

# Gázok állapotváltozásai és a felhőképződés folyamata

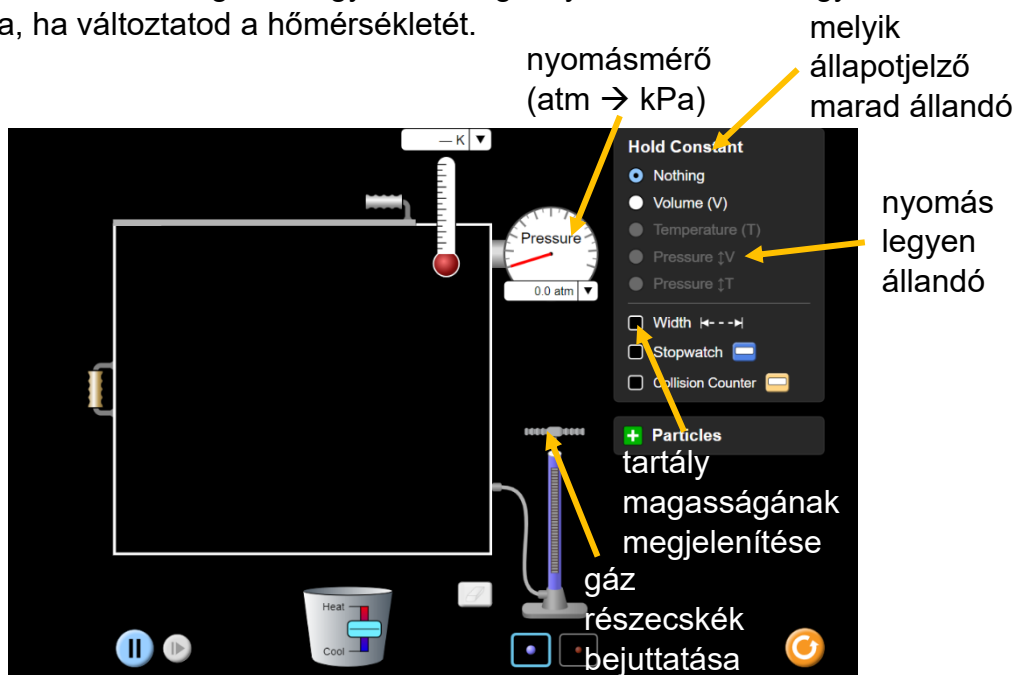
[https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties\\_all.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_all.html)

A feladatok megoldása során egy tartályban lévő gázra vonatkozó **állapotjelzőket** kell vizsgálnod. Az **állapotjelzők** azok a fizikai mennyiségek, amelyek a gáz állapotát egyértelműen meghatározzák és jól mérhetőek (nyomás (p), térfogat (V), hőmérséklet (T), tömeg (m), anyagmennyiség (n)). A gáz akkor kerül **egyensúlyi állapotba**, ha a nyomása, térfogata és hőmérséklete mindenhol azonos. Amikor valamilyen hatás éri a gázt pl. elkezdjük melegíteni, elkezd kitérni, vagyis nő a térfogata, ezáltal elérve újra az egyensúlyi állapotot. Szimulációs feladatokon keresztül ezeket a hatásokat és az eredményeiket fogjátok vizsgálni. Azt a folyamatot, amely során megváltoznak a gáz állapotjelzői, **állapotváltozásnak** nevezzük.

## A. Speciális állapotváltozások

### 1. Gáz melegítése rögzített nyomás mellett

Szimulációs méréssel vizsgáld, hogy állandó gáznyomás mellett hogyan változik a gáz térfogata, ha változtatod a hőmérsékletét.



1. ábra PhET szimuláció tartályba zárt gáz vizsgálata

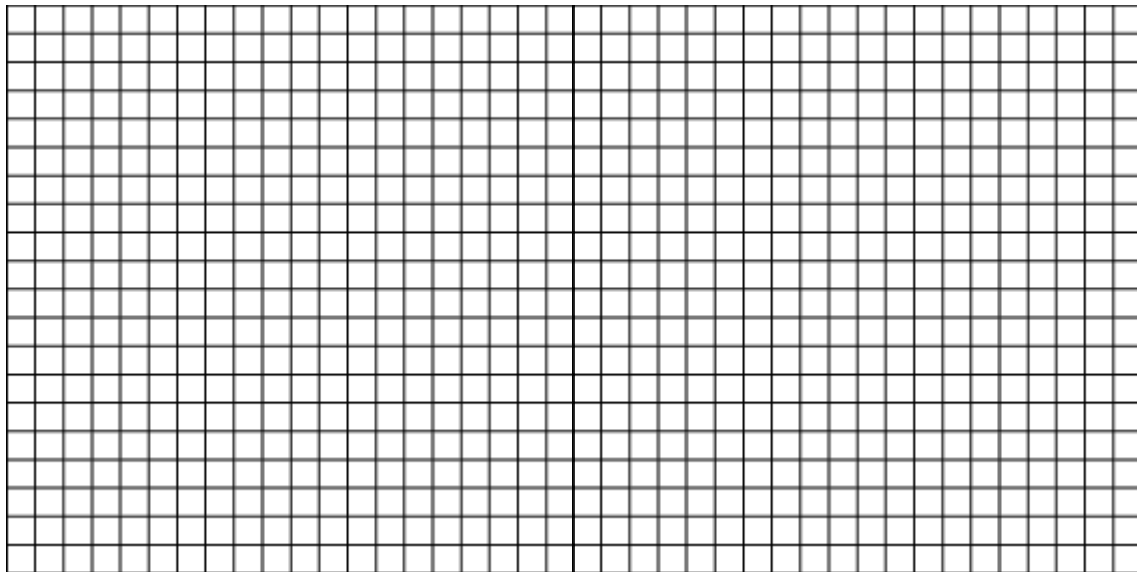
Változtasd a gáz hőmérsékletét melegítéssel vagy hűtéssel és gyűjtsd ki az adott hőmérsékletrehoz tartozó térfogatot az alábbi táblázatba.

a. Gyűjtsd ki az adatokat az alábbi táblázatba.

