

## Unitat 5. Càlculs en les reaccions químiques. Estequiometria

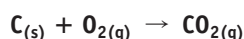
### Activitats

1. Si tenim 3,5 mol de A, quants mols de C obtindrem segons la reacció següent?



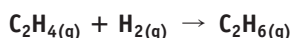
$$3,5 \text{ mol } A \cdot \frac{3 \text{ mol } C}{2 \text{ mol } A} = 5,25 \text{ mol } C$$

2. En la combustió de carboni en presència d'oxigen per donar diòxid de carboni segons la reacció següent es produeixen dues tones d'aquest gas, causant, entre d'altres, de l'efecte d'hivernacle. Quina quantitat de carboni ha reaccionat?



$$2000 \text{ kg } CO_2 \cdot \frac{1 \text{ kmol } CO_2}{44 \text{ kg } CO_2} \cdot \frac{1 \text{ kmol } C}{1 \text{ kmol } CO_2} \cdot \frac{12 \text{ kg } C}{1 \text{ kmol } C} = 545,45 \text{ kg } C$$

3. L'etilè en presència d'hidrogen i en determinades condicions es converteix en età segons la reacció:



Quants litres d'hidrogen a 20 °C i 100 000 Pa es necessiten per reaccionar amb 10 g d'etilè?

$$10 \text{ g etilè} \cdot \frac{1 \text{ mol etilè}}{28 \text{ g etilè}} \cdot \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol etilè}} = 0,357 \text{ mol } H_2$$

Aplicant  $PV = nRT$

$$100\,000 \cdot V = 0,357 \cdot 8,31 \cdot 293$$

$$V = 8,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 8,7 \text{ L}$$

4. Liebig, l'any 1831, va idear un mètode per fer combustions de compostos orgànics de manera controlada. Aquest mètode es basa a fer passar vapors orgànics en presència d'òxid de coure i serveix per conèixer percentatges dels elements presents en mostres orgàniques. En la reacció amb l'età tenim:



Si es detecten 10 L de diòxid de carboni com a producte de la reacció a 200 °C i 120 000 Pa de pressió:

- a) Quina quantitat d'età ha reaccionat?

$$\text{Aplicant } PV = nRT \quad 10 \text{ L} = 0,010 \text{ m}^3$$

$$120\,000 \cdot 0,010 + n \cdot 8,31 \cdot 473 \rightarrow n = 0,305 \text{ mol } CO_2$$

$$0,305 \text{ mol } CO_2 \cdot \frac{1 \text{ mol età}}{2 \text{ mol } CO_2} \cdot \frac{30 \text{ g età}}{1 \text{ mol età}} = 4,58 \text{ g età}$$

- b) Quina quantitat de carboni té aquesta mostra d'età?

$$4,58 \text{ g età} \cdot \frac{24 \text{ g } C}{30 \text{ g età}} = 3,66 \text{ g } C$$

5. La reacció de formació de l'hexafluorur d'osmi és:



- a) Igualta la reacció.



- b) Si posem 10 g de fluor i 10 g d'osmi, quin és el reactiu que reacciona totalment?

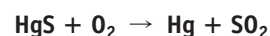
$$10 \text{ g } F_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } F_2}{38 \text{ g } F_2} \cdot \frac{1 \text{ mol } Os}{3 \text{ mol } F_2} \cdot \frac{190,2 \text{ g } Os}{1 \text{ mol } Os} = 16,68 \text{ g } Os$$

No disposem de 16,68 g Os; per tant, el que reacciona totalment són els 10 g de Os.

- c) Quina quantitat d'hexafluorur es produeix?

