

◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

A folyadékok tulajdonságai. A folyadékok modellje



A leveleken megülő vízcseppek, a higany apró cseppei gömb alakúak. Ha két kis higanycseppet egyesítünk, az új csepp szintén gömb alakot vesz fel. A pákával megolvasztott forrasztóon is gömb alakú cseppeket alkot. Ha a leeső (szabadesés közben súlytalan) óncseppeket egy pohár vízben fogjuk fel, megszilárdulva megőrzik eredeti gömb alakjukat. A Föld körül keringő űrhajó belsejében a nagyobb mennyiségű folyadék is gömbként lebeg. Eszerint *súlytalan állapotban a folyadékok gömb alakúak, de ez az alak már viszonylag kis erők hatására is könnyen megváltozik.*

A *gravitációs mező hatására* a nyugvó folyadék az edény alján gyűlik össze és felveszi az edény alakját. Például a dobozos tej téglatest alakú, de a pohárba öntve felveszi a pohár formáját. A vödör víz alakja is megváltozik, ha a fürdőkádba öntjük. Azt is megfigyelhetjük, hogy a nyugvó folyadék edénnyel nem érintkező felszíne mindig vízszintes. *Gravitációs mezőben a nyugvó folyadékoknak nincs saját alakjuk, a folyadék mindig az edény alján helyezkedik el, felveszi az edény alakját és a felszíne vízszintes.*



Ha egy orvosi fecskendőbe vizet szívunk fel, majd a fecskendő nyílását befogva megkíséreljük a folyadékot összenyomni, akkor azt tapasztaljuk, hogy az még nagy erővel sem lehetséges. A kísérletet más folyadékkal (a fényképen például tejjel) elvégezve szintén hasonló eredményre juthatunk: a folyadékok



térfogata gyakorlatilag még nagy erők hatására sem változik meg. *A folyadékok összenyomhatatlanok, azaz a folyadékok térfogata állandó.*

A teába cseppentett citromlé rövid idő alatt magától is elkeveredik az egész csésze teában. A vízbe cseppentett tinta is megfesti az egész vizet, még akkor is, ha nem keverjük el a vízben. Ezt a jelenséget *diffúzió*nak nevezzük. A diffúzió csak úgy jöhet létre, ha a folyadék részecskéi (atomok, molekulák vagy ionok) elmozdulhatnak egymáson. (Videó a diffúzióról: https://www.youtube.com/watch?v=Vwkw_Z6luIg)

A folyadék részecskéinek mozgása közvetlenül nem látható. Ha azonban mikroszkópon át megfigyeljük a vízzel hígított tejben található apró zsírcseppeket vagy a vízben elkevert virágporszemcséket, akkor azt láthatjuk, hogy azok rendezetlen, zezugos mozgást végeznek. Ezt a mozgást *Brown-mozgás*nak nevezzük. (Videó a Brown-mozgásról: <https://www.youtube.com/watch?v=UUSL0NqcY6k>) A Brown-mozgást az okozza, hogy a folyadék részecskéi mozgásuk következtében minden irányból lökdösik a folyadékban lévő testeket. Nagy szemcséknél a különböző irányból rendszertelenül érkező lökések kiegyenlítik egymást, ezért a test nem mozog. Mikroszkopikus méretű testeknél (zsírcseppek vagy virágporszemcsék) azonban a különböző irányokból érkező lökések nem egyenlítik ki egymást, és ez okozza zezugos mozgásukat.

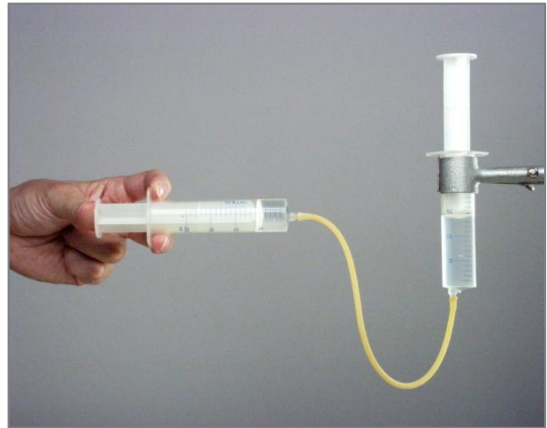
A folyadékoknál (és a gázoknál) a nyomást hasonlóan értelmezzük, mint a szilárd testek összenyomásánál. *Nyomásnak* nevezzük *a nyomóerő és a nyomott felület hányadosaként meghatározott fizikai mennyiséget*. A nyomás jele p , képlettel:

$$p = \frac{F}{A}.$$

A nyomás SI-mértékegysége (a szilárd testeknél látottakkal megegyezően):

$$[p] = \frac{[F]}{[A]} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{pascal} = \text{Pa}.$$

Ha két, vízzel telt orvosi fecskendőt szelepgumival összekötünk, és az egyik fecskendő dugattyúját benyomjuk, akkor a másik dugattyú kifelé mozdul el. A benyomott dugattyú által a folyadékra kifejtett erő a folyadékban mindenütt ugyanakkora nyomást hozott létre. A második fecskendő dugattyúja ennek a nyomásnak a hatására mozdult el. A



kísérletet más folyadékkal (vagy gázzal) megismételve hasonló eredményre jutunk: *A nyugvó, súlytalannak tekinthető folyadékban (és gázokban) a nyomás minden helyen és minden irányban ugyanakkora.* Ezt az összefüggést *Pascal törvényének* nevezzük.

