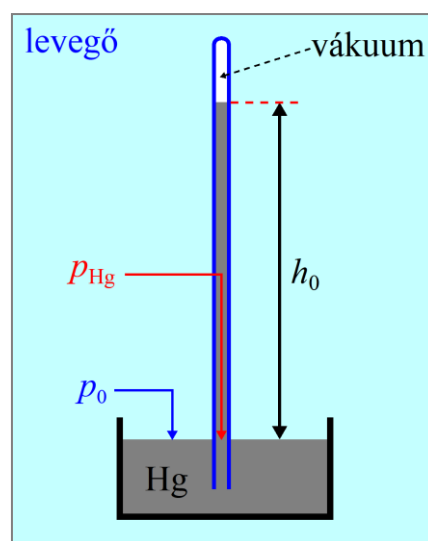


◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

## A légnyomás

Láttuk, hogy a Pascal-törvény a gázokban is érvényes, azaz a nyugvó, súlytalannak tekinthető gázokban a nyomás minden helyen és minden irányban ugyanakkora. A Földet körülvevő levegőburok azonban több kilométer vastagságú, ennek a súlya már nem hanyagolható el. *A levegő súlyából származó nyomást légnyomásnak nevezzük.*

A légnyomás a *Toricelli-féle kísérlettel* mutatható ki: Egy kb. 1 méter hosszú, egyik végén zárt üvegcsövet színültig töltünk higanyval, majd a cső végét befogva a rajz szerinti helyzetben egy higanyt tartalmazó edénybe állítjuk. Ha ezután a cső végét szabaddá tesszük, akkor a higanynak csak egy része folyik ki a csőből. A higany felszíne a csőben 760 milliméterrel magasabban lesz, mint a külső edényben. Vizsgáljuk meg *a külső higanyszint magasságában* a nyomást a csövön kívül és a csövön belül! Kívül a higanyfelszínre csak a  $p_0$  légnyomás hat. A csőben a higany felett gyakorlatilag légüres tér (vákuum) van, ezért itt a nyomás a higanyoszlop hidrosztatikai nyomásából származik:



$$p_{\text{Hg}} = \rho \cdot g \cdot h_0 .$$

A higany egyensúlyban van, tehát a két vizsgált helyen a nyomás egyenlő. (Ellenkező esetben a higany az alacsonyabb nyomású hely felé áramlana.)

$$p_0 = p_{\text{Hg}} .$$

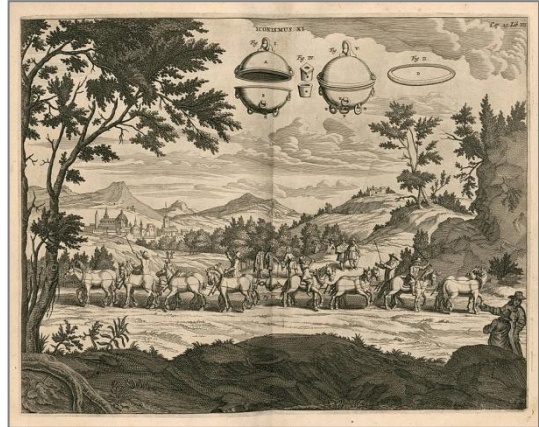
Mindezeket felhasználva:

$$p_0 = \rho \cdot g \cdot h_0 . \tag{1}$$

A jobb oldalon álló mennyiségek értékét az (1) összefüggésbe helyettesítve a légnyomás:

