

BA OTE DAKIZU?

Zer dira gas idealak?

Boyle-Mariotteren, Gay-Lussacen eta Charlesen legeak betetzen dituzten gasak dira gas idealak.

Esate baterako, hidrogenoa, oxigenoa, nitrogenoa eta karbono dioxidoa gas idealak dira giro-temperaturan.

Irakite-puntutik hurbileko temperaturan gas-egoeran dauden substantziak ez dira gas idealtzat hartzen. Adibidez, 105 °C-an, ur-lurruna ez da gas ideal bat.

2.11. irudia. Gasa **hasierako 1. egoera** batetik **amaierako 2. egoera** batera igarotzen da, eta prozesu horretan, presio, bolumen eta temperaturaren balioak aldatu egiten dira. Aldaketa bi urratsetan egiten da: lehena, temperatura konstantean, eta bigarrena, presio konstantean.

Gogoratu

Gas idealen ekuazio orokorretik, ikasi ditugun gasen legeak ondoriozta daitezke.

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

- Eraldaketak $T = \text{kte.}$ dela (Boyle-Mariotteren legea). Horrek esan nahi du $T_1 = T_2$ dela:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

- Eraldaketak $V = \text{kte.}$ dela (Gay-Lussacen legea). Horrek esan nahi du $V_1 = V_2$ dela:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

- Eraldaketak $p = \text{kte.}$ dela (Charlesen legea). Horrek esan nahi du $p_1 = p_2$ dela:

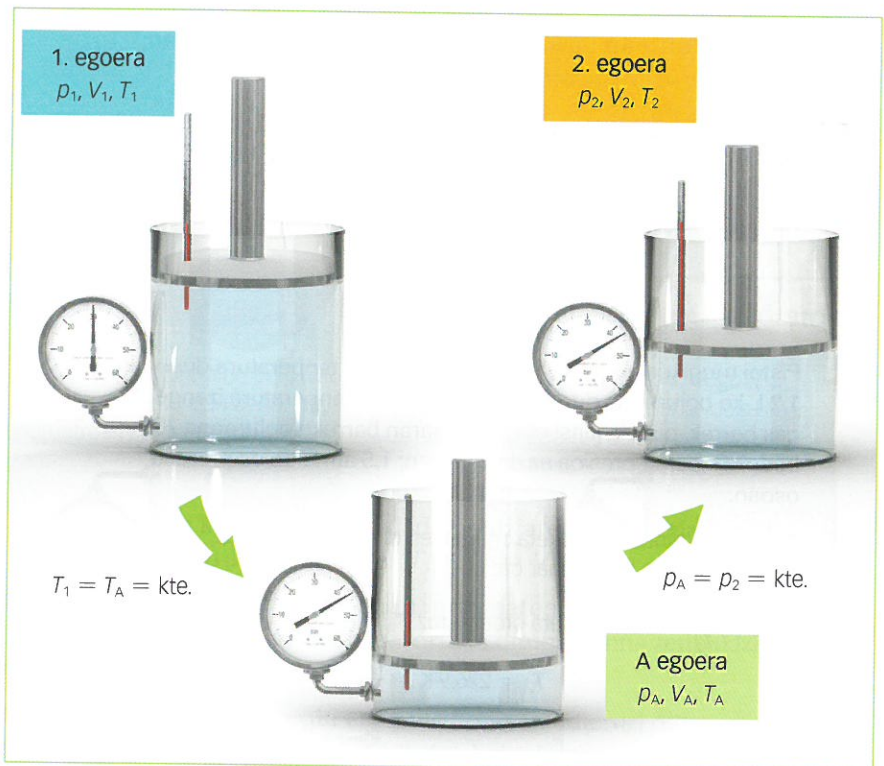
$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

1.4. Gas idealen ekuazio orokorra

Askotan, gas batek eraldaketa bat izaten duenean, haren hiru magnitudeak aldatzen dira. Aurreko hiru legeak konbinatuz gero, lotura bat aurkituko dugu gas batek hasieran eta amaieran dituen presioaren, bolumenaren eta temperaturaren artean.

