

Erreakzio kimiko batekin lan egiten dugunean, oso interesgarria da jakitea zer produktu kantitate lor daitekeen erreaktibo kantitate jakin batetik, eta alde-rantziz.

Erreakzio kimiko batean parte hartzen duten substantzien kantitateak erlazionatzen dituzten kalkuluak dira **kalkulu estekiometrikoak**.

Erreakzio baten kalkulu estekiometrikoak egiteko, haren ekuazio kimikoa idatzi eta doitu behar dugu, eta ondoren, substantzien kantitateen arteko proportzio egokiak ezarri.

2.1. Materiari buruzko kalkuluak erreakzio kimikoetan

Estekiometriako ariketetan, erreakzio kimiko batean parte hartzen duten erreaktiboan edo produktuen substantzia **kantitateei buruzko kalkuluak** egiten dira.

Prozesuan parte hartzen duten substantziak honela neurtuko dira: **masa**, solido bat bada; **bolumena**, likido bat bada; eta beste aldagai batzuk (**presioa**, **bolumena** edo **tenperatura**), gas bat bada. Gainera, kasu bakoitzean, substantzia bat beste substantzia batzuekin nahastuta egon daiteke; kasu horretan, **aberastasun-portzentaje** jakin bat izango du, edo **kontzentrazio** jakin batean egongo da.

Ekuazio kimiko batean substantzien formulei gehitzen zaizkien **koefizientek estekiometrikoak** moletan adierazten dute substantzia horiek zer **proportziotan** dauden erreakzioan. Hori dela eta, oso ohikoa da estekiometriako ariketetan substantzia kantitatea moletan adieraztea.

Substantzia solidoak

Substantzia solido baten lagin batean, erreakzionatzen duen substantzia bakarrik edo beste batzuekin nahastuta egon daiteke; nahastuta badago, laginak substantzia horren aberastasun-portzentaje bat duela esaten da.

Substantziak aberastasun-portzentaje jakin bat badu, laginean **zenbat substantzia puru dagoen zehaztu** behar dugu lehendabizi. Ohikoena da **kantitatearen masa** adieraztea. Ondoren, beharrezkoa bada, substantzia kantitatea moletan kalkula daiteke.

JARDUERAK

7. Burdina(III) oxidoaren lagin batek % 65eko aberastasuna du. Zenbat masa hartu beharko genuke lagin horretatik, 0,320 mol burdina(III) oxido puru lortzeko?

Eraitza: 78,62 g

ADIBIDE EBATZIA

- 1 Zaku bat karek % 85eko aberastasuna du CaO-tan. 12 g karearen lagin bat hartzen badugu, zenbat mol CaO hartuko ditugu?

Kalkulatu substantzia puruaren kantitatea:

$$12 \text{ g kare} \cdot \frac{85 \text{ g CaO}}{100 \text{ g kare}} = 10,2 \text{ g CaO}$$

$$M(\text{CaO}) = 40,08 \text{ g/mol} + 16,00 \text{ g/mol} = 56,08 \text{ g/mol CaO}$$

$$10,2 \text{ g CaO} \cdot \frac{1 \text{ mol CaO}}{56,08 \text{ g CaO}} = \mathbf{0,182 \text{ mol CaO puru}}$$

Substantzia likidoa (aberastasuna)

Likido-bolumen jakin baten masa baliokidea kalkulatzeko, likido horren **dentsitatea** erabiltzen dugu.

Askotan, likidoa ez da substantzia puru bat, substantzia horretan aberastan jakin bat duen disoluzio bat baizik. Aurreko kasuan bezala, laginean zenbat substantzia puru dagoen kalkulatu behar dugu, eta ondoren, substantzia kantitatea, moletan. Ikus 2. adibide ebatzia.

Molartasun ezaguneko disoluzioan dagoen substantzia

Molartasun ezaguneko disoluzio batean dagoen substantzia batek parte hartzen badu erreakzio batean, substantzia horren kantitatea zehaztu ahal izango dugu, bi datu hauek erabiliz: disoluzioaren **kontzentrazio molarra** eta **bolumena**. Ikus 3. adibide ebatzia.

Gas-egoeran dagoen substantzia

Gas baten kantitatea zehazteko, zeharkako neurriak erabiltzen dira: zer **presio** egiten duen, ontziak zer **bolumen** duen, gasa zer **temperaturatan** dagoen, etab. Baldin eta neurri horiek badakizkigu, gas idealen egoera-ekuazioak gasaren substantzia kantitatea emango digu. Ikus 4. adibide ebatzia.