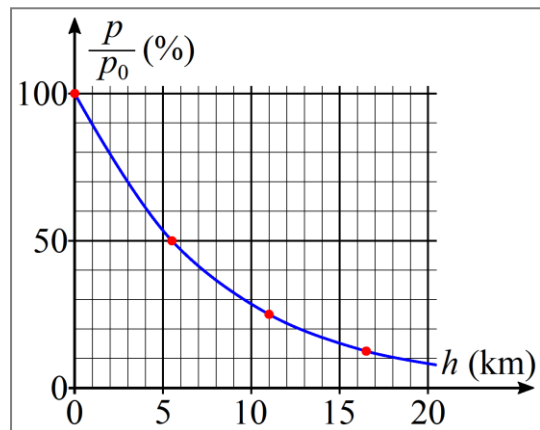
$$p_0 = 101\,325 \text{ Pa} .$$

A légnyomás hatását szemlélteti a *Guericke-féle kísérlet* is. A fémből készült, egymáshoz légmentesen záródó két félgömböt összeillesztve és a félgömbök közti térből a levegőt kiszivattyúzva, a félgömböket a légnyomás nagy erővel egymáshoz szorítja. Az először 1654-ben Magdeburgban elvégzett kísérletben a két félgömböt 16 ló sem tudta szétválasztani.

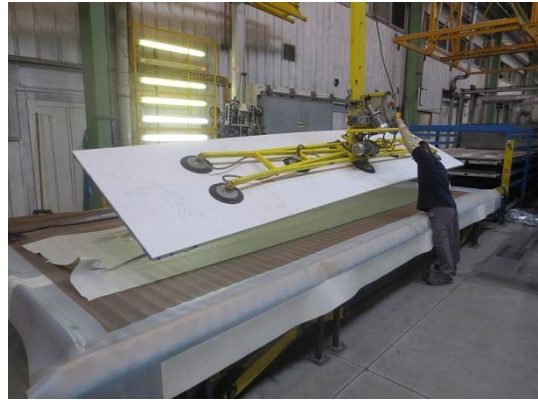


Könnyen belátható, hogy a *légnyomás nagysága függ a tengerszint feletti magasságtól*, ezért a magas hegyekben, illetve a repülőgépek által elérhető több kilométeres magasságokban a légnyomás jelentősen kisebb, mint a tengerszinten. Ennek egyik oka, hogy nagyobb magasságon a légnyomás egy vékonyabb, ezért kisebb nyomású levegőrétegtől származik. A másik ok, hogy a levegő összenyomható, ezért az alsóbb légrétegekben a levegő összenyomódik, így sűrűsége nagyobb, mint a felsőbb rétegek kisebb nyomású levegőjének sűrűsége.

A mérések és elméleti megfontolások alapján a légnyomás magasságtól való függése jó közelítéssel az ábrán látható grafikonnal adható meg. Erről leolvasható, hogy a légnyomás kb. 5,5 kilométerenként a felére csökken. Mindezek alapján a légnyomásból következtetni lehet a magasságra. Ezen az elven működik a repülőgépek egy részénél a magasságmérő, és ennek alapján mérik az ejtőernyősök is ugrás közben a magasságukat. A magasságmérő ezekben az esetekben valójában egy nyomásmérő, de a skálán a nyomásértékek helyett az adott nyomáshoz tartozó magasság van feltüntetve. A képen az ejtőernyős csuklóján látható a magasságmérő, amely 5000 láb (kb. 1500 m) magasságot jelez.



A légnyomást kihasználva működnek a tapadókorongok is. A gumiból vagy puha műanyagból készült korong alatti térrészből a levegőt eltávolítva a tapadókorongot a légnyomás a sima felülethez szorítja, így az nagyobb terhek megtartására is alkalmas.



## Kiegészítések

1. *Evangelista Torricelli* (1608–1647) olasz fizikus, matematikus a róla elnevezett kísérlettel 1643-ban mutatta ki a légnyomás létezését.
2. Torricelli nevét viseli a nyomás egyik mértékegysége, a *torr*. Ez megegyezik 1 mm magas higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával, így a Torricelli-kísérletből adódóan a *légnyomás 760 torr*. A torr másik elnevezése *higanymilliméter* (mmHg). A torr és a pascal kapcsolata:

$$1 \text{ torr} \approx 133,3 \text{ Pa.}$$



3. Az SI bevezetése előtt a vérnyomásmérők skáláján a nyomást higanymilliméterben jelölték. Mivel a pascalra történő átállítás nehézséget, félreértést és ebből adódóan kockázatot jelentett volna, ezért a vérnyomást ma is higanymilliméterben (torrban) mérik.



