

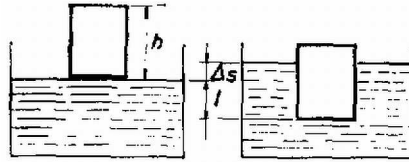
Archimedes ismerte fel és róla nevezték el azt a fizikai törvényt, amely az úszó testek merülésével és vízkiszorításával foglalkozik. Egyensúlyról van szó, az úszó test és a vele kölcsönös kapcsolatban levő folyadék egyensúlyáról. Kezünkben van a jelenségkör általánosan tárgyaló newtoni mechanika, amelyből kétféleképpen is megfogalmazható az egyensúly feltétele. Az egyik szerint :

$$\sum_i F_i = 0,$$

vagyis a testre ható erők vektori összege zérus. Megfogalmazható azonban az egyensúly egy ún. variációs elvvel is, amely esetünkben, vagyis konzervatív erőter esetén igen egyszerű:

$$\delta W_{\text{pot}} = 0,$$

tehát a rendszer energiájának szélső értéke van. Stabilis esetben ez minimum lesz. Szándékosan írtam rendszert, mert itt a jelenségben részt vevő összes elem energiájának összegét kell minimummá tenni. Lássuk tehát az ábra alapján az elv érvényesítését.



A potenciális energiát arra az esetre vesszük nullának, amikor a test éppen érinti a folyadék felszínét. Ha a testet l mélységre lenyomjuk, a vízszint Δs -sel emelkedik. A potenciális energia

$$W_{\text{pot}} = -\rho_t q h g + \left(\frac{l}{2} + \frac{\Delta s}{2} \right) \Delta s \rho_f (Q - q) g.$$

ahol Q az edény, q a test keresztmetszete, h a test magassága, ρ_t a test, ρ_f a folyadék sűrűsége.

Mivel az edényben állandó a víz mennyisége:

$$\Delta s (Q - q) = l q.$$

Ezzel az energia szélsőértéke l függvényében:

$$\frac{dW}{dl} = 0, \quad \rho_t q h = l q \rho_f \left(1 + \frac{q}{Q - q} \right) = q \rho_f (l + \Delta s)$$

helyen lehet. Ekkor valóban van a függvénynek minimuma, hiszen

$$\frac{d^2 W}{dl^2} > 0.$$

Előbbi egyenletünk viszont ugyanazt mondja, mint az ismert Archimedes törvény. Látjuk azonban mindjárt a korlátait is, hisz $Q = q$ esetben nincs értelme az összefüggésnek. Ezenkívül, ha az egyensúly beállta előtt feneket ér a tárgy, akkor az egész okoskodásunk hibás, hiszen most már az edény alja mint támasz részt vesz a rendszer működésében.

A legfontosabb, hogy lássuk, nem önmagában került egyensúlyi állapotba a test, hanem a folyadékot energiaváltoztatásra kényszerítve. Az energiátétel alkalmazásánál nem szabad megfeledkeznünk a vízfelszín emelkedéséről, azonban az sokszor előfordul, hogy a nagyon nagy (esetleg végtelen nagy) vízfelszín miatt Δs nagyon kicsi (nulla), de szorzatuk határértéke ekkor is véges!

Albert Péter