A folyadékok nagyon sok részecskéből álló rendszerként modellezhetők. Abból, hogy a folyadék nem nyomható össze számottevő mértékben, arra lehet következtetni, hogy a folyadék részecskéi (atomok, molekulák vagy ionok) érintkeznek egymással, így nem tekinthetők pontszerűeknek. A folyadékmodellben a részecskéket ezért apró, merev golyóknak tekintjük.

Ugyanakkor *a részecskék közt számottevő üres hely van*, ha ugyanis a részecskék teljesen betöltenék a teret, akkor a diffúzió nem lenne lehetséges. A folyadékok diffúziójából és a Brown-mozgásból arra is következtethetünk, hogy *a folyadék részecskéi mozognak.*

A részecskék közti üres hely létezése a következő kísérlettel közvetlenül is igazolható: Egy kettős lombik (Vida-féle varázslombik) alsó részébe öntsünk vizet, a felsőbe alkoholt, és jelöljük meg a folyadékszintet a felső részhez csatlakozó csövön. Ezután a csövet befogva keverjük össze a két folyadékot. A folyadékszintet ellenőrizve látható, hogy a keverék össztérfogata kisebb, mint az összekeverés előtt volt. Ez csak úgy lehetséges, hogy az egyik folyadék részecskéi behatolnak a másik részecskéi közti hézagokba. (A képen látható kísérletben a vízbe kék, az alkoholba piros színezéket kevertünk, hogy a kétféle folyadék jobban látható legyen. Az összekevert folyadék emiatt lilás árnyalatú lett.)



A folyadékok (ha más külső erők ezt nem akadályozzák) gömb alakot vesznek fel. Ez arra utal, hogy *a folyadékban a szomszédos részecskék vonzzák egymást*. Emiatt a folyadék felülete rugalmas hártyához hasonlóan viselkedik, és gömb alakúvá húzza össze a folyadékot. Mivel ez a kölcsönhatás viszonylag gyenge, a legkisebb külső erő is képes a



folyadék alakjának a megváltoztatására. Földi körülmények közt ezzel magyarázható a nyugvó folyadékok vízszintes felszíne. A folyadék összenyomhatatlansága viszont arra utal, hogy *ha a részecskék túl közel kerülnek egymáshoz, akkor nagy erővel taszítják egymást*.

A folyadék egy olyan pontrendszerként modellezhető, amely nagyon sok részecskéből áll. A részecskék apró merev golyóknak tekinthetők, amelyek a szomszédos részecskék közti kölcsönhatások miatt jól meghatározott távolságra vannak egymástól, de egymáson elgördülve mozognak.

Kiegészítések

1. A *diffúzió* latin eredetű szó, jelentése szétterjedés.

2. Robert *Brown* (1773–1858) skót botanikus 1827-ben a *British Museum* botanikai intézetének igazgatójaként fedezte fel a róla elnevezett mozgást. (Az itt látható fénykép 1855-ben készült róla.)

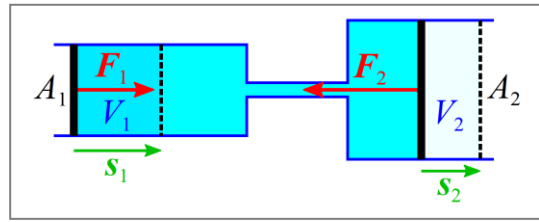
3. Blaise *Pascal* (1623–1662) francia fizikus és matematikus fedezte fel a nyugvó folyadékok nyomására vonatkozó, róla elnevezett törvényt.