Térfogat (nm <sup>3</sup> )						
Hőmérséklet (K)						

(A térfogat megadásánál a tartály magasságát le tudod mérni, az alaplap területét pedig veheted egy állandónak (pl. a<sup>2</sup>.)

b. Készíts egy grafikont, amelyen a gáz térfogatát ábrázolod a hőmérsékletének függvényében.



c. Milyen függvényt kaptál?

d. A függvény alapján milyen kapcsolat állapítható meg a gáz térfogata és hőmérséklete között?

e. Egészítsd ki a következő szöveget a megfelelő kifejezésekkel a kapott grafikon alapján.

fizikai	állapotváltozás	változó	hányados
hőmérséklet	egyenes	fordított	nyomás
	térfogat	állandó	szorzat

Adott tömegű ideális gáz ..... nyomáson végbemenő ..... a gáz ..... és a gáz abszolút ..... arányos. Ezt nevezzük **Gay-Lussac I. törvényének**. Állandó nyomáson végbemenő állapotváltozást **izobár** állapotváltozásnak nevezzük.

Ha két ..... mennyiség ..... arányos, akkor a ..... állandó.

**Bizonyítsd be az utolsó mondatot. Válassz ki két pontot a grafikonon és írd fel az összetartozó térfogatok és hőmérsékletek hányadosát. Ezt követően fogalmazz meg egy általános összefüggést az ideális gáz térfogata és hőmérséklete között.**



Ha két mennyiség ..... arányos, akkor a ..... állandó.

**f. Bizonyítsd be az utolsó mondatot. Válassz ki két pontot a grafikonon és írd fel az összetartozó nyomás- és hőmérsékletadatok hányadosát. Ezt követően fogalmaz meg egy általános összefüggést az ideális gáz nyomása és hőmérséklete között.**



**izotermának** nevezzük. Állandó hőmérsékleten végbemenő állapotváltozást **izoterm** állapotváltozásnak nevezzük.

Ha két ..... mennyiség ..... arányos,  
akkor a ..... állandó.

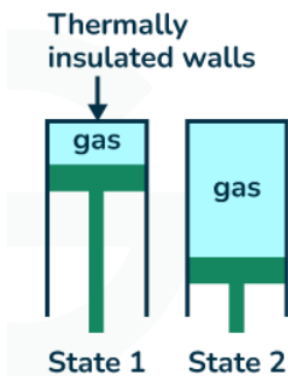
- f. Bizonyítsd be az utolsó mondatot. Válassz ki két pontot a grafikonon és írd fel az összetartozó térfogat- és nyomásértékek szorzatát. Ezt követően fogalmazz meg egy általános összefüggést az ideális gáz térfogata és nyomása között.**

#### 4. Adiabatikus állapotváltozás

**Adiabatikus állapotváltozás**nak nevezzük azt a folyamatot, amely során a gáz és a környezete között **nincs hőcsere** (nem kerül termikus kölcsönhatásba a környezetével).

Nézd meg az alábbi videót és tanulmányozd az ábrát, illetve a mellette lévő grafikont, amely egy adott minőségű gáz állapotváltozásáról készült. Válaszolj a kérdésekre.

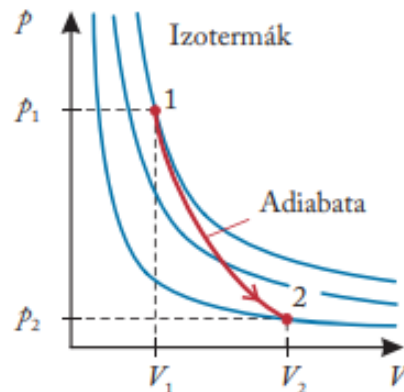
Videó: <https://www.youtube.com/watch?v=6LFEU0QviUY>



**2. ábra** Adiabatikus állapotváltozás hőszigetelő tartályban

Forrás:

<https://www.geeksforgeeks.org/adiabatic-process/>



**3. ábra** Nyomás -térfogat grafikon

Forrás: Csajági Sándor, Dégen Csaba, Elblinger Ferenc, Major Balázs, Simon Péter, Urbán János (2022): Gyűjtemény a fizika emelt szintű oktatásához, Oktatási Hivatal, Budapest. p.260.

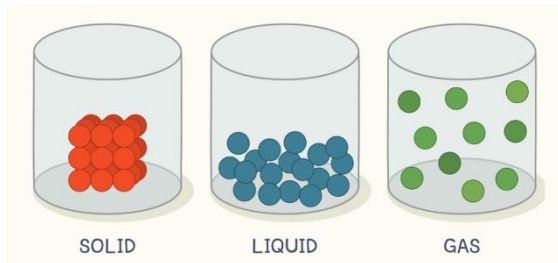
- A videóban hogyan változik a tartályban lévő levegő térfogata? A változás milyen módon következik be?
- A videóban a térfogaton kívül milyen állapotjelzője változik még a tartályba zárt gáznak?
- Milyen állapotváltozáson megy keresztül a tartályban lévő levegő? Fogalmazz meg az állapotváltozás definícióját!
- Hogyan valósítják meg a videóban látott kísérletben az adiabatikus folyamatot?
- Mi történik a vattadarabbal a tartályban és ennek mi a magyarázata?
- Milyen gyakorlati alkalmazása van a gáz hirtelen sűrítésének?
- Hogyan kapcsolódik össze az ábra és a grafikon? Melyek a változó állapotjelzők?
- Hogyan nevezzük azt a görbét a p-V grafikonon, amely mentén az adiabatikus állapotváltozás során változik a gáz nyomása, térfogata, hőmérséklete?

