

◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------	---

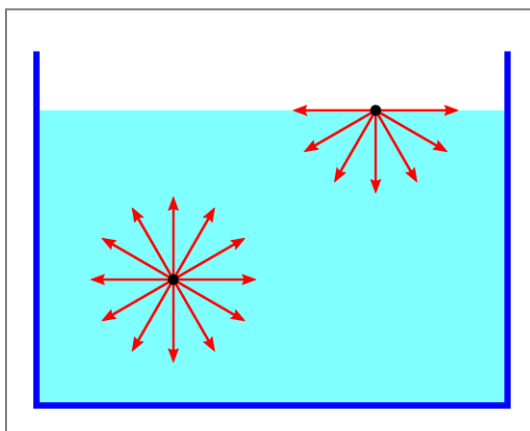
A felületi feszültség

Ha régi, alumíniumból készült 10 fillérest, vagy egy iratkapcsot óvatosan a víz felszínére helyezünk, akkor azok nem süllyednek el, pedig sűrűségük nagyobb, mint a víz sűrűsége. Ha közelről megfigyeljük a víz felszínét a ráhelyezett tárgyak körül, akkor azt láthatjuk, hogy a folyadékfelszín rugalmas hártyaként



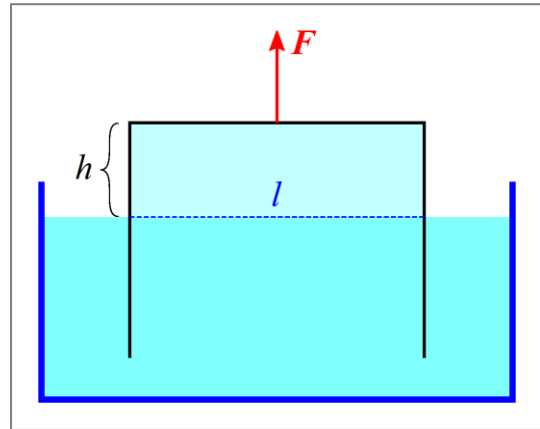
besüllyed a tárgyak alatt. *A folyadékok tulajdonságai. A folyadékok modellje* című fejezetben láttuk, hogy a folyadékok (ha más külső erők ezt nem akadályozzák) gömb alakot vesznek fel, mert *a folyadék felülete rugalmas hártyához hasonlóan viselkedik. Ezt a jelenséget felületi feszültségnek nevezzük.*

A felületi feszültséget a folyadék szomszédos részecskéi között fellépő vonzóerőkkel magyarázhatjuk. A folyadék belsejében lévő bármelyik részecskét a szomszédjai minden irányból vonzzák, ezért a részecskére ható erők eredője nulla. A felszínen elhelyezkedő részecskének azonban csak alulról és oldalról vannak szomszédjai. Az általuk kifejtett



vonzóerők eredője a folyadék belseje felé mutat. Ennek következtében, ha ezt más hatás nem gátolja, a felszínen található részecskék egy része a folyadék belsejébe kerül. Mindez a felszínen lévő részecskék számának csökkenését eredményezi. A folyadék részecskéinek a távolsága azonban gyakorlatilag állandó, mert a részecskék érintkeznek a szomszédjaikkal. A felszínen található részecskék száma tehát csak úgy csökkenhet, ha a folyadékfelszín összehúzódik. Végző soron tehát a folyadékrészecskék közti vonzóerők a folyadékfelszín összehúzódását okozzák, amelynek eredményeként a folyadékfelszín rugalmas hártyaként viselkedik.

Ha egy drótkeretet a rajzon látható módon vízbe merítünk, majd óvatosan kihúzzuk, akkor a kereten belül egy vízhártya alakul ki. A hártyát két felület határolja, és mindkettő l hosszúságban érintkezik az edényben található víz felszínével. Különböző szélességű kereteknél megmérhető, hogy mekkora erőt fejt ki a folyadékhártyát határoló két folyadékfelület az összesen $2 \cdot l$ hosszúságú határvonalra. A mérések eredményét az alábbi táblázat tartalmazza:



l (m)	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
$2 \cdot l$ (m)	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
F (m)	0,0028	0,0056	0,0084	0,0112	0,0140
$\frac{F}{2 \cdot l} \left(\frac{N}{m} \right)$	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

A mérések szerint a felületi feszültségből származó erő és a határvonal hosszának a hányadosa állandó, tehát a két mennyiség egyenesen arányos egymással. További mérések azt mutatják, hogy a felületi feszültségből származó erő nem függ a folyadékhártya h magasságától.

