_2}^2 = \frac{1}{2}m_1\,{\boldsymbol{u}_1}^2 + \frac{1}{2}m_2\,{\boldsymbol{u}_2}^2. \tag{2}$$

Az ütközés után kialakuló közös sebességek a következők:

$$\boldsymbol{u}_1 = \frac{(m_1 - m_2)\,\boldsymbol{v_1} + 2m_2\boldsymbol{v}_2}{m_1 + m_2},$$
$$\boldsymbol{u}_2 = \frac{(m_2 - m_1)\,\boldsymbol{v}_2 + 2m_1\boldsymbol{v}_1}{m_1 + m_2}.$$