4. A légnyomás értékének kiszámításához a következő adatokat használtuk:

- a higany sűrűsége 0 °C-on:  $\rho = 13\,595,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ,
- a nehézségi gyorsulás:  $g = 9,806\,65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

Az (1) összefüggés alapján:

$$p_0 = \rho \cdot g \cdot h_0 = 13\,595,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,806\,65 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,760 \text{ m} = 101\,325 \text{ Pa.}$$

Az így kiszámított 101 325 Pa nyomásértéket a fizikában *normál nyomásnak* nevezik. Ez a gyakorlatban megegyezik a tengerszinten mérhető átlagos légnyomással.

5. A *Toricelli-kísérlet* vízzel vagy más folyadékkal is elvégezhető. Az (1) összefüggést a higannyal és a vízzel végzett kísérletre felírva:

$$\left. \begin{array}{l} p_0 = \rho \cdot g \cdot h_0 \\ p_0 = \rho_{\text{víz}} \cdot g \cdot h_{\text{víz}} \end{array} \right\} \Rightarrow \rho \cdot g \cdot h_0 = \rho_{\text{víz}} \cdot g \cdot h_{\text{víz}} \Rightarrow \rho \cdot h_0 = \rho_{\text{víz}} \cdot h_{\text{víz}} .$$

Ebből a légnyomást kiegyensúlyozó vízoszlop magassága:

$$h_{\text{víz}} = \frac{\rho}{\rho_{\text{víz}}} \cdot h_0 .$$

A higany sűrűsége kb. 13,6-szer nagyobb, mint a vízé, így a légnyomást csak egy 13,6-szer magasabb vízoszlop tudja kiegyensúlyozni, azaz:

$$h_{\text{víz}} = \frac{\rho}{\rho_{\text{víz}}} \cdot h_0 \approx 13,6 \cdot 0,760 \text{ m} \approx 10,3 \text{ m} .$$

A vízzel végzett Torricelli-féle kísérletben tehát a légnyomást egy kb. 10,3 m magas vízoszlop képes kiegyensúlyozni.

6. Egy adott helyen *a légnyomás függ az időjárástól* (páratartalom, hőmérséklet). Mindkét mennyiség befolyásolja ugyanis a levegő sűrűségét, és ezen keresztül a légnyomást. Mivel a vízgőz sűrűsége kisebb, mint a levegőé, ezért a nedves, párás időjárás többnyire a légnyomás csökkenésével jár együtt, illetve a légnyomás csökkenéséből nedves, esős időjárás érkezésére lehet következtetni.

A meteorológiában használt *barométer* (légnyomásmérő) olyan nyomásmérő, amely a normál légnyomás (760 torr) közelébe eső nyomás pontos mérésére alkalmas, így ennek alapján az időjárás előre jelezhető. A barométereken többnyire higanymilliméter, illetve gyakran *millibar* vagy *hektopascal* egységekben is jelzik a nyomásértékeket.



Általában az egyes nyomástartományok mellett szövegesen is feltüntetik a várható időjárást. A barométerek többségén egy segédmutató beállítható az aktuális légnyomás értékére, így később ehhez lehet viszonyítani a változást.

7. A *bar* a nyomás műszaki gyakorlatban használt egyik mértékegysége, a definíciója alapján értéke pontosan 100 000 Pa. A bar ezredrésze a *millibar* (mbar). Képlettel felírva:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} \quad \Rightarrow \quad 1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa.}$$