- i. Hasonlítsd össze az izoterm és az adiabatikus állapotváltozást. A következő pontokra térj ki a válaszod során: hőcsere, hőmérséklet, munkavégzés, folyamat időtartama.

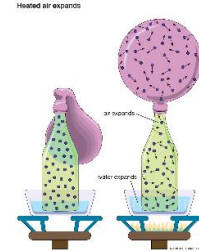
## B. Az állapotváltozások értelmezése

1. Gyűjtsd össze a gázok jellemzőit.

a. Miből állnak a különböző anyagok? Hogyan képzeljük el a gázokat? Segítenek az ábrák és a korábbi szimuláció is.



**4. ábra** Halmazállapotok részecskemodellje  
Forrás: <https://edcraft.io/blog/all-articles/states-of-matter-facts-for-kids>



**5. ábra** Lufi felfújása vízgőzzel  
Forrás:

<https://www.britannica.com/science/gas-state-of-matter>

.....

.....

.....

.....

.....

b. Válaszd ki a gázokat jellemző helyes állításokat. A helytelen állításokat javítsd, és tedd igazgá.

A. Részecskék szabadon mozoghatnak.

B. A részecskék közötti kölcsönhatás erős.

C. A részecskék mozgásának iránya és nagysága folyamatosan változik az ütközések által.

D. A gárrészecskék a melegítés hatására egyre élénkebben mozognak, amelynek következtében egyre többször ütköznek az edény falának, mindezt egyre nagyobb erővel.

E. A részecskék rugalmatlanul ütköznek egymással, valamint az edény falával is szabadon.

F. A gázok térfogata állandó.

G. A gázok kitöltik a rendelkezésre álló helyet.

H. A gázok erőteljesebben tágulnak melegítés hatására, mint a folyadékok, illetve a szilárd anyagok.

J. A gáz térfogata melegítés hatására csökken.

c. Fogalmazd meg, hogy hogyan magyarázza a szilárd testek melegítés hatására bekövetkező hőtágulását a részecskemodell.

.....

.....

.....

.....

.....

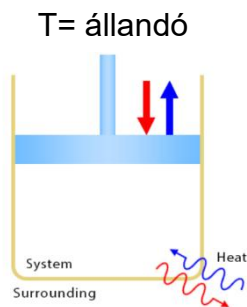
d. A különböző állapotjelzők megváltozását az a modell magyarázza meg, amelynek a jellemzőinek egy részét az a.-b. feladatrészben összeszedtük. Ezt a modellt **kinetikus gázmodellnek/ kinetikus gázelméletnek** nevezzük.

Egészítsd ki a szöveget a megadott szavakkal. Egy szót többször is felhasználhatsz. Figyelj a ragozásra is.

mozog	irány	nagy	részecske	élénk	nyomás	gáz
	erő	billiárdgolyó	ütközés	térfogat	edény	
		szabad	rugalmas	nő		

*Az elmélet úgy képzei el a gáz ....., mint egy .....-t. Ezek egymással és az ..... falával ..... ütköznek. A gázok vizsgálatánál csak ezt a kölcsönhatást vesszük figyelembe. A ..... rendezetlenül..... . Ha elkezdjük melegíteni a ....., akkor a részecskék egyre ..... mozognak. Egyre többször ..... az edény falának, nő az edényre kifejtett ....., ezáltal a ..... is. Ha a hőmérsékletet ....., a mozgás....., így a nyomásmérő ..... értéket mutat. Ha az edény ..... változtatható, akkor melegítés nélkül is változhat a gáz ..... . A részecskék mozgása átlagos mozgási energiával jellemezhető, azért, mert a sebesség ..... és ..... folyamatosan változik az ..... által. Átlagos mozgási energiák összege adja a gáz belső energiáját.*

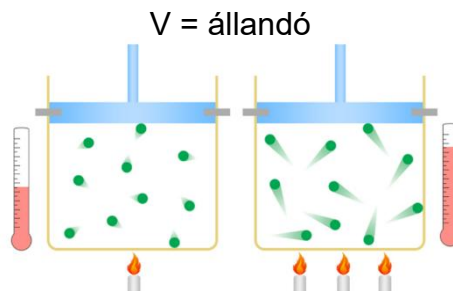
e. Az ábrák és a fent megismert kinetikus gázelmélet segítségével elemezd a következő ábrákat, és magyarázd meg, hogy a különböző állapotváltozások következtében miért változik a nyomás és/vagy a térfogat.



**6. ábra** Izoterm állapotváltozás

Forrás:

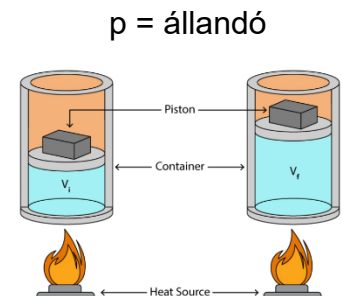
<https://www.chemistrylearner.com/isothermal-process.html>



**7. ábra** Izochor állapotváltozás

Forrás:

<https://www.chemistrylearner.com/gay-lussacs-law.html>



**8. ábra** Izobár állapotváltozás

Forrás:

<https://www.chemistrylearner.com/isobaric-process.html>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