4. A Pascal-törvény elméleti úton is igazolható. Két nyugvó, dugattyúval ellátott merev falú henger egy merev csővel van összekötve. A rendszerben nyugvó, súlytalannak tekinthető folyadék van. Az A_1 és A_2 keresztmetszetű dugattyúk F_1 és F_2 nagyságú erővel nyomják a folyadékot. Ha az első dugattyút egy nagyon kicsit elmozdítjuk a

folyadék belseje felé, akkor a második dugattyú kifelé mozdul el. A folyadék összenyomhatatlansága miatt:

$$V_1 = V_2. \quad (1)$$



A munkatétel szerint a dugattyúk közé zárt folyadék mozgási energiájának megváltozása megegyezik a folyadékra ható erők munkájának összegével:

$$\Delta E_{\text{mozg}} = \Sigma W.$$

Mivel a folyadék kezdetben és a végállapotban is nyugalomban volt, a mozgási energia nem változott meg, így

$$\Delta E_{\text{mozg}} = 0.$$

A folyadékra ható erők közül csak a dugattyúk által kifejtett F_1 és F_2 erők végeznek munkát. Mivel a második dugattyúnál az elmozdulása ellentétes a folyadékra ható erővel, ezért

$$\Sigma W = F_1 \cdot s_1 - F_2 \cdot s_2.$$

Ezeket a munkatételbe helyettesítve:

$$0 = F_1 \cdot s_1 - F_2 \cdot s_2,$$

$$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2. \quad (2)$$

Ezt az (1) egyenlettel elosztva:

$$\frac{F_1 \cdot s_1}{V_1} = \frac{F_2 \cdot s_2}{V_2}.$$

A térfogat kifejezhető a dugattyú keresztmetszetének és az elmozdulásnak a szorzataként, így:

$$\frac{F_1 \cdot s_1}{A_1 \cdot s_1} = \frac{F_2 \cdot s_2}{A_2 \cdot s_2},$$

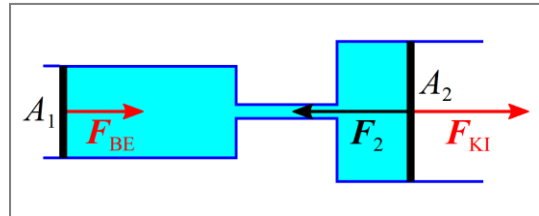
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}, \quad (3)$$

$$p_1 = p_2.$$

Ez azt jelenti, hogy mindkét dugattyúnál ugyanakkora a nyomás, ez pedig éppen a Pascal-törvénynek felel meg. A (3) összefüggésből következik, hogy *nyugvó*,

súlytalannak tekinthető folyadékban a nyomóerő és a nyomott felület egyenesen arányos egymással, mert a hányadosuk (a nyomás) ugyanakkora.

4. A Pascal-törvény alapján működnek a különféle *hidraulikus berendezések*, például a gépkocsik fékberendezése, a rakodógépek egy része a préggépek és néhány emelőszerkezet. A hidraulikus szó görög eredetű, jelentése folyadék (szó szerint: víz) nyomása alapján működő. A hidraulikus eszközök két dugattyúja eltérő keresztmetszetű. Mivel a nyomás mindkét dugattyúban ugyanakkora, ezért a (3) összefüggésnek megfelelően a nyomóerő és a nyomott felület egyenesen arányos egymással. Emiatt a nagyobb felületű dugattyú nagyobb erővel nyomja a folyadékot, azaz $F_2 > F_{BE}$. A hatás-ellenhatás törvényével összhangban ezt a dugattyút a folyadék ugyanekkora erővel nyomja kifelé, azaz $F_{KI} = F_2$. Ebből a két összefüggésből adódik:








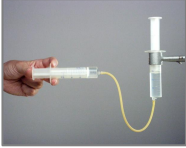


$$F_{KI} = F_2 > F_{BE} ,$$

$$F_{KI} > F_{BE} .$$

A hidraulikus berendezésekkel tehát *megnövelhető az erő nagysága*. A nagyobb keresztmetszetű dugattyúnál azonban kisebb az elmozdulás, így a (2) összefüggéssel összhangban *a munkavégzés mindkét dugattyúnál ugyanakkora*.



Képek jegyzéke

	Vízcseppek levélen © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1000.jpg
	Higanycseppek W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mercurio2.JPG
	A víz gömb alakú a súlytalanságban W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clayton_Anderson_zero_g_edit.jpg
	Tej dobozban és pohárban © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0066.jpg
	A folyadék (tej) összenyomhatatlan © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1001.jpg
	A Pascal-törvény szemléltetése fecskendővel © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0070.jpg
	Víz és alkohol keveredése (Vida-féle varázslombik) © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0076.jpg
	Vízcseppek pókhálón © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0668.jpg

	<p>Robert Brown portréja W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robert_Brown_(botanist).jpg</p>
	<p>A Pascal-törvény levezetéséhez © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0207.svg</p>
	<p>A hidraulikus présnél ható erők © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0208.svg</p>
	<p>Hidraulikus berendezés munkagépen © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0073.jpg</p>
	<p>Teherautó hidraulikus emelővel © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1004.jpg Videó: https://www.youtube.com/watch?v=XU-D_YaEpE</p>

Jelmagyarázat:

© **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.

W A *Wikimedia Commons*-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.