Ezek szerint a *millibar* éppen megegyezik a *hektopascallal*, azaz

$$1 \text{ mbar} = 1 \text{ hPa.}$$

A millibart és a hektopascalt elsősorban a *meteorológiában* használják a légnyomás mértékegységeként. A normál légnyomás ezekkel az egységekkel kifejezve:

$$p_0 = 101\,325 \text{ Pa} = 1013,25 \text{ hPa} = 1013,25 \text{ mbar.}$$

8. *Otto von Guericke* (1602–1686) német tudós, politikus, *Magdeburg* polgármestere 1754-ben végezte el a légnyomást szemléltető kísérletét. A kísérletben használt félgömbök átmérője 42 cm volt. A levegő teljes kiszivattyúzása után így a félgömböket összeszorító erő nagysága:

$$F = p_0 \cdot A.$$

A félgömböket a légnyomás egy körlap mentén nyomta össze, ennek területe  $A = r^2 \cdot \pi$ , ezért

$$F = p_0 \cdot r^2 \cdot \pi = 101\,325 \text{ Pa} \cdot (0,21 \text{ m})^2 \cdot \pi \approx 14\,000 \text{ N.}$$

Ez nagyjából megfelel egy 1400 kg tömegű személygépkocsi súlyának. Az eredeti félgömbök másolatával megismételt kísérlet (lovakkal, illetve egy gépkocsi megemelésével) itt látható: <https://www.youtube.com/watch?v=qL9viva4fI4>




9. Igazolható, hogy ha a levegő hőmérséklete minden magasságban ugyanakkora, akkor a *légnyomásnak a magasságtól való függése* a

$$p = p_0 \cdot e^{-\frac{\rho_0 \cdot g}{p_0} \cdot h}$$

képlettel írható le. Ezt az összefüggést *barometrikus magasságformulának* nevezik. Ebben  $p_0$  a tengerszinten mérhető légnyomás,  $e$  a természetes logaritmus alapszáma,  $\rho_0$  a levegő sűrűsége a tengerszinten,  $g$  a nehézségi gyorsulás,  $h$  a magasság,  $p$  a nyomás értéke  $h$  magasságban.

## Képek jegyzéke

	<p><b>A Toricelli-féle kísérlet vázlata</b></p> <p>© <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0238.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0238.svg</a></p>
	<p><b>A Guericke féle kísérletről készült metszet</b></p> <p>W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magdeburg.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magdeburg.jpg</a></p>
	<p><b>A légnyomás függése a magasságtól</b></p> <p>© <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0239.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0239.svg</a></p>
	<p><b>Magasságmérő egy ejtőernyős csuklóján</b></p> <p>W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hand-mounted_skydiving_altimeter_with_analogue_display_being_used_in_free_fall.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hand-mounted_skydiving_altimeter_with_analogue_display_being_used_in_free_fall.jpg</a></p>
	<p><b>Anyagmozgatás tapadókorongokkal</b></p> <p>W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MARBLE_GLUED_ON_GLASS.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MARBLE_GLUED_ON_GLASS.jpg</a></p>
	<p><b>Toricelli arcképe</b></p> <p>W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Evangelista_Torricelli_by_Lorenzo_Lippi_(circa_1647,_Galleria_Silvano_Lodi_%26_Due).jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Evangelista_Torricelli_by_Lorenzo_Lippi_(circa_1647,_Galleria_Silvano_Lodi_%26_Due).jpg</a></p>
	<p><b>Vérnyomásmérő a kijelzőjén torr mértékegységgel</b></p> <p>© <a href="http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1019.jpg">http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1019.jpg</a></p>
	<p><b>Barométer torr és millibár (hektopascal) skálával, alul hőmérővel</b></p> <p>W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aneroid_barometer_-_Trov%C3%A5g_-_Sogn_og_Fjordane,_Norway_-_5_July_2011.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aneroid_barometer_-_Trov%C3%A5g_-_Sogn_og_Fjordane,_Norway_-_5_July_2011.jpg</a></p>



### Guericke arcképe

**W** [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anselmus-van-Hulle-Hommes-illustres\\_MG\\_0539.tif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anselmus-van-Hulle-Hommes-illustres_MG_0539.tif)

#### *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.

	<a href="#">Tartalom</a>	<a href="#">Fogalmak</a>	<a href="#">Törvények</a>	<a href="#">Képletek</a>	<a href="#">Lexikon</a>	
--	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------	--