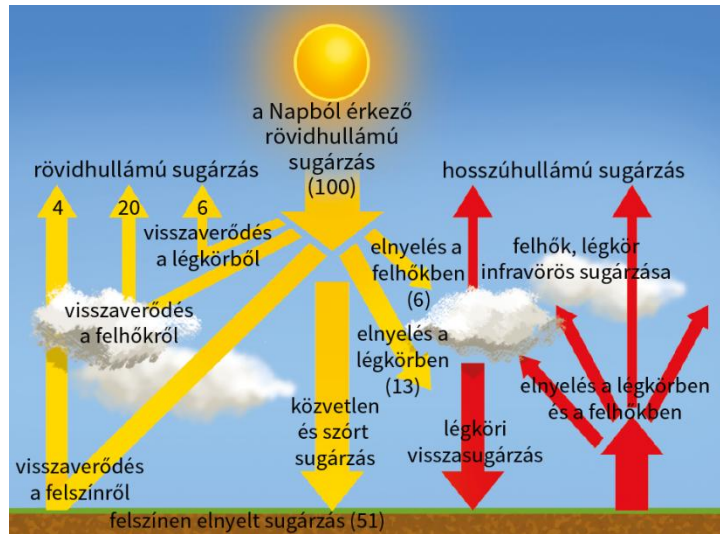
Rajzold fel az izobár állapotváltozás  $p$ - $T$  és  $p$ - $V$  grafikonját.

Rajzold fel az izochor állapotváltozás  $V$ - $T$  és  $p$ - $V$  grafikonját.

Rajzold fel az izoterm állapotváltozás  $p$ - $T$  és  $V$ - $T$  grafikonját.

## C. Állapotváltozás a természetben

Tanulmányozd az ábrákat és válaszolj a hozzájuk kapcsolódó kérdésekre.



9. ábra Földfelszín energiamérlege

Forrás:

[https://nat2012.nkp.hu/tankonyv/foldrajz\\_9/lecke\\_03\\_002](https://nat2012.nkp.hu/tankonyv/foldrajz_9/lecke_03_002)

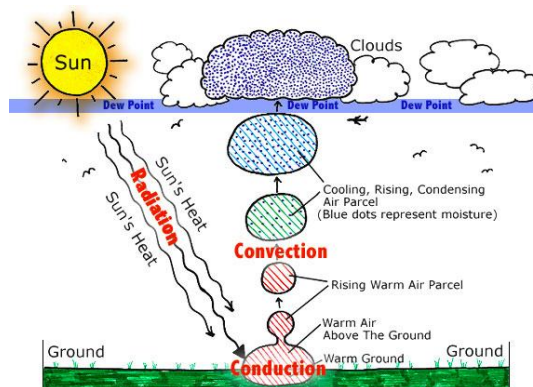
A hőterjedés mely formájával találkozunk a földfelszín felmelegedése során?

.....

Közvetlenül mi melegíti fel a levegőt? .....

Nyáron, amikor erőteljes a besugárzás, a levegő a földfelszínéről hirtelen feláramlik. Mi lehet ennek a magyarázata? A következő kérdések megválaszolásával magyarázzuk meg a jelenséget. Az első kérdések egy egyszerű hétköznapi példára vonatkoznak, ez a hőlégballon felemelkedésének az oka. Ha ezeket a kérdéseket megválaszoltad, akkor a videó és az ábra segítségével értelmezd a jelenséget a levegőre vonatkozóan.

Videó: [https://www.youtube.com/watch?v=Tv\\_ivG4bu\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=Tv_ivG4bu_8)



10. ábra Felhőképződés erőteljes felszíni felmelegedés hatására

Forrás: <https://mrjacobsearthscience.weebly.com/lecture-1-clouds.html>

Mi történik a hőlégballonban lévő gázzal melegítés hatására?

.....  
.....

Hogyan változik a hőlégballonban lévő gáz sűrűsége?

.....  
.....

Mi a magyarázata a hőlégballon felemelkedésének?

.....  
.....

Miért indul egy idő után emelkedésnek a hőlégballon? Értelmezd a jelenséget a dinamika alapegyenletével. Milyen erők hatnak a hőlégballonra?

.....  
.....

Készíts erőábrát a hőlégballonra ható erőkről a felszínről való emelkedés pillanatában.

Hogyan tudnád ezt a jelenséget lefordítani a földfelszín felett lévő és felmelegedő levegőre?

.....  
.....  
.....  
.....

**A heves feláramlás következménye a nyári zivatarfelhők létrejötte.**

Milyen más földrajzi okot/okokat tudnál megemlíteni, amely feláramlásra kényszeríti a levegőt?

.....  
.....

Milyen állapotjelzői változnak meg a felemelkedett gáznak?

.....

Hogyan szemlélteti ezt az ábra és a videó?

.....

.....

.....

.....

Magyarázd meg, hogy miért tud a légkörben ez az állapotváltozás létrejönni.

.....

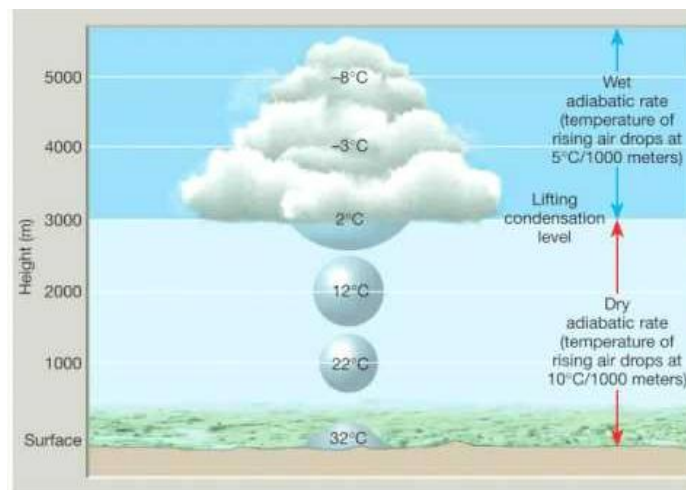
.....

.....

Nevezd meg azt a speciális állapotváltozást, amelyen a feláramló levegő végigmegy.

.....

Korábbi földrajzi ismereteid és az ábra segítségével válaszolj a kérdésekre.