Demagun gas bat **hasierako egoera** batean (1) dagoela, eraldaketa bat izaten duela, eta horren ondorioz, **amaierako egoera** batera (2) igarotzen dela. Hasiera batean, eraldaketa horretan, gasaren presioa eta temperatura alda daitezke, eta ontziaren bolumena ere bai.

Magnitudeen arteko erlazioak ezartzeko, demagun gasa ez dela 1. egoeratik 2. egoerara zuzenean igarotzen, **A tarteko egoera** baten bidez baizik. 1 eta A egoeren arteko eraldaketa temperatura konstantean gertatzen da, eta A eta 2. egoeren artekoa, berriz, presio konstantean (► 2.11. irudia).



1 eta A arteko eraldaketa: $T_1 = T_A = \text{kte.}$ Boyle-Mariotteren legea betetzen da:

$$p_1 \cdot V_1 = p_A \cdot V_A$$

A eta 2 arteko eraldaketa: $p_A = p_2 = \text{kte.}$ Charlesen legea betetzen da:

$$\frac{T_A}{V_A} = \frac{T_2}{V_2}$$

$T_1 = T_A$ eta $p_A = p_2$ direnez, adierazpen horiek aldatu egiten dira:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_A \quad \text{eta} \quad \frac{T_1}{V_A} = \frac{T_2}{V_2}$$

Bi adierazpenetan V_A bakandu, eta berdindu egingo ditugu adierazpenak:

$$V_A = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2}, \quad V_A = \frac{T_1 \cdot V_2}{T_2}$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{p_2} = \frac{T_1 \cdot V_2}{T_2}$$

Adierazpena berrantolatuko dugu. Atal batean, hasierako egoerari (1) dagokiona jarriko dugu, eta beste atalean, amaierako egoerari (2) dagokiona:

Horrenbestez, **gas idealen ekuazio orokorra** lortuko dugu:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Gas idealen ekuazio orokorraren bidez, gas batek hasierako egoera batean dituen presioa, bolumena eta tenperatura gas horrek beste egoera batean dituen presioarekin, bolumenarekin eta tenperaturarekin erlazionatzen dira.

Kontuan izan ekuazio horretan presioa eta bolumena edozein unitatetan adieraz daitezkeela, bi ataletan berberak erabiliz gero. Tenperatura, ordea, kelvinetan, K, adierazi behar duzu beti.

Gogoratu

Gas idealen ekuazio orokorrean, tenperatura kelvinetan, K, adierazi behar da.

ADIBIDE EBATZIA

- 5 1,25 L-ko ontzi batean, 25 °C-an dagoenean 800 mm Hg-ko presioa eragiten duen gas bat dago. Zer tenperatura izango du gas horrek, bolumena 750 mL-ra txikitzen bada eta gasak 1,5 atm-ko presioa eragiten badu?

Gasa 1. egoeratik 2. egoerara igarotzen da. Hauek dira magnitudeak egoera horietan:

<p>1. egoera</p> <p>$V_1 = 1,25 \text{ L}$</p> <p>$p_1 = 800 \text{ mm Hg}$</p> <p>$T_1 = 25 \text{ °C}$</p>	➔	<p>2. egoera</p> <p>$V_2 = 750 \text{ mL}$</p> <p>$p_2 = 1,5 \text{ atm}$</p> <p>$T_2 = ?$</p>
---	---	---

Magnitude bakoitzaren balioak unitate beretan adierazi behar dira; tenperatura, berriz, K-etan adierazi behar da beti.