A mérést étolajjal elvégezve a következő eredményeket kaphatjuk:

l (m)	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
$2 \cdot l$ (m)	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
F (m)	0,0012	0,0024	0,0036	0,0048	0,0060
$\frac{F}{2 \cdot l} \left(\frac{N}{m} \right)$	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

A felületi feszültségből származó erő és a határvonal hossza az étolajnál is egyenesen arányos egymással, de a két mennyiség hányadosa itt kisebb, mint a víznél.

Mérések más folyadékknál is azt igazolják, hogy a felületi feszültségből származó erőnek és a határvonal hosszának a hányadosa a folyadékra jellemző állandó. Ezt a hányadost az

adott folyadék felületi feszültségi állandójának, vagy röviden szintén felületi feszültségnek nevezzük. A felületi feszültségi állandó jele γ , képlettel:

$$\gamma = \frac{F}{2 \cdot l}.$$

A felületi feszültségi állandó SI-mértékegysége:

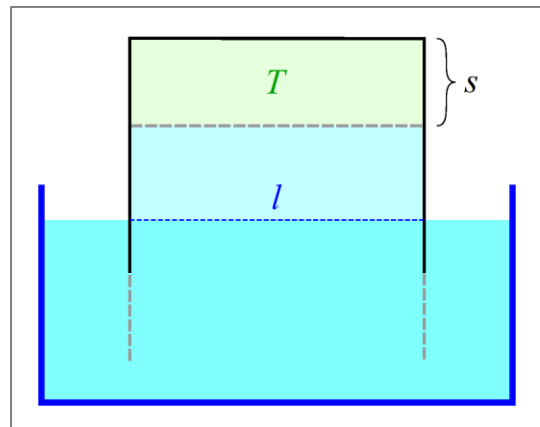
$$[\gamma] = \frac{[F]}{[2 \cdot l]} = \frac{\text{N}}{\text{m}}.$$

További vizsgálatok szerint a felületi feszültség állandója függ a hőmérséklettől is: *a folyadékok felületi feszültsége a hőmérséklet növekedésekor csökken.*

A felületi feszültségi állandó erőteljesen függ a különféle „szennyezőanyagoktól”. A mosószerek például jelentősen csökkentik, a cukor növeli a felületi feszültséget. A felületi feszültség kis mértékben függ a folyadék feletti gáztól is.

Ha a folyadék szabad felszínét növeljük, akkor munkát kell végeznünk. A drótkeretben található folyadékhártya felületét például úgy növelhetjük, hogy a keretet kijebb emeljük a folyadékból. Eközben a folyadékhártya mindkét felülete növekszik, így a felületnövekedés nagysága rajz szerinti jelöléseket használva:

$$\Delta A = 2 \cdot T = 2 \cdot l \cdot s.$$



A felületi feszültség állandójának definícióját átalakítva:

$$\gamma = \frac{F}{2 \cdot l} = \frac{F \cdot s}{2 \cdot l \cdot s} = \frac{W}{\Delta A}.$$

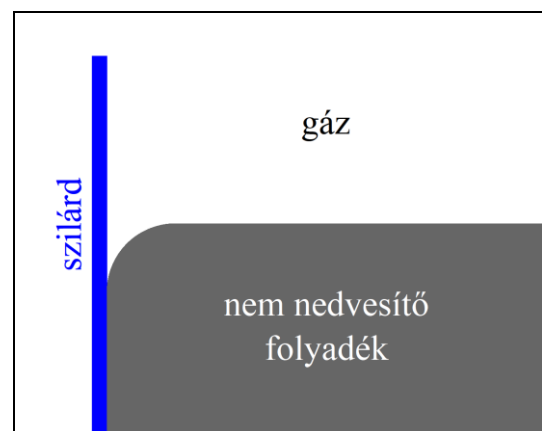
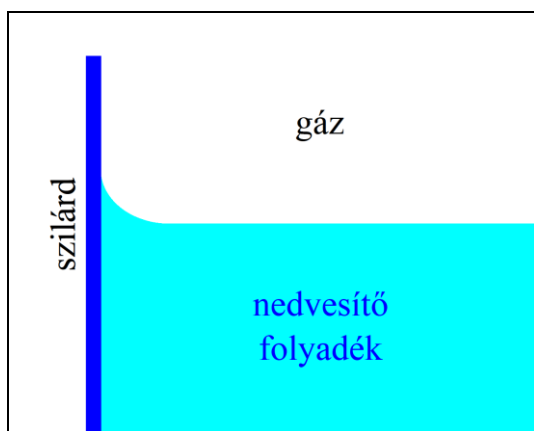
Ezek szerint *a folyadék szabad felszínének növelésekor végzett munka és a felületnövekedés hányadosa megegyezik a folyadék felületi feszültségi állandójával.*