**11. ábra** Adiabatus állapotváltozás a természetben

*Forrás:*

<https://www.youtube.com/watch?v=ObnWb7yspxA>

Add meg, hogy mennyivel csökken a levegő hőmérséklete a függőleges mozgása során méterenként.

.....

Fogalmazd meg saját szavaiddal az abszolút páratartalom és a relatív páratartalom jelentését.

.....

.....  
.....  
.....

Hogyan kapcsolódik össze a relatív, abszolút páratartalom és a harmatpont?

.....  
.....  
.....  
.....

Mennyivel csökken a feláramló levegő hőmérséklete a bizonyos pont elérése után?

.....  
.....

A következő feladatlappal választ keresünk arra, hogy hogyan változik a levegő hőmérséklete a harmatpont elérése után.

## D. Belső energia, hőtan I. főtétele

1. Mi is az a belső energia és hogyan változik különböző állapotváltozások során? Karikázd be a helyes állítások betűjelét.

**Bónusz feladat: Javítsd ki a hibás állítást és magyarázd meg, hogy miért volt hibás.**

A feladat megoldásához használd a következő szimulációt: [https://www.walter-fendt.de/html5/phhu/gasprocesses\\_hu.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phhu/gasprocesses_hu.htm)

Nézd végig a különböző állapotváltozásokat és változtasd az állapothatározókat. Tapasztalataidat jegyezd fel, majd oldd meg a feladatot.

- A. A gázok belső energiája csak melegítéssel/ hűtéssel változtatható meg.
- B. Izoterm állapotváltozás során a táguláskor végzett munkát a gáz a környezetnek leadott hővel fedezi.
- C. Izobár állapotváltozás esetén csak mechanikai kölcsönhatás van a gáz és környezete között.
- D. Izochor állapotváltozás során csak termikus kölcsönhatás megy végbe a gáz és a környezete között.
- E. A gázok belső energiája változhat termikus és mechanikai kölcsönhatás során is.
- F. Izoterm állapotváltozás során a gáz belső energiája nem változik.
- G. Izobár állapotváltozás során a melegítéssel kapott energiával a gáz mechanikai munkát képes végezni.
- H. Adiabatus állapotváltozás során a gáz a tágulási munkát teljes egészében a környezetéből felvett hővel fedezi, így a belső energia nem változik.
- I. Izobár állapotváltozás esetén, ha a gázt hűtjük, akkor a gáz végez munkát a környezetén.
- J. Izochor állapotváltozás során a belső energiát teljes mértékben a gázzal közölt vagy elvont hő változtatja meg.
- K. Izoterm állapotváltozás során a gáz hőt vesz fel a környezetétől. Éppen annyit, amennyit veszít a tágulása során, ezért a hőmérséklete nem változik. Adiabatus állapotváltozásnál nincs hőcsere, tehát ezért hűl le a gáz, ha tágul.

2. Egészítsd ki a táblázatot a megadott adatoknak megfelelően. Tegyéél X-et a táblázat azon rubrikájába, amely az adott folyamatra jellemző.

Állapotváltozás	Izobár	Izochor	Izoterm	Adiabatikus
$\Delta E_b$	Nő	X		
	Csökken			X
Termikus kölcsönhatás (Q)	Q >			
	Q <		X	
Mechanikai kölcsönhatás (W)	W >			
	W <			X

**Jelmagyarázat:**  $\Delta E_b$ : a belső energia megváltozása

Q: hőmennyiség, ha hőt közlünk / vesz fel; Q > 0

ha hőt vonunk el / ad le; Q < 0

W: munka, ha a gázon végzünk munkát; W > 0

ha a gáz végez munkát a környezetén; W < 0

**Bónusz feladat:** Írj mindegyik állapotváltozáshoz hétköznapi példát!

.....

.....

.....

**Bónusz feladat:** Hogyan határozhatjuk meg a gáz által/gázon végzett munkát?

**Válaszodat indokold.** (Segítő kérdések: Mit nevezünk fizikai értelemben munkavégzésnek? Egy tartályba zárt gáz esetében, ahol a dugattyú szabadon mozoghat mi számíthat munkának?)

Keress az interneten olyan mérést, amellyel az egyik általad választott állapotváltozás során az állapotjelzők mérhetőek. Rajzold fel vázlatosan a mérési elrendezést, ismertesd a mérés elvét, illetve mik okozhatnak pontatlanságot a mérési eredményekben.

Írd fel képlet formájában, hogy milyen kölcsönhatások során változhat a belső energia a gázok speciális állapotváltozása során.

$$\square = \square + \square$$

Egészítsd ki a szöveget a megfelelő szavakkal a feladat megoldása során levont tapasztalataid alapján.

A gáz ..... energiájának megváltozása megegyezik a gázzal közölt ..... és a gázon végzett ..... előjeles összegével.

Ezt nevezzük **hőtan I. főtételének**.

### 3. Adj magyarázatot a harmatpont elérését követő hőmérséklet-változás csökkenésére.

A halmazállapot-változások esetében már megtanultad, hogy amikor légnemű anyagból cseppfolyós lesz, akkor az anyag a változás során hőt ad le a környezetének. Felhőképződés során a vízgőz kicsapódik a levegőben lévő apró szilárd részecskéken.

Miért csökken kisebb mértékben a levegő hőmérséklete a harmatpont elérését követően?

.....  
.....  
.....  
.....

Hogyan változik a belső energia a felhőképződés teljes folyamata során, ha előzőleg megállapítottad, hogy a levegő **adiabatikus állapotváltozáson** megy keresztül az emelkedés során?

.....  
.....  
.....  
.....

Nevezd meg különböző csapadékfajtákat. Milyen körülmények kellene a kialakulásukhoz?

.....

.....

.....