1 egoerako magnitudeetan, erabili 2 egoerako magnitudeen unitateak:

$$V_1 = 1,25 \cancel{\text{ L}} \cdot \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \cancel{\text{ L}}} = 1.250 \text{ mL}$$

$$p_1 = 800 \cancel{\text{ mmHg}} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \cancel{\text{ mmHg}}} = 1,053 \text{ atm}$$

$$T_1 = 25 \text{ °C} + 273 = 298 \text{ K}$$

Erlazionatu bi egoeretako magnitudeak gas idealen ekuazio orokorraren bidez:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Bakandu, ordezkatu eta egin eragiketak:

$$T_2 = \frac{p_2 \cdot V_2}{p_1 \cdot V_1} \cdot T_1 = \frac{1,5 \cancel{\text{ atm}} \cdot 750 \cancel{\text{ mL}}}{1,053 \cancel{\text{ atm}} \cdot 1.250 \cancel{\text{ mL}}} \cdot 298 \text{ K}$$

$$T_2 = 254,8 \text{ K} = -18,2 \text{ °C}$$

JARDUERAK

13. Demagun gas bat 1. egoeratik A egoerara bolumen konstantean igarotzen dela, eta A egoeratik 2. egoerara, tenperatura konstantean. Hori kontuan hartuta, ondorioztatu gas idealen egoera-ekuazioa.
14. Gas batek eraldaketarik izan al dezake, bolumena eta presioa konstanteak badira?
15. 15 L-ko ontzi batean, gas bat 50 °C-an dago, eta 2 atm-ko presioa eragiten du. Kalkulatu zein izango den ontziaren bolumena, gasa 100 °C-ra berotu eta presioa 3 atm-ra handitzen uzten badugu.
Emitza: 11,55 L
16. 3 L-ko bonbona batek CO₂-a dauka. Giro-tenperaturan (20 °C), 2 atm-ko presioa eragiten du. Oharkabea, su batera hurbildu dugu, eta tenperatura 800 °C-ra igo da. Eztanda egingo al du? Bonbona 10 atm-ko presioa jasaten duen material batez eginda dago.
Emitza: $p = 7,32 \text{ atm} < 10 \text{ atm}$. Ez du eztanda egingo.
17. Erreakzio kimiko batean, 2.500 mm Hg-ko presioan 10 L-ko bolumena duen gas bat sortu da. Zein izango da gas horren hasierako tenperatura, -10 °C-raino hoztean 2,5 atm-ko presioa eragiten duela eta 7 L-ko bolumena duela kontuan hartuta?
Emitza: 221,36 °C
18. 5 L-ko ontzi batean, 35 °C-ko tenperaturan 600 mm Hg-ko presioa eragiten duen gas bat daukagu. Litekeena al da gas horren presioa eta bolumena bikoiztea? Kasu horretan, zer gertatuko da haren tenperaturarekin?
Emitza: 959 °C
19. Aurreko jarduerako gas bera dugu. Litekeena al da haren tenperatura eta bolumena halako bi handitzea? Kasu horretan, zer gertatuko da gas horrek eragiten duen presioarekin?
Emitza: bere horretan jarraituko du.

2 Gas idealen egoera-ekuazioa

Gas idealen ekuazio orokorretik ondorioztatzen da hau bete behar dela edozein egoeratan dagoen edozein gas idealen kasuan:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{kte.}$$

Egiazta daitekeenez, edozein gas idealen mol bat ontzi batean sartzen badugu, hau da konstantearen (R esaten zaio) balioa: $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$.

Mol baten ordeztu n mol baditugu, honela geratzen da goiko adierazpena:

$$\frac{p \cdot V}{T} = n \cdot R$$

Berrantolatuz gero, **gas idealen egoera-ekuazioa** lortuko dugu:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Kontuan izan gas idealen egoera-ekuazioan gas baten presioa, bolumena eta temperatura erlazionatzen direla gas horren kantitatearekin, moletan adierazita. Ekuazio horretan, presioa atmosferatan eman behar da; bolumena, litrotan; eta temperatura, kelvinetan.

Presioa (p) 1 atm bada eta temperatura (T) 273 K (0°C) bada, edozein gasen mol batek 22,4 L-ko bolumena du. Gasaren **bolumen molarra** da hori.