ADIBIDE EBATZIAK

- 2** Kalkulatu HNO₃-aren zer substantzia kantitate dagoen, moletan, % 67 aberatsa den eta 1,4 g/mL-ko dentsitatea duen azido komertzial baten 15 mL-tan.

Kalkulatu HNO₃-aren zer masa dagoen azido komertzialaren 15 mL-tan, dentsitatearen datuan onarrituta:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = V \cdot d = 15 \text{ mL} \cdot 1,4 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 21 \text{ g HNO}_3 \text{ komertzial}$$

Aberastanaren datua kontuan hartuta, kalkulatu HNO₃ puruaren masa:

$$21 \text{ g HNO}_3 \text{ komertzial} \cdot \frac{67 \text{ g HNO}_3 \text{ puru}}{100 \text{ g HNO}_3 \text{ komertzial}} = 14,07 \text{ g HNO}_3 \text{ puru}$$

Hori moletan adierazteko, masa molarra behar duzu:

$$14,07 \text{ g HNO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{63,02 \text{ g HNO}_3} = \mathbf{0,223 \text{ mol HNO}_3}$$

- 3** Kalkulatu zenbat mol HNO₃ dauden HNO₃-tan 1,5 M den disoluzio baten 15 mL-tan.

Bolumenaren eta kontzentrazio molarraren datuak jakinda, mol kopurua kalkula dezakezu kontzentrazio molarraren adierazpenean:

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = V \cdot M = 15 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot 1,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \mathbf{0,0225 \text{ mol HNO}_3}$$

- 4** Zenbat mol hidrogeno daude 5 L-ko ontzi batean 20 °C-an, presioa 750 mm Hg bada? Datua: $R = 0,082 \text{ (atm} \cdot \text{L)} / (\text{mol} \cdot \text{K})$.

Aplikatu gas idealen egoera-ekuazioa ($p \cdot V = n \cdot R \cdot T$), bakandu mol kopurua, n , eta ordeztu unitateen konbertsio-faktoreak kontuan hartuta:

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{\frac{750 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} \cdot 5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (20 + 273) \text{ K}} = \mathbf{0,205 \text{ mol H}_2}$$

JARDUERAK

- 8.** Azido sulfurikotan % 85 aberatsa den eta 1,96 g/mL-ko dentsitatea duen lagin baten 20 mL-tan, zenbat mol azido sulfuriko puru daude?

Emitza: 0,340 mol

- 9.** Zenbat mol ur-lurrin daude 1,25 L-ko ontzi batean 300 °C-an, presioa 0,25 atm dela kontuan hartuta? Zein izango da haren masa? Datua:

$R = 0,082 \text{ (atm} \cdot \text{L)} / (\text{mol} \cdot \text{K})$.

Emitza: $6,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$; 0,120 g

2.2. Kalkulu estekiometrikoak erreakzio batean

Estekiometriko problemak ebazteko, egin urrats hauek:

1. Idatzi erreakzioaren **ekuazio kimikoa** eta doitu.
2. Substantzia bakoitzaren azpian, idatzi **ezagutzen dituzun datuak**.
3. Adierazi **moletan** ezagutzen dituzun datuei dagokien substantziaren kantitatea.
4. Kalkulatu, moletan, galdetzen dizuten substantzia kantitatea, koefiziente estekiometrikoek adierazten duten **portzioa** erabiliz.
5. Adierazi lortutako kantitateak **eskatutako unitateetan**.

JARDUERAK

- 10.** Gure organismoak HCl gehiegi sortzen duenean, bihotzerrea izaten dugu. Hori tratatzeko, aluminio hidroxidoko emultsio bat hartu behar da; horrek azidoarekin erreakzionatu, eta aluminio kloruroa eta ura sortzen dira.

- a) Idatzi zer erreakzio gertatu den.
- b) Kalkulatu aluminio hidroxidoaren zer masa hartu behar den 1,25 M den HCl-aren 10 mL neutralizatzeko.
- c) Kalkulatu sortzen den aluminio kloruroaren masa.