$$\gamma = \frac{W}{\Delta A}.$$

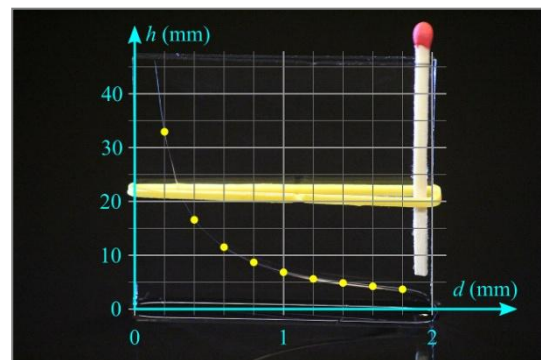
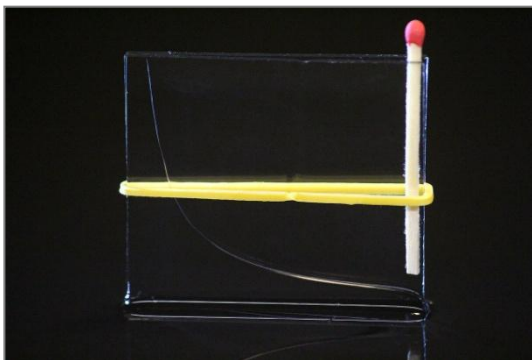
A felületi feszültség állandója definiálható a fenti összefüggéssel is. Természetesen a két definíció egyenértékű egymással.

Kiegészítések

1. A felületi feszültség fogalmát *Segner János András* (1704–1777) magyar matematikus, fizikus, csillagász és orvos vezette be.
2. A megolvasztott fémek (ha más erők ezt nem akadályozzák) szintén gömb alakot vesznek fel. Például a pákával megolvasztott forrasztóon a felületi feszültség miatt kis gömbbé húzódik össze. (Videó: <https://www.youtube.com/watch?v=lp1Rr3sMBNE>.) Ha azonban az olvadt fém tömege túl nagy, akkor lecseppen a páka végéről.
3. A felületi feszültség hőmérséklettől való függését *Eötvös Loránd* (1848–1919) vizsgálta. Az 1870–1890 közötti vizsgálatok eredménye az *Eötvös-féle törvény*, amely szerint a folyadékok felületi feszültsége a hőmérséklet növekedésekor csökken.
4. A felületi feszültség hőmérséklettől való függését használják ki akkor, amikor például egy zsírfoltot úgy távolítanak el egy ruhából, hogy az anyagot két konyhai papírtörülők közé teszik, és vasalóval felmelegítik. A megolvadt zsír felületi feszültsége a melegebb felső rétegekben kisebb, így a zsír az alsó papírlapba húzódik.
5. A felületi feszültség nem csak a folyadék–gáz határfelületen, hanem folyadék–szilárd (edény) és a gáz–szilárd határfelületeken is van. A *nedvesítő folyadékoknál* a gáz–szilárd felületen a felületi feszültség nagyobb, mint a folyadék–szilárd felület mentén. Emiatt a szilárd–gáz felület csökken, a folyadék–szilárd felület növekszik, így a folyadék felkúszik az edény falára. *Nem nedvesítő folyadékoknál* a folyadék–szilárd felület csökken, a szilárd–gáz felület nő, ezért a folyadékfelszín az edény fala mentén besüllyed. Az üveget a víz nedvesíti, a higany nem.