BA OTE DAKIZU?

Baldintza estandarrek

IUPACek ezartzen du **baldintza estandarrek** hauek direla:

- $p = 10^5 \text{ Pa}$
- $T = 273 \text{ K } (0^\circ\text{C})$

Kimikan, ohikoa da presioa atmosferatan neurtzea.

$$1 \text{ atm} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Errealitatean, baldintza estandarren definizio hori **baldintza normalen** definizio tradizionalaren (1 atm eta 0°C) antzekoa da.

ADIBIDE EBATZIA

- 6** Automobil-industria erregaitzat hidrogeno gasa erabiltzen duten ibilgailuak garatzen ari da. Enpresa batek merkaturatu duen ibilgailu batek 171 L-ko tanga du, eta horretan, 5 kg hidrogeno sartzen dira. Ibilgailuak 460 km egin ditzake hidrogeno horrekin. Tanga bete zuenean giro-temperatura 30°C zela kontuan hartuta, zer presio eragiten zuen hidrogenoak, tanga beteta bazegoen?

H_2 -aren masa molarri esker, erregaiaren 5 kg horiei zer substantzia kantitate dagokien jakin dezakegu; hain zuzen, 5.000 g H_2 :

$$M(\text{H}_2) = 1,008 \cdot 2 = 2,016 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{m}{M(\text{H}_2)} = 5.000 \text{ g } \cancel{\text{H}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{H}_2}{2,016 \text{ g } \cancel{\text{H}_2}} = 2.480 \text{ mol } \text{H}_2$$

Datu hori, tangaren bolumena eta giro-temperatura kontuan izanda, gas idealen egoera-ekuazioa erabil dezakezu hidrogenoak tanga zer presio eragiten duen jakiteko; ondoren, bakandu eta ordeztu behar duzu:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{2.480 \cancel{\text{ mol}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \cancel{\text{L}}}{\cancel{\text{mol}} \cdot \text{K}} (30 + 273) \cancel{\text{K}}}{171 \cancel{\text{ L}}} = 360 \text{ atm}$$

JARDUERAK

- 20.** CO_2 -a dugu 2 atm-tan eta 70°C -an, eta 10 L-ko bolumena du. Zenbat mol CO_2 ditugu? Karbono dioxidoaren zenbat molekula dira? Zenbat oxigeno atomo dira? Zenbat mol oxigeno dira?

Eraitza: 0,71 mol; $4,28 \cdot 10^{23}$ molekula;
 $8,56 \cdot 10^{23}$ atomo; 1,42 mol

- 21.** Bolumen bera duten eta temperatura berean dauden bi ontzi ditugu. Batean, 10 g hidrogeno sartu ditugu, eta bestean, 10 g kloro. Esan zer ontzitan izango den handiena presioa.

Eraitza: hidrogenoa daukan ontzian

- 22.** Zenbat gramo karbono dioxido daude 10 L-ko ontzi batean, 70°C -an 1.500 mm Hg-ko presioa eragiten badu?

Eraitza: 30,9 g

- 23.** Kalkulatu zer presio eragiten duten 3 mol oxigenok 15 L-tanga batean 50°C -an.

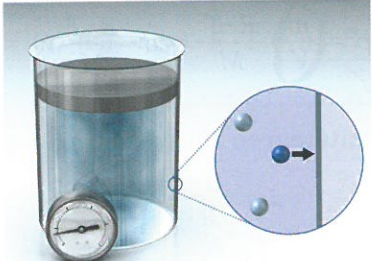
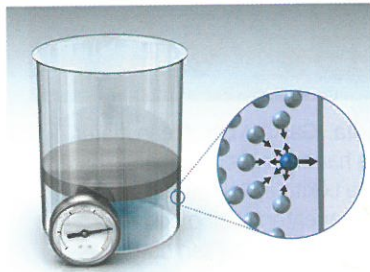
Eraitza: 5,30 atm

- 24.** Kalkulatu 15 L helioren masa baldintza estandarretan. Eta helioren ordeztu kloroa izango balitz?