Emaita: b) 325 mg; c) 556 mg

- 11.** Potasio kloratoa berotzean, oxigenoa askatzen da, eta potasio kloruroaren hondakin bat geratzen da. Kalkulatu zenbat klorato berotu den, askatutako oxigenoak, 5 L-ko ontzi batean eta 80 °C-an jasota, 3,5 atm-ko presioa egiten badu. Kalkulatu lortutako potasio kloruroaren masa.

Datua: $R = 0,082 \text{ (atm} \cdot \text{L)/(mol} \cdot \text{K)}$.

Emaita: 49,4 g; 30,05 g

- 12.** Hidrokarburu batek oxigeno kantitate mugatu batekin erreakzionatzen duenean, karbono monoxidoa eta ura sortzen dira.

- a) Idatzi zer erreakzioaren bidez C_3H_8 -a CO bihurtzen den.
- b) O_2 -aren zer bolumenek, 0 °C-an eta 1 atm-ean, erreakzionatzen du 4 L C_3H_8 -rekin 2 atm-n eta 25 °C-an?
- c) CO-aren zer bolumen lortuko da, 0 °C-an eta 1 atm-n neurtuta?

Emaita: b) 25,65 L; c) 22,0 L

ADIBIDE EBATZIA

- 5** H_2 -a CH_4 -aren nahaste batek ur-lurrunarekin erreakzionatzean sortzen da. Erreakzio horren beste produktu bat CO_2 -a da. Kalkulatu:

- a) $\text{H}_2\text{O(L)}$ -aren zer bolumenek lurrundu behar du 8 g CH_4 kontsumitzeko?
- b) H_2 -aren zer bolumen lortuko da 80 °C-an eta 5 atm-ko presioan?

Datuak: $d_{\text{ura}} = 1 \text{ g/mL}$, $R = 0,082 \text{ (atm} \cdot \text{L)/(mol} \cdot \text{K)}$.

1. Idatzi erreakzioaren **ekuazio kimikoa** eta doitu. Ikus taula.
2. Taulan, substantzia bakoitzaren azpian, idatzi **datu ezagunak**.
3. Adierazi **moletan** ezagutzen dituzun datuei dagokien substantziaren kantitatea. Horretarako, kasu honetan, CH_4 -aren masa molarra behar duzu:

$$M(\text{CH}_4) = 12,00 + 1,008 \cdot 4 = 16,03 \text{ g/mol}$$

$$80 \text{ g CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16,03 \text{ g CH}_4} = 4,99 \text{ mol CH}_4$$

4. Kalkulatu, moletan, galdetzen dizuten substantzia kantitatea, koefiziente estekiometrikoek adierazten duten **portzioa** erabiliz.

- a) CH_4 -arekin erreakzionatzen duen ur kantitatea, moletan:

$$4,99 \text{ mol CH}_4 \cdot \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_4} = 9,98 \text{ mol H}_2\text{O}$$

- b) CH_4 -tik sortzen den H_2 -aren kantitatea, moletan:

$$4,99 \text{ mol CH}_4 \cdot \frac{4 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol CH}_4} = 19,96 \text{ mol H}_2$$

5. Adierazi lortutako kantitateak **eskatutako unitateetan**.

- a) Kalkulatu uraren masa, eta ondoren, bolumena:

$$9,98 \text{ mol H}_2\text{O} \cdot \frac{18,02 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 179,8 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d} = \frac{179,8 \text{ g}}{1 \text{ g/mL}} = \mathbf{179,8 \text{ mL ur}}$$

- b) Bakandu gasen ekuazioan, H_2 -aren bolumena kalkulatzeko:

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{19,96 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (80 + 273) \text{ K}}{5 \text{ atm}} = \mathbf{115,6 \text{ L}}$$

	CH_4	+	$2 \text{ H}_2\text{O}$	→	4 H_2	+	CO_2
1	1 mol metano	eta	2 mol ur	ematen dute	4 mol hidrogeno	eta	1 mol karbono dioxido
2	80 g						
3	4,99 mol						
4			9,98 mol		16,96 mol		
5			179,8 mL		115,6 L		

Kalkuluak aberastasun jakin bat duten errektiboekin

Batzuetan, analizatu behar dugun lagin batean, substantzia batek ezpurutasunak ditu. Erreakzio kimiko bati esker, substantzia horrek zer aberastasun-maila duen jakin dezakegu. Begiratu adibide honi.