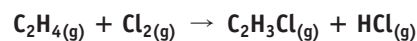
$$10 \text{ g } Os \cdot \frac{1 \text{ mol } Os}{190,2 \text{ g } Os} \cdot \frac{1 \text{ mol } OsF_6}{1 \text{ mol } Os} \cdot \frac{304,2 \text{ g } OsF_6}{1 \text{ mol } OsF_6} = 15,99 \text{ g } OsF_6$$

6. El mineral més important del qual s'obté mercuri és el cinabri (HgS). Després de tractaments fisicoquímics inicials es fa reaccionar amb l'oxigen d'un corrent d'aire a 600 °C per obtenir el metall. Si disposem d'1 kg de cinabri amb una puresa del 70 % en HgS, quina quantitat de mercuri podem obtenir?



$$1000 \text{ g cinabri} \cdot \frac{70 \text{ g HgS}}{100 \text{ g cinabri}} \cdot \frac{1 \text{ mol HgS}}{232,59 \text{ g HgS}} \cdot \frac{1 \text{ mol Hg}}{1 \text{ mol HgS}} \cdot \frac{200,59 \text{ g Hg}}{1 \text{ mol Hg}} = 603,7 \text{ g Hg}$$

7. En la reacció d'obtenció del clorur de vinil a partir d'etilè i clor tenim un rendiment del 75 %. Si partim de 2 kg d'etilè i de clor en excés, quina quantitat de clorur de vinil obtindrem?



$$2 \text{ kg gas} \cdot \frac{75 \text{ kg etilè}}{100 \text{ kg gas}} \cdot \frac{1 \text{ kmol etilè}}{28 \text{ kg etilè}}$$

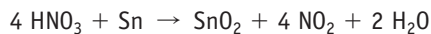
$$\cdot \frac{1 \text{ kmol VC}}{1 \text{ kmol etilè}} \cdot \frac{62,45 \text{ kg VC}}{1 \text{ kmol VC}} = 3,345 \text{ kg VC}$$

8. L'àcid nítric ataca l'estany segons la reacció:



Es barregen 100 g d'estany amb una puresa del 95 % amb 200 mL de dissolució d'àcid nítric 1 M.

- a) Quin reactiu és el que no reacciona totalment? Quina quantitat en sobra?



min = mineral

$$100 \text{ g min} \cdot \frac{95 \text{ g Sn}}{100 \text{ g min}} \cdot \frac{1 \text{ mol Sn}}{118,69 \text{ g Sn}} \cdot \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol Sn}} =$$

$$= 3,2 \text{ mol HNO}_3$$

La quantitat d'àcid nítric que tenim és:

$$\frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} \cdot 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ mol HNO}_3$$

Per tant, en no tenir els 3,2 mols perquè reaccionin els 100 g del mineral de mercuri, aquest és el que no reacciona totalment. Només en reacciona:

$$0,2 \text{ mol HNO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol Sn}}{4 \text{ mol HNO}_3} \cdot \frac{118,69 \text{ g Sn}}{1 \text{ mol Sn}} = 5,93 \text{ g Sn}$$

Sobren:

$$100 \text{ g de mineral } 95/100 = 95 \text{ g Sn}$$

$$95 \text{ g Sn} - 5,93 \text{ g Sn} = 89 \text{ g Sn que sobren.}$$

Reaccionen totalment els 0,2 mol de  $\text{HNO}_3$ .

- b) Si el rendiment és de 95 %, amb quina quantitat d'òxid de nitrogen contaminariem l'atmosfera si el llencéssim?

$$0,2 \text{ mol HNO}_3 \cdot \frac{4 \text{ mol NO}_2}{4 \text{ mol HNO}_3} \cdot \frac{46 \text{ g NO}_2}{1 \text{ mol NO}_2} \cdot \frac{95 \text{ g NO}_2 \text{ reals}}{100 \text{ g NO}_2 \text{ teòrics}} = 8,74 \text{ g NO}_2$$

9. En un sulfur de plom, el sofre hi és en una proporció del 13,38 %. Quina és la fórmula empírica d'aquest compost?

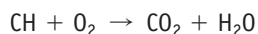
$$\text{S: } \frac{13,38}{32} = 0,418; \quad \frac{0,418}{0,418} = 1$$

$$\text{Pb: } \frac{100 - 13,38}{207,2} = 0,418 \quad \frac{0,418}{0,418} = 1$$

Per tant, la fórmula empírica és  $\text{PbS}$ .

10. En la combustió d'un gram d'un hidrocarbur es produeixen 3,14 g de diòxid de carboni.

- a) Quina és la fórmula empírica de l'hidrocarbur?