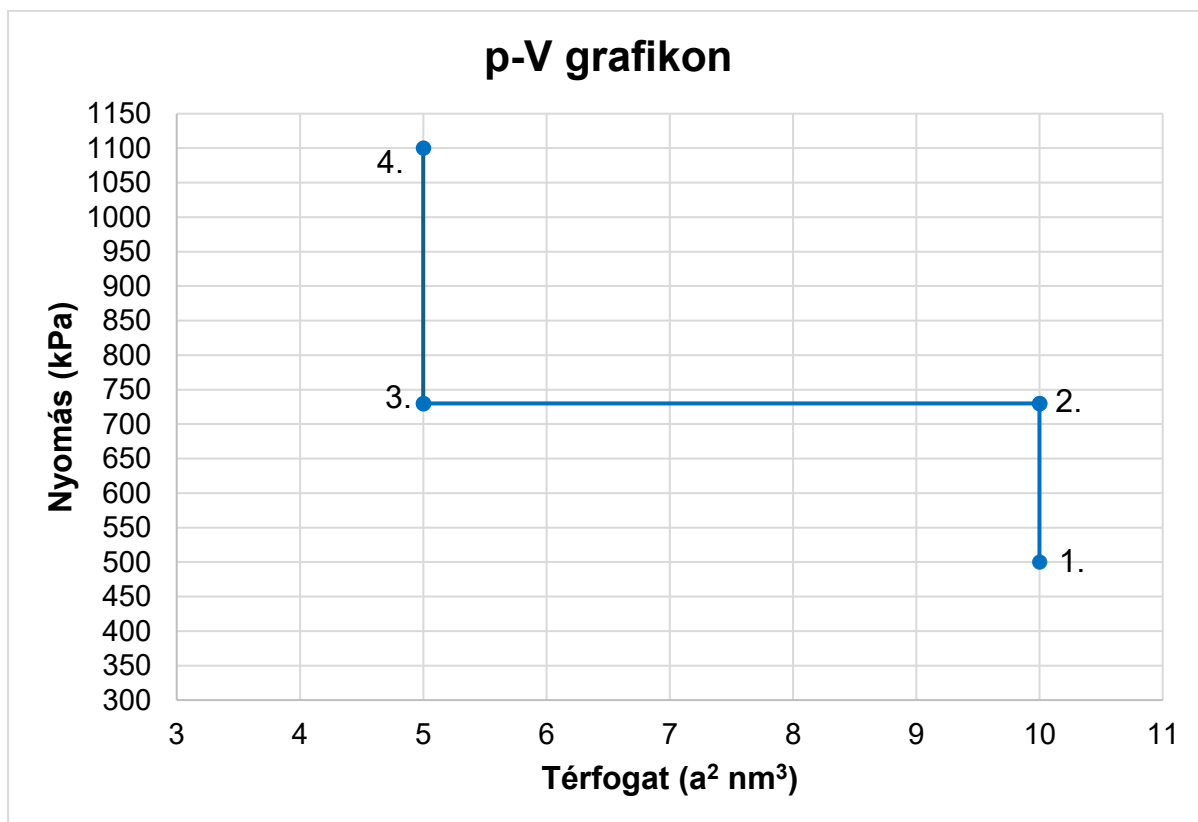
.....

.....

.....

## Feladatok

1. Vizsgáld meg a következő grafikont, amely egy gáz állapotváltozásáról készült.



**12. ábra** Nyomás- térfogat grafikon saját szerkesztés

a. Nevezd meg, hogy milyen állapotváltozásokon ment keresztül a gáz, míg az első állapotból eljutott a négyesbe?

1.  $\rightarrow$  2.: .....

2.  $\rightarrow$  3.: .....

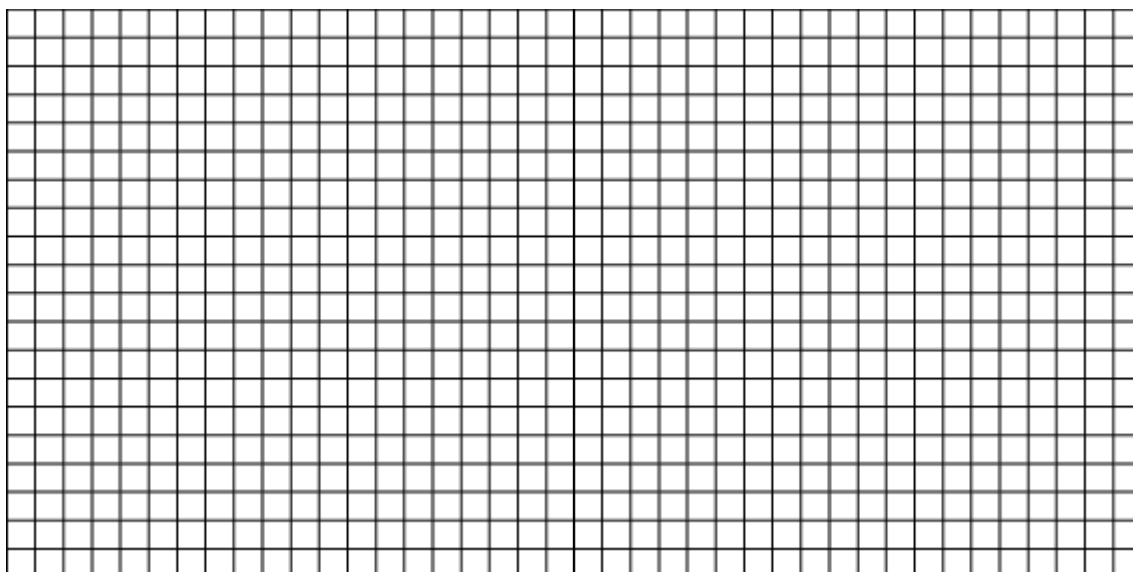
3.  $\rightarrow$  4.: .....

b. Olvasd le a grafikonról, hogy mekkora volt a nyomás és a térfogat az egyes állapotokban. Készíts egy táblázatot, amely a leolvasott adatokat tartalmazza.