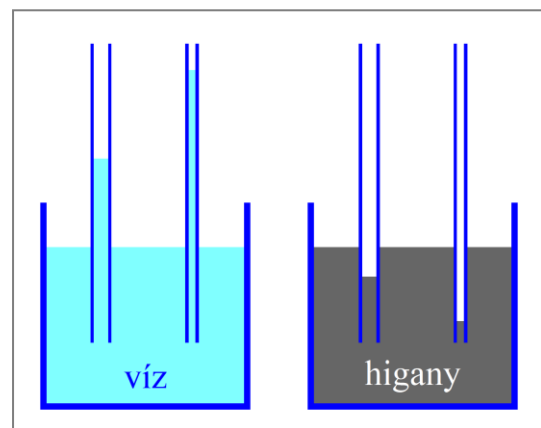


6. A *forrasztásnál* a megolvadt forrasztóon nedvesíti például az ezüstöt, rezet, sárgarezet, cinket, ónt, vasat. Ezeken a folyékony forrasztóon megtapad és kihűlés után szilárdan, és jó elektromos csatlakozást biztosítva összeköti az ezekből az anyagokból álló alkatrészeket. Az alumíniumot azonban a forrasztóon nem nedvesíti, ezért az alumínium nem forrasztható (a szokásos forrasztóónnal).
7. A nedvesítés következtében a nagyon vékony résekben, illetve csövekben a nedvesítő folyadék felszíne magasabban van, mint a külső folyadékszint. Például a képen látható két üveglemez között a víz annál magasabbra emelkedik, minél kisebb az üveglapok távolsága.



Mérésekkel és elméleti úton is igazolható, hogy a lapok közti távolság (d) és az emelkedés magassága (h) fordítottan arányos egymással. A fordított arányosság miatt az üveglemezek közti térrészben a víz felszíne egy hiperbola mentén helyezkedik el.

Nagyon vékony, úgynevezett *hajszálcsőben* (kapillárisban) a nedvesítő folyadék felszíne magasabban, a nem nedvesítő folyadék alacsonyabban van, mint a külső folyadékszint. Például üvegből készült hajszálcsőben a vízszint magasabban, a higanyszint alacsonyabban van, mint a külső folyadékszint. Mérésekkel és elméleti úton is igazolható, hogy a szintkülönbség (h) fordítottan arányos a cső átmérőjével (d).


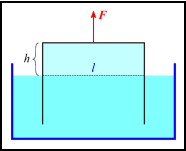
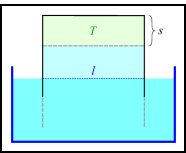
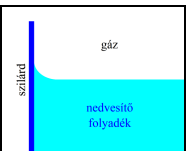
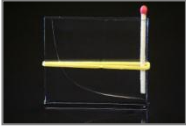
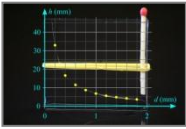


A különféle nedvszívó anyagok (törölköző, vatta, papír zsebkendő, papírpelenka stb.) nedvességfelszívó képességét hajszálcsöves szerkezet kialakításával növelni lehet. A téglák és a beton porózus (lyukacsos, hajszálcsöveket tartalmazó) szerkezetük miatt szintén képesek a vizet felszívni a talajból. Ennek megakadályozására az épületek

falait vízzáró (és víztaszító) anyagokkal elszigetelik az alaptól. A hajszálcsovességnek fontos szerepe van a talaj vízháztartásában és a növények tápanyagszállításában. (A lenti két kép kinagyított változatán jól láthatók a tölgyfában kialakuló hajszálcsovök.)



Képek jegyzéke

	<p>Tízfillérek és gémkapocs a víz felszínén © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1005.jpg</p>
	<p>Rajz a felületi feszültség magyarázatához © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0231.svg</p>
	<p>A felületi feszültség mérése © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0232.svg</p>
	<p>Rajz a folyadékhártya felületváltozásának kiszámításához © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0233.svg</p>
	<p>A nedvesítő folyadék felszíne az edény szélénél © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0234.svg</p>
	<p>A nem nedvesítő folyadék felszíne az edény szélénél © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0235.svg</p>
	<p>A víz kapilláris emelkedése két üveglap között W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kapilláris_emelkedés_1.jpg</p>
	<p>A vízfelszín alakja két üveglap között hiperbola W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kapilláris_emelkedés_4.jpg</p>

	<p>Hajszálcsővesség © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0236.svg</p>
	<p>Szállítóedények (hajszálcsövek) tölgyfa ágacskában ($d = 5 \text{ mm}$) © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1048.jpg</p>
	<p>Szállítóedények kivágott tölgyfa kérge alatt (képméret: 10 mm x 15 mm) © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1049.jpg</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.