Tot el carboni del diòxid de carboni deriva de l'hidrocarbur.

$$3,14 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{12 \text{ g C}}{44 \text{ g CO}_2} = 0,856 \text{ g C}$$

$$1 \text{ g hidrocarbur} - 0,856 \text{ g C} = 0,144 \text{ g H}$$

$$\text{C: } \frac{0,856 \text{ g C}}{12} = 0,0713; \quad \frac{0,0713}{0,0713} = 1$$

$$\text{H: } \frac{0,144 \text{ g H}}{1} = 0,144; \quad \frac{0,144}{0,0713} = 2$$

Per tant, la fórmula empírica és  $\text{CH}_2$ .

- b) Si té una massa molecular de 42 g/mol, quina n'és la fórmula molecular?

$$\text{MM (empírica)} \cdot n = \text{MM}$$

$$14 \cdot n = 42 \rightarrow n = 3$$

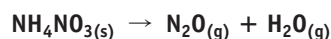
Fórmula molecular,  $\text{C}_3\text{H}_6$ .

- c) Quin és el nom del compost que obeeix a aquesta fórmula?

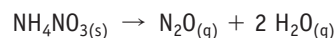
Compostos possibles: propè, o ciclopropà.

## Activitats finals

1. El 21 de setembre de 2001, a la planta de productes químics d'AZF situada a poca distància de Toulouse, es va produir una explosió, provocada fonamentalment per la descomposició de nitrat d'amoni segons la reacció següent:



- a) Igual a aquesta equació.

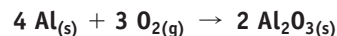


- b) Si hi havia emmagatzemats 2 500 mol de nitrat, quants mols de monòxid de dinitrogen(II) i d'aigua es van produir?

$$2500 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} = 2500 \text{ mol N}_2\text{O}$$

$$2500 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \cdot \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} = 5000 \text{ mol H}_2\text{O}$$

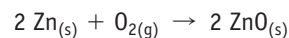
2. Malgrat que l'alumini és un metall que no reacciona fàcilment amb l'oxigen, perquè es recobreix d'una capa d'òxid impermeable que ho impedeix, en determinades condicions es produeix la reacció següent:



Calcula el nombre de mols d'oxigen que es necessiten per reaccionar amb 2 mol d'alumini?

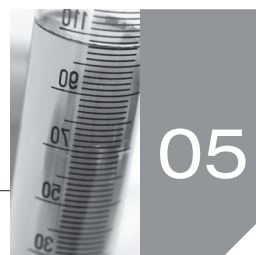
$$2 \text{ mol Al} \cdot \frac{3 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Al}} = 1,5 \text{ mol O}_2$$

3. El zenc és un metall utilitzat per fer objectes emmotllats, planxes, canonades, recipients, per cobrir teulades, per fer fotogravats, etc. Una mostra de 125 g de zenc metàl·lic es vaporitza i es crema amb excés d'oxigen. Quants grams d'òxid de zenc(II) s'obtenen?



$$125 \text{ g Zn} \cdot \frac{1 \text{ mol Zn}}{65,38 \text{ g Zn}} \cdot \frac{2 \text{ mol ZnO}}{2 \text{ mol Zn}} \cdot \frac{81,38 \text{ g ZnO}}{1 \text{ mol ZnO}} =$$

$$= 155,6 \text{ g ZnO}$$



4. L'età,  $C_2H_6$ , és un compost molt utilitzat com a combustible i també en la síntesi de plàstics i altres productes orgànics industrials. La seva reacció amb l'oxigen de l'aire forma diòxid de carboni i aigua.