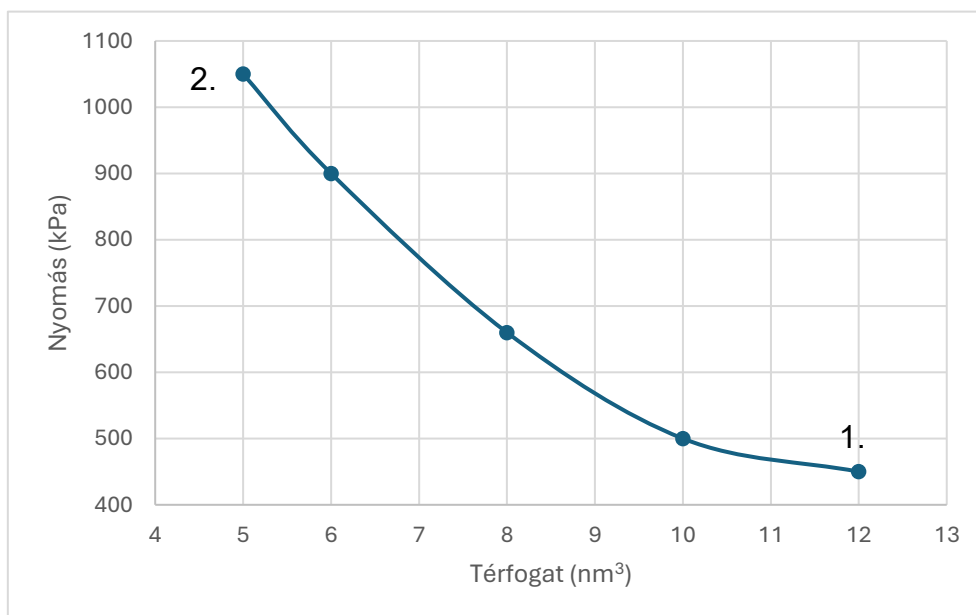
c. Mekkora hőmérséklet tartozik az egyes állapotokhoz, ha tudjuk, hogy a gáz hőmérséklete kezdetben 300 K volt? Egészítsd ki a táblázatot a hőmérsékleti adatokkal.

Válaszodat számítással indokolt.

d. Készítsd el az állapotváltozás V-T grafikonját.



2. Tanulmányozd a grafikont, majd válaszolj a hozzá kapcsolódó kérdésekre!



**13. ábra** Nyomás-térfogat grafikon saját szerkesztés

a. A függvény alapján határozd meg, hogy milyen összefüggés van a gáza nyomása és térfogata között.

.....

b. Milyen állapotváltozáson ment keresztül a gáz, míg az egyes állapotból eljutott a kettesbe?

.....

c. Hogyan valósítható ez meg egy tartályba zárt gáz esetében?

.....

.....

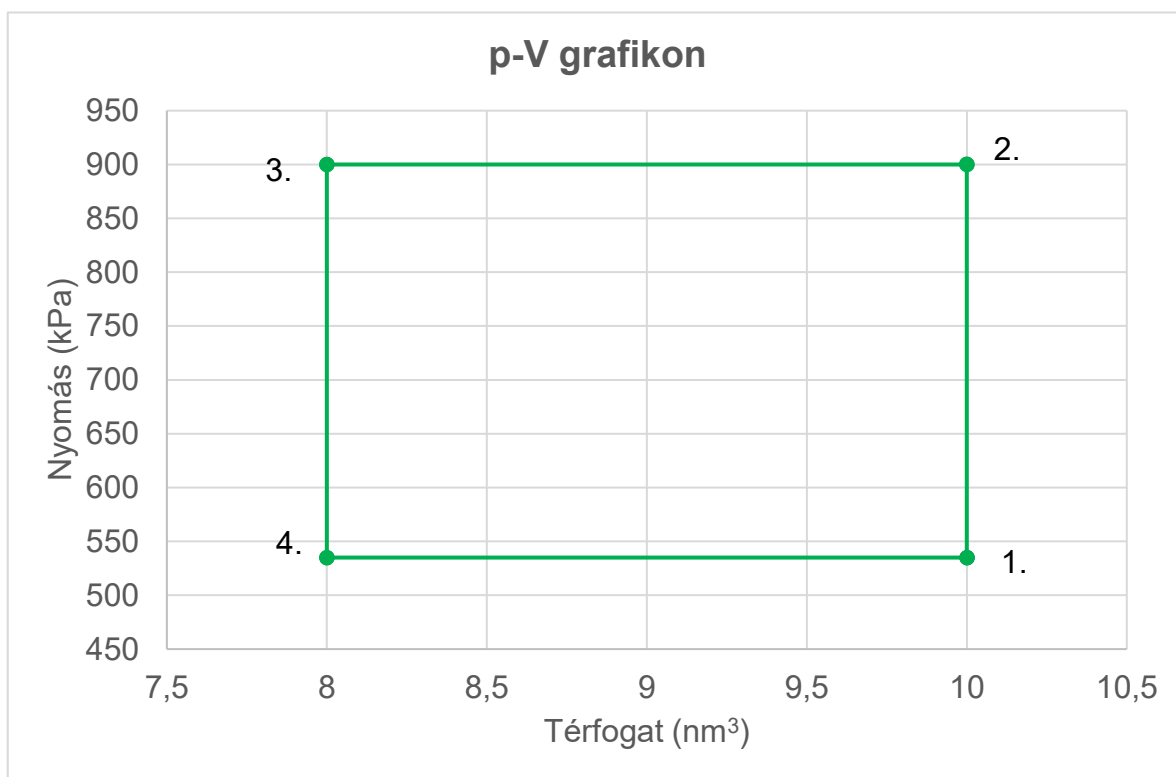
.....

