

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

Gay-Lussac I. törvénye

Ha egy „üres” üveget a nyílásával lefelé vízbe merítünk, és a kezünkkel melegítjük, akkor a palackban található levegő kitágul, és egy része buborék formájában távozik az üvegből. A tapasztalatok szerint a gázok *állandó nyomáson* történő melegítés hatására tágulnak, hűtéskor összehúzódnak.



Az olyan állapotváltozást, amelynél a nyomás nem változik meg, izobár állapotváltozásnak nevezzük.

A kezdetben 0 °C hőmérsékletű, 300 cm³ térfogatú levegőt állandó nyomáson melegítettük, és megmértük, hogy a különböző hőmérséklet-változások mekkora térfogatváltozást okoztak. A mérések eredményeit a következő táblázat tartalmazza:

Δt (°C)	10	20	30	40	50
ΔV (cm ³)	11	22	33	44	55
$\frac{\Delta V}{\Delta t}$ (cm ³ /°C)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1

Látható, hogy nagyobb hőmérséklet-változás nagyobb térfogatváltozást okoz. A táblázatból megállapítható, hogy a térfogatváltozás és a hőmérséklet-változás hányadosa állandó, tehát a két mennyiség egyenesen arányos egymással.

Egy másik mérésorozatban különböző kezdeti térfogatú levegőt állandó nyomáson mindig 0 °C-ról 10 °C-ra melegítettünk, és megmértük a térfogatváltozást. A mérési eredmények a következők:

V_0 (cm ³)	300	600	900	1200	1500
ΔV (cm ³)	11	22	33	44	55
$\frac{\Delta V}{V_0}$ (1)	0,0367	0,0367	0,0367	0,0367	0,0367

Látható, hogy nagyobb kezdeti térfogatnál a levegő térfogat-növekedése is nagyobb. A táblázatból megállapítható, hogy a térfogatváltozás és a kezdeti térfogat hányadosa állandó, tehát a két mennyiség egyenesen arányos egymással.

Az előző két mérésorozat eredményeinek egy részét közös táblázatba foglaltuk. A táblázatban feltüntettük a térfogatváltozásnak, valamint a kezdeti térfogat és a hőmérséklet-változás szorzatának a hányadosát is.

V_0 (cm ³)	300	300	300	1200	1500
Δt (°C)	10	20	30	10	10
ΔV (cm ³)	11	22	33	44	55
$\frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t} \left(\frac{1}{^\circ\text{C}} \right)$	0,00367	0,00367	0,00367	0,00367	0,00367

Eszerint a kezdetben 0 °C-os levegő állandó nyomáson történő melegítésekor a térfogatváltozásnak, valamint a kezdeti térfogat és a hőmérséklet-változás szorzatának a hányadosa állandó. Ezt a hányadost a levegő térfogati hőtágulási együtthatójának hívjuk. (Hasonló eredményekhez jutunk akkor is, ha a gázt hűtjük, ilyenkor azonban a térfogatváltozás és a hőmérséklet-változás is negatív.)

A térfogati hőtágulási együttható más gázoknál is hasonlóan értelmezhető: *A kezdetben 0 °C-os gáz állandó nyomáson történő melegítésekor vagy hűtésekor a térfogatváltozásnak, valamint a kezdeti térfogat és a hőmérséklet-változás szorzatának a hányadosát a gáz térfogati hőtágulási együtthatójának nevezzük. A térfogati hőtágulási együttható jele: β . Képlettel:*

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t}.$$

Mértékegysége:

$$[\beta] = \frac{[\Delta V]}{[V_0] \cdot [\Delta t]} = \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C}} = \frac{1}{^\circ\text{C}}.$$

Hasonló mérésekkel igazolható, hogy *anyaguktól függetlenül minden gáz térfogati hőtágulási együtthatója gyakorlatilag ugyanakkora*. A pontos mérések szerint a legtöbb gáznál a térfogati hőtágulási együttható

$$\beta = 0,00366 \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

körüli érték.

A hőtágulási együtthatót meghatározó összefüggésből kifejezhetjük a térfogatváltozást:

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t} = \quad \Rightarrow \quad \Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta t .$$

Eszerint a gáz állandó nyomáson történő melegítésekor vagy hűtésekor a térfogatváltozás egyenesen arányos a 0°C -on mért kezdeti térfogattal és a hőmérséklet-változással. Ez az összefüggés *Gay-Lussac I. törvénye*.