Si disposem de 10 mol d'età, quants kg d'oxigen es necessiten per a la combustió total de 10 mol d'età?

$$C_2H_6(g) + 7/2 O_2(g) \rightarrow 2 CO_2(g) + 3 H_2O(l)$$

$$10 \text{ mol } C_2H_6 \cdot \frac{3,5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_2H_6} \cdot \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \cdot \frac{1 \text{ kg } O_2}{1000 \text{ g } O_2} =$$

$$= 1,12 \text{ kg } O_2$$

5. Una manera ràpida i fàcil d'obtenir coure al laboratori és amb sulfat de coure i zinc segons l'equació:



A partir de 15,95 g de sulfat de coure i zinc en excés, quants grams de coure es poden obtenir?

$$15,95 \text{ g } CuSO_4 \cdot \frac{1 \text{ mol } CuSO_4}{159,5 \text{ g } CuSO_4} \cdot \frac{1 \text{ mol } Cu}{1 \text{ mol } CuSO_4} \cdot$$

$$\frac{63,5 \text{ g } Cu}{1 \text{ mol } Cu} = 6,35 \text{ g } Cu$$

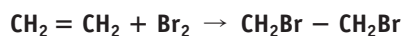
6. El sulfur de ferro(II) es produeix per reacció directa dels seus elements, el sofre i el ferro. Si disposem de 100 g de ferro i sofre en excés, quants grams de sulfur de ferro(II) n'obtidrem, considerant que el rendiment és el màxim possible?

$$Fe + S \rightarrow FeS$$

$$100 \text{ g } Fe \cdot \frac{1 \text{ mol } Fe}{55,85 \text{ g } Fe} \cdot \frac{1 \text{ mol } FeS}{1 \text{ mol } Fe} \cdot \frac{87,85 \text{ g } FeS}{1 \text{ mol } FeS} =$$

$$= 157,3 \text{ g } FeS$$

7. El dibromur d'etil és un producte que s'addicionava a les antigues gasolines amb plom per facilitar l'evacuació dels compostos de plom que es formaven. Es pot obtenir per reacció directa, segons s'indica en l'equació:



Si una petroquímica necessita una tona d'aquest producte, quants metres cúbics d'etilè, en condicions normals, li calen? La reacció és completa i hi ha excés de brom.

$$C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$$

$$10^6 \text{ g } C_2H_4Br_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } C_2H_4Br_2}{188 \text{ g } C_2H_4Br_2} \cdot \frac{1 \text{ mol } C_2H_4}{1 \text{ mol } C_2H_4Br_2} =$$

$$= 5319,15 \text{ mol } C_2H_4$$

Ara hi apliquem l'equació d'estat dels gasos ideals si sabem que en condicions normals  $p = 101300 \text{ Pa}$  i  $T = 273 \text{ K}$ .

$$101300 \text{ Pa} \cdot V = 5319,15 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 273 \text{ K}$$

$$V = 119,25 \text{ m}^3 \text{ d'etilè}$$

8. Un primer pas per obtenir plom metàl·lic és transformar un compost de plom en  $PbO$ . En el cas del nitrat de plom(II),

el procés es fa escalfant-lo, ja que aleshores es descompon en diòxid de nitrogen, oxigen i l'òxid de plom(II).

- a) Escriu l'equació i iguala-la.

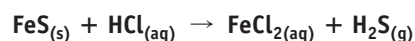


- b) Quants mols de  $PbO$  s'obtidran a partir de la descomposició total de 10 g de  $Pb(NO_3)_2$ ?

$$10 \text{ g } Pb(NO_3)_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } Pb(NO_3)_2}{331 \text{ g } Pb(NO_3)_2} \cdot \frac{2 \text{ mol } PbO}{2 \text{ mol } Pb(NO_3)_2} =$$

$$= 0,03 \text{ mol } PbO$$

9. El sulfur de ferro que hem preparat en el problema 6, el podem utilitzar per a la preparació de sulfur d'hidrogen. Disposem de 157,40 g de  $FeS$  i els fem reaccionar amb àcid clorhídric segons l'equació següent:



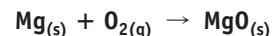
Quants grams de sulfur d'hidrogen n'obtidrem?

$$FeS(s) + 2 HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2S(g)$$

$$157,40 \text{ g } FeS \cdot \frac{1 \text{ mol } FeS}{87,85 \text{ g } FeS} \cdot \frac{1 \text{ mol } H_2S}{1 \text{ mol } FeS} \cdot \frac{34 \text{ g } H_2S}{1 \text{ mol } H_2S} =$$

$$= 60,92 \text{ g } H_2S$$

10. El magnesi és un metall lleuger que, quan s'escalfa, crema en l'aire amb una llum blanca intensa, rica en raigs ultraviolets. Aquesta característica fa que s'utilitzi en pirotècnia. La reacció de combustió es pot representar amb l'equació següent:



Si tenim 20 g de magnesi, quants grams de residu blanc d'òxid es formaran?