Eraitza: 2,647 g He eta 46,89 g Cl_2

2.1. Gas idealak eta gas errealak

Orain arte ikusi ditugun legeak gas idealetarako betetzen dira; alegia, gasen teoria zinetikoak ezarritako ereduarekin zehatz-mehatz bat datozen gasetarako. Baina, askotan, portaera hori ez duten gasak erabiltzen ditugu, eta beraz, zenbait zuzenketa egin behar ditugu legetan.

Gas ideala	Gas erreala
	
Presio txikia	Presio handia
<p>Oso partikula gutxi daude ontziaren barruan, eta askatasun osoz mugitzen dira.</p> <p>Hormen kontrako talka kopurua (presioa) partikula kopuruaren araberakoa da.</p> <p>Partikula bakoitza ontziaren bolumen osoan zehar mugitzen da, eta partikulen bolumena baztergarria da. V da ontziaren bolumena, bai eta, aldi berean, gas-partikulek mugitzeko erabil dezaketen bolumena ere.</p>	<p>Ontziaren barruan, partikula asko daude, eta hortaz, interakzio asko daude haien artean.</p> <p>Talka kopurua (presioa) txikiagoa da partikula kopuruari dagokiona baino.</p> <p>Gasaren partikulak ontziaren bolumen osoan zehar mugitzen dira, baina ez, jakina, partikulek beraiek hartzen duten bolumenean (eta hori ez da baztergarria). V ontziaren bolumenari baino ez dagokio. Partikulek mugitzen duten bolumena txikiagoa da.</p>
<p>Gas idealen egoera-ekuazioa:</p> $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$	<p>Gas errealen egoera-ekuazioa:</p> $\left(p + \frac{a \cdot n^2}{V^2} \right) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T$

a eta b parametroei **Van der Waalsen konstante** deritze. Haien balioak gasaren partikulen konposizioaren arabera aldatzen dira; hots, partikulen artean interakzio-indarrak agertzeko aukerak eragina du balio horietan.

- a **presioaren** balioari dagokio. Gas errealean neurtzen dugun presioa txikiagoa da gas idealean neurtuko genukeena baino.
- b **bolumen** erabilgarriari dagokio. Gas errealen partikulek mugitzeko erabil dezaketen bolumena txikiagoa da ontziaren bolumena baino.

Gas batek **portaera ideala** izan dezan, presio txikian egon behar du, eta haren tenperaturak askoz altuagoa izan behar du irakite-puntua baino.

Gas batek **portaera erreala** izango du presio handian edo irakite-puntutik hurbileko tenperaturan badago. Esate baterako, ur-lurrina gas erreala bat da 105 °C-an dagoenean.

JARDUERA

25. 1 L-ko ontzi batean, 0,1 mol H_2 sartu dugu 27 °C-an. Kalkulatu zer presio eragiten duen gas kantitate horrek, eta alderatu 0,1 mol NH_3 -k ontzi berean eta tenperatura berean eragingo lukeenarekin. Eskuinaldeko taulan, bi gas horien Van der Waalsen konstanteak ageri dira.

Eraitza: $p_{H_2} = 2,464 \text{ atm}$; $p_{H_2}/p_{NH_3} = 1,015$

Gasak	a ($\text{atm} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2}$)	b ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$)
H_2	0,2452	0,0265
NH_3	4,225	0,0371

2.2. Gas ideal baten dentsitatea



2.12. irudia. Gas bat berotzean, haren bolumena handitu egiten da; beraz, haren dentsitatea txikitu egiten da. Gasaren dentsitatea airearena baino txikiagoa denean, globoak gora egiten du.