ADIBIDE EBATZIA

- 6 Zink-aluminio baten 8,5 g-ko lagin bat disolbatzeko, azido nitrikotan 1,5 M den disoluzio baten 150 mL erabili ditugu. Horren ondorioz, zink nitratoa eta gas hidrogenoa lortu ditugu. Kalkulatu:

- a) Zinkaren aberastasuna laginean.
b) Lortutako hidrogenoak egingo duen presioa, 25 °C-an 3 L bada.

1. Idatzi erreakzioaren **ekuazio kimikoa** eta doitu. Ikus taula.
2. Taulan, substantzia bakoitzaren azpian, idatzi **datu ezagunak**.
3. Adierazi **moletan** ezagutzen dituzun datuei dagokien substantziaren kantitatea. Kasu honetan, disoluzioaren kontzentrazioaren eta bolumenaren balioak erabiliz, zenbat mol azido nitriko dauden jakin daiteke.

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = M \cdot V = 1,5 \text{ M} \cdot 0,150 \text{ L} = 0,225 \text{ mol HNO}_3$$

4. Kalkulatu, moletan, galdetzen dizuten substantzia kantitatea, koefiziente estekiometrikoez adierazten duten **proporzioa** erabiliz.
 - a) Kalkulatu zenbat zinkek erreakzionatuko lukeen azido kantitate horrekin.

$$0,225 \text{ mol HNO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol Zn}}{2 \text{ mol HNO}_3} = 0,1125 \text{ mol Zn}$$

- b) Azido nitrikotik sortutako H₂-aren kantitatea, moletan, hau da:

$$0,225 \text{ mol HNO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol HNO}_3} = 0,1125 \text{ mol H}_2$$

5. Adierazi lortutako kantitateak **eskatutako unitateetan**.

- a) Adierazi kontsumitutako zinka gramotan:

$$0,1125 \text{ mol Zn} \cdot \frac{63,38 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 7,355 \text{ g Zn}$$

Hasierako laginarekin alderatzean, aberastasuna zehaztu dezakegu:

$$\frac{7,355 \text{ g Zn}}{8,5 \text{ g aleazio}} \cdot 100 = \% \mathbf{86,5 \text{ Zn da}}$$

- b) Bakandu gasen ekuazioan, presioa kalkulatzeko:

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,1125 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (25 + 273) \text{ K}}{3 \text{ L}} = \mathbf{0,916 \text{ atm}}$$

	Zn	+	2 HNO ₃	→	H ₂	+	Zn(NO ₃) ₂
1	1 mol zink	eta	2 mol azido nitriko	ematen dute	1 mol hidrogeno	eta	1 mol zink nitrato
2	8,5 g aleazioan		150 mL 1,5 M				
3			0,225 mol				
4	0,1125 mol				0,1125 mol		
5	% 86,5				0,916 atm		

JARDUERAK

13. Amonio nitratoa, NH₄NO₃, ongari gisa erabiltzen den substantzia bat da. Detonagailu baten eraginpean, lehertu egiten da, eta nitrogenoa, oxigenoa eta ura eratzen dira; hori dela eta, lehergailuak egiteko ere erabiltzen da. Bidoi batean, amonio nitratoa % 80 aberatsa den substantzia baten 0,5 kg dugu. Kantitate hori osorik lehortuko balitz, kalkulatu:

- a) Zer presio egingo lukeen askatzen den nitrogenoak, bidoia 50 L-koa izango balitz eta temperatura 35 °C izango balitz.

- b) Bidoian agertuko litzatekeen uraren bolumena.

Datuak: $R = 0,082 \text{ (atm} \cdot \text{L)/(mol} \cdot \text{K)}$, uraren dentsitatea: 1 g/mL.

Eraitza: a) 2,52 atm; b) 180 mL

14. Burdina(III) oxidoa grabaketa magnetikoko zintak egiteko erabiltzen da, besteak beste. Lagin batean zer aberastasun duen jakiteko, hidrogeno gasarekin erreakzionarazi diogu, eta horren ondorioz, burdina eta ura lortu ditugu.

- a) Kalkulatu burdina(III) oxidorekin portzentajea, 100 g laginek 33,6 L H₂ kontsumitzen baditu 0 °C-an eta 1 atm-ko presioan.

- b) Zer burdina kantitate jalkiko da prozesuan?

Datuak: $R = 0,082 \text{ (atm} \cdot \text{L)/(mol} \cdot \text{K)}$.

Eraitza: a) % 79,9; b) 55,85 g