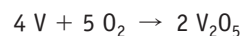
$$Mg(s) + 1/2 O_2 \rightarrow MgO(s)$$

$$20 \text{ g } Mg \cdot \frac{1 \text{ mol } Mg}{24,3 \text{ g } Mg} \cdot \frac{1 \text{ mol } MgO}{1 \text{ mol } Mg} \cdot \frac{40,3 \text{ g } MgO}{1 \text{ mol } MgO} =$$

$$= 33,17 \text{ g } MgO$$

11. El vanadi, nom provinent de *Vana-dís*, deessa de la mitologia escandinava, va ser anomenat així pel suec Sefström, però el seu descobridor va ser l'espanyol Andrés Manuel del Río quan treballava en la mineria de Mèxic. Un dels compostos més significatius que forma aquest element és el pentaòxid de divanadi, que es pot obtenir per reacció directa dels seus elements: vanadi i oxigen.

- a) Escriu l'equació i iguala-la.



- b) Quants grams de vanadi poden reaccionar amb 20 L d'oxigen en condicions normals?

Sabem que 1 mol en condicions normals (1 atm i 0 °C) ocupen 22,4 L, per tant:

$$20 \text{ L } O_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } O_2}{22,4 \text{ L } O_2} \cdot \frac{4 \text{ mol } V}{5 \text{ mol } O_2} \cdot \frac{50,94 \text{ g } V}{1 \text{ mol } V} = 36,39 \text{ g } V$$

12. L'acetilè és un gas incolor i tòxic que crema amb flama molt lluminosa, però és molt inestable i en estat líquid molt explosiu. Es descompon segons l'equació:



Disposem de 10 mol d'acetilè. Quants litres d'hidrogen s'obtidran a 101 300 Pa i 300 K si es descompon tot?

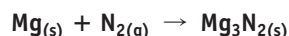
$$10 \text{ mol C}_2\text{H}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2} = 10 \text{ mol H}_2$$

Hi apliquem l'equació d'estat dels gasos ideals:  $pV = nRT$ .

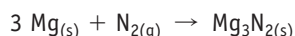
$$101\,300 \text{ Pa} \cdot V = 10 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 300 \text{ K}$$

$$V = 0,2461 \text{ m}^3 \text{ H}_2 = 246,1 \text{ L H}_2$$

13. El magnesi, a més de la reacció amb l'oxigen descrita en el problema 10, és també reactiu si s'escalfa en presència de nitrogen. L'equació que reflecteix aquesta reacció és la següent:



a) Igualar l'equació.



b) Quants grams de nitrur de magnesi es formaran si reaccionen totalment 3,25 g de magnesi?

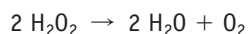
$$3,25 \text{ g Mg} \cdot \frac{1 \text{ mol Mg}}{24,3 \text{ g Mg}} \cdot \frac{1 \text{ mol Mg}_3\text{N}_2}{3 \text{ mol Mg}} \cdot \frac{100,9 \text{ g Mg}_3\text{N}_2}{1 \text{ mol Mg}_3\text{N}_2} = 4,5 \text{ g Mg}_3\text{N}_2$$

c) Quantes molècules de nitrogen reaccionaran amb els 3,25 g de magnesi?

$$3,25 \text{ g Mg} \cdot \frac{1 \text{ mol Mg}}{24,3 \text{ g Mg}} \cdot \frac{1 \text{ mol N}_2}{3 \text{ mol Mg}} \cdot \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ molècules}}{1 \text{ mol}} = 2,69 \cdot 10^{22} \text{ molècules N}_2$$

14. La descomposició de l'aigua oxigenada o peròxid d'hidrogen, en determinades condicions, produeix aigua i oxigen.

Quants litres d'oxigen, a 400 °C de temperatura i a 2,2 atm de pressió, s'obtidran a partir de la reacció total de 300 g de  $\text{H}_2\text{O}_2$ ?