.....

d. Hogyan változik a gáz belső energiája az állapotváltozás során? Írd fel a hőtan I. főtételeét.

e. Készítsd el az állapotváltozás V-T és p-T grafikonját.

3. Vizsgáld meg a következő p-V grafikont, amely egy gáz állapotváltozásáról készült. Válaszolj az ábrához kapcsolódó kérdésekre. (Az ábra egy körfolyamatot szemléltet, amely azt jelenti, hogy a gáz az állapotváltozásokon keresztül visszajut a kiindulási állapotába.)



14. ábra Körfolyamat. Saját szerkesztés

a. Milyen állapotváltozáson megy végbe a gáz a következő állapotok között? Nevezd meg az állapotváltozásokat.

1. → 2.: .....

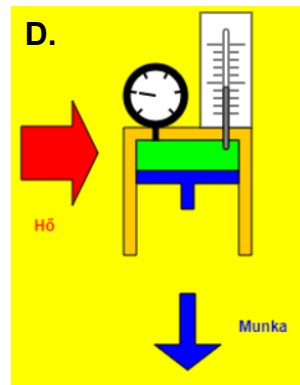
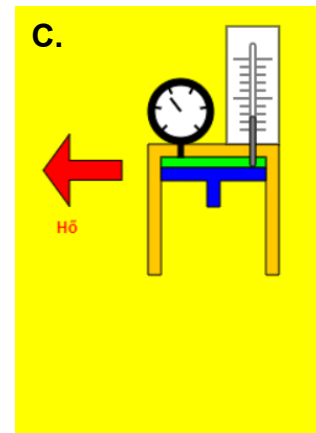
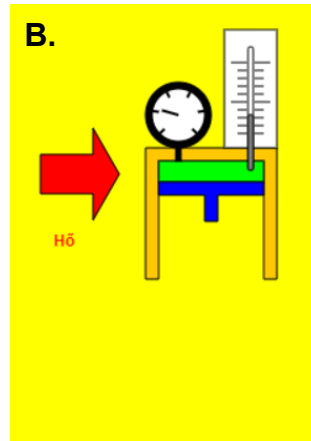
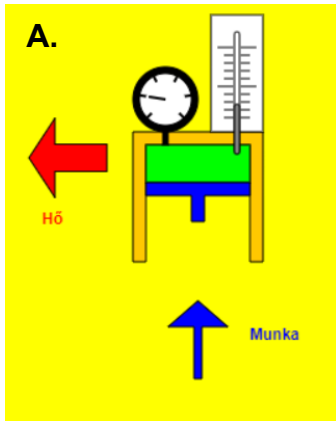
2. → 3.: .....

3. → 4.: .....

4. → 1.: .....

b. Mekkora volt a hőmérséklete a gáznak a 3-as számú állapotban, ha a 2-es állapotban a hőmérséklete 500 K volt?

c. Állítsd sorrendbe a következő ábrákat a körfolyamatnak megfelelően. (Segít a nyilak iránya, vastagsága, felirata.) Írd az ábra betűjele mögé a megfelelő sorszámot.



**15.-18. ábra** Állapotváltozás ideális gázokon szimuláció  
 Forrás: [https://www.walter-fendt.de/html5/phhu/gasprocesses\\_hu.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phhu/gasprocesses_hu.htm)

A.: .....

B.: .....

C.: .....

D.: .....

d. Magyarázd meg az ábrák alapján, hogy hogyan változott a gáz belső energiája az egyes szakaszokon. Írd fel mindegyik szakaszra a hőtan I. főtételének megfelelő alakját! (Vedd figyelembe, hogy hőelvonás vagy hőközlés történik-e. Vedd figyelembe azt is, hogy végez-e munkát a gáz vagy a gázon a környezete. Figyelj oda a munka előjelére. Vizsgáld meg azt is, hogy változik-e a belső energia az egyes szakaszokon.)

## QR-kód gyűjtemény az egyes feladatokhoz

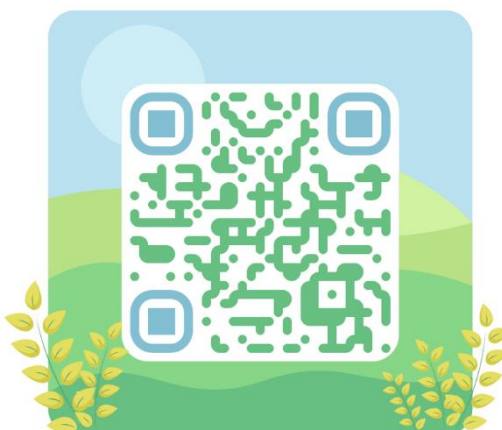
Gázok speciális állapotváltozásai (izobár, izochor, izoterm) mérési feladat



Videókísérlet az adiabatikus állapotváltozásról



Videó természetben létrejövő állapotváltozásra



Szimuláció a belső energiára és a hőtan I. főtételére



**Felhasznált források:**

[1] Jónás, I., Dr. Kovács, L., Szöllősy, L. (2013): Földrajz 9.Mozaik Kiadó, Szeged. p. 108.

[2] Csajági S., Elblinger F., dr. Fülöp F., Póda L., Simon P. és Urbán J. (2021): Fizika 9-10 I. kötet., Oktatási Hivatal, Budapest. p.124.-198.

[3] Csajági S., Dégen Cs., Elblinger F., Major B., Simon P., Urbán J. (2022): Gyűjtemény a fizika emelt szintű oktatásához, Oktatási Hivatal, Budapest. p.236.-280., p.290.-298.

[4] Dr. Jurisits J., Dr. Szűcs J. (2016): Fizika 10., Mozaik Kiadó, Szeged.p.126.-219.