Solidoekin eta likidoekin ez bezala, gasen bolumena asko aldatzen da baldintzen arabera (► 2.12. irudia). Gas baten dentsitatea kalkulatzeko, gas idealen egoera-ekuazioa erabiliko dugu. Mol kopuruan, masak (m) eta masa molarra (M) parte hartzen dute:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T; \quad n \text{ ordez } \frac{m}{M} \text{ jarriz, } p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

Berrantolatuz:

$$p = \frac{m}{V} \cdot \frac{R \cdot T}{M} = d \cdot \frac{R \cdot T}{M}$$

Hortik, gas baten **dentsitatearen** adierazpena ondoriozta dezakegu:

$$d = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

ADIBIDE EBATZIA

7 Konposizio ezezaguneko gas bat dugu.

- Zer dentsitate du 700 mm Hg-an eta 80 °C-an, 1 atm-n eta 273 K-ean 1,97 g/L-ko dentsitatea badu?
- Gasa hidrokarburo bat da, eta haren % 81,82 karbonoa da. Zein da haren formula kimikoa?
- Dentsitatearen adierazpenari esker, gasaren masa molarra jakin dezakezu, dentsitatearen datua jakinda:

$$d = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow M = \frac{d \cdot R \cdot T}{p}$$

$$M = \frac{1,97 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 44,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Orain, gasaren dentsitatea kalkula dezakezu. Adi egon eta erabili unitate egokiak:

$$d = \frac{700 \frac{\text{mmHg}}{760 \frac{\text{mmHg}}{\text{atm}}} \cdot 44,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (80 + 273) \text{ K}} = 1,40 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

- Hidrokarburoaren formula lortzeko, kalkulatu zer proportziotan konbinatzen diren, moletan, haren elementuak, hots, karbonoa eta hidrogenoa. Karbonoaren masa molarra eta portzentajea zein diren dakizunez, elementu bakoitzaren masa kalkula dezakezu mol bat gasetan.

$$\frac{44,1 \text{ g gas}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{81,82 \text{ g C}}{100 \text{ g gas}} = \frac{36,08 \text{ g C}}{1 \text{ mol}}$$

$$\frac{44,1 \text{ g gas}}{1 \text{ mol gas}} - \frac{36,08 \text{ g C}}{1 \text{ mol gas}} = \frac{8,02 \text{ g H}}{1 \text{ mol gas}}$$

Kalkulatu elementu bakoitzaren molak:

$$\frac{36,08 \text{ g C}}{1 \text{ mol gas}} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{12,00 \text{ g C}} \approx 3 \frac{\text{mol C}}{\text{mol gas}}$$

$$\frac{8,02 \text{ g H}}{1 \text{ mol gas}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1,008 \text{ g H}} \approx 8 \frac{\text{mol H}}{\text{mol gas}}$$

C-aren eta H-aren proportzioa, moletan, zenbaki osoen bidez dago adierazita. Hau da formula:



JARDUERAK

- Kalkulatu metanoaren (CH_4) dentsitatea 40 °C-an eta 3 atm-ko presioan.
Emitza: 1,87 g/L
- Kalkulatu metanoaren dentsitatea baldintza estandarretan.
Emitza: 0,71 g/L
- Anpoila batean, 50 °C-an eta 2,2 atm-n 6,7 g/L-ko dentsitatea duen gas bat sartu dugu. Esan sufre dioxidoa, karbono dioxidoa edo sufre trioxidoa den.
Emitza: SO_3
- Konposatu organiko baten konposizio ehundarra hau da: % 52,12, karbonoa; % 13,13, hidrogenoa, eta % 34,75, oxigenoa. Kalkulatu konposatu horren dentsitatea, jakinda 1,5 atm-n eta 25 °C-an 2,85 g/L-ko dentsitatea duela.
Emitza: $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
- Gas baten dentsitatea 2,15 g/L da 25 °C-an eta 1.000 mm Hg-an. Zer temperaturatan bikoiztuko da dentsitate hori presioa aldatu gabe?
Emitza: -124 °C