Gay-Lussac I. törvényéből kiindulva meghatározhatjuk a gáz t hőmérséklethez tartozó térfogatát is:

$$\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta t ,$$

$$V - V_0 = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta t ,$$

$$V = V_0 + \beta \cdot V_0 \cdot \Delta t ,$$

Mivel a kiindulási hőmérséklet 0°C , ezért

$$\Delta t = t - t_0 = t - 0^{\circ}\text{C} = t .$$

Ennek megfelelően:

$$V = V_0 + \beta \cdot V_0 \cdot t . \tag{1}$$

Kiegészítések

1. A *-bár* (-bar) görög eredetű, szóösszetételekben nehézkedést, nyomást jelent. Az izobár jelentése tehát: állandó nyomású.

2. Louis Joseph *Gay-Lussac* (1778–1850) francia fizikus, kémikus 1802-ben fedezte fel a róla elnevezett törvényeket. 1804-ben hidrogénnel töltött léggömb segítségével Biot francia fizikussal együtt 4000 méter magasra jutottak, miközben a légkör összetételét és hőmérsékletének változását vizsgálták. Néhány nap múlva Gay-Lussac egyedül repülve, 7000 méternél is magasabbra emelkedett. 1808-ban Louis Jacques *Thénard* (1777–1857) francia kémikussal közösen először állított elő elemi bórt.



3. Az (1) összefüggés másik, szokásos alakja:

$$V = V_0 \cdot (1 + \beta \cdot t).$$

4. A melegítéskor bekövetkező térfogat-növekedés a gáz sűrűségének csökkenését eredményezi. Emiatt az ugyanakkora nyomású melegebb levegő sűrűsége kisebb, mint a hidegebbé. A meleg levegőre ezért felhajtóerő hat, így az felemelkedik, és helyébe hideg levegő áramlik. Az így kialakuló áramlás jól megfigyelhető fűtőtestek, kályhák környezetében, de ezzel magyarázható a szél kialakulása is. Ugyancsak emiatt távozik a kéményen át a gáz halmazállapotú, a környezetnél melegebb égéstermék is.

5. A hőlégballonban gázlánggal felmelegített meleg levegő van, amelynek sűrűsége kisebb a környező hideg levegőnél. A ballonra ezért felhajtóerő hat, ennek nagysága a ballon nagy térfogata miatt akkora, hogy a hőlégballon akár több személlyel is felemelkedhet és repülhet. (YouTube videó



egy hőlégballon felszállásáról és repülésének kezdeti szakaszáról: <https://www.youtube.com/watch?v=UYOrxX9acNU>.)

6. Néhány gáz térfogati hőtágulási együtthatója:


Gáz		$\beta \left(\frac{1}{^\circ\text{C}}\right)$
Hidrogén	H ₂	$3,662 \cdot 10^{-3}$
Hélium	He	$3,660 \cdot 10^{-3}$
Nitrogén	N ₂	$3,674 \cdot 10^{-3}$
Oxigén	O ₂	$3,674 \cdot 10^{-3}$
Szén-dioxid	CO ₂	$3,726 \cdot 10^{-3}$
Levegő	-	$3,675 \cdot 10^{-3}$

Kísérletek

1. Helyezzünk egy ötforintost az fényképen látható módon egy „üres” sörösüveg nyílására, majd néhány csepp vízzel zárjuk le a sörösüveg és a pénzérme közti rést! Két kezünkkel melegítsük meg az üveget, és közben figyeljük meg, hogy mi történik az ötforintossal! Magyarázzuk meg a látottakat!
2. Egy „üres” üdítőitalos műanyag palackot zárjunk le légmentesen a kupakjával, majd tegyük a palackot a hűtőszekrény mélyhűtő rekeszébe! Néhány óra múlva vegyük ki a palackot a hűtőből, majd hagyjuk újra felmelegedni! Figyeljük meg a palack térfogatának változásait!



Képek jegyzéke

	Levegő izobár tágulása üvegpalckban © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1022.jpg <i>Videó a kísérletről:</i> © https://www.youtube.com/watch?v=1116vY3Ht-w
	Gay-Lussac arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gaylussac.jpg
	Hőlégballonok W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bristol_Balloon_Fiesta_2009_MMB_04_G-OFXP.jpg
	Levegő izobár tágulásának kimutatása sörösüveggel és pénzérmével © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0086.jpg

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.