$$300 \text{ g H}_2\text{O}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{34 \text{ g H}_2\text{O}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol H}_2\text{O}_2} = 4,41 \text{ mol O}_2$$

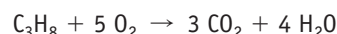
Apliquem l'equació d'estat dels gasos ideals:  $pV = nRT$

$$2,2 \text{ atm} \cdot V = 4,41 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 673 \text{ K}$$

$$V = 110,6 \text{ L O}_2$$

15. El propà és un hidrocarbur molt utilitzat com a combustible de calefaccions domèstiques. La reacció que fa possible l'obtenció d'energia és la combustió amb l'oxigen, que produeix diòxid de carboni i aigua.

Si es mesclen 100 L de propà amb 100 L d'oxigen, quants litres hi haurà al final de la reacció? Es consideren tots els gasos en les mateixes condicions de pressió i temperatura.



CI	100 L	100 L	—	—
CR	20 L	100 L	60 L	80 L
CF	80 L	0 L	60 L	80 L

$$100 \text{ L O}_2 \cdot \frac{1 \text{ L C}_3\text{H}_8}{5 \text{ L O}_2} = 20 \text{ L C}_3\text{H}_8$$

Sumem els litres totals que hi haurà al final de la reacció:

$$80 + 60 + 80 = 220 \text{ L}$$

16. El clorur de mercuri(II) es pot preparar per reacció directa dels seus elements. Si en un recipient s'introdueixen 80 g de mercuri i 40 g de clor:

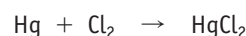
a) Quin serà el reactiu limitant?

Calculem quin serà el reactiu limitant:

$$80 \text{ g Hg} \cdot \frac{1 \text{ mol Hg}}{200,59 \text{ g Hg}} \cdot \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol Hg}} \cdot \frac{70,9 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 28,28 \text{ g Cl}_2$$

Com que tenim els 28,28 g de  $\text{Cl}_2$ , el reactiu limitant és el Hg.

b) Quants grams de  $\text{HgCl}_2$  es formaran?



CI	80 g	40 g	—
CR	80 g	28,28 g	108,28 g
CF	—	11,72 g	108,28 g

Apliquem la llei de Lavoisier a les condicions de reacció:

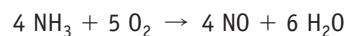
$$80 \text{ g} + 28,28 \text{ g} = 108,28 \text{ g HgCl}_2$$

c) Quantes molècules queden per reaccionar?

$$11,72 \text{ g Cl}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{70,9 \text{ g Cl}_2} \cdot \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ molècules}}{1 \text{ mol}} = 9,96 \cdot 10^{22} \text{ molècules Cl}_2$$

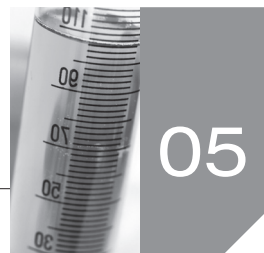
17. La reacció de l'amoníac amb oxigen, que forma monòxid de nitrogen i aigua, té lloc en estat gasós.

Si es parteix d'una mescla de 10 L d'oxigen i 3 L d'amoníac, mesurats en les mateixes condicions de pressió i temperatura, calcula el volum de la mescla gasosa després de la reacció, en les mateixes condicions de pressió i temperatura.



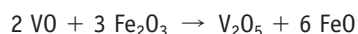
CI	3 L	10 L	—	—
CR	3 L	3,75 L	3 L	4,5 L
CF	—	6,25 L	3 L	4,5 L

Per tant, el volum de la mescla gasosa després de la reacció és:  $6,25 + 3 + 4,5 = 13,75 \text{ L}$  totals.



18. En reaccionar l'òxid de vanadi(II) amb l'òxid de ferro(III) es formen òxid de vanadi(V) i òxid de ferro(II).

a) Escriu l'equació química corresponent i iguala la reacció.



Calculem quin és el reactiu limitant:

$$5,75 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{159,7 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \cdot \frac{2 \text{ mol VO}}{3 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \cdot \frac{66,9 \text{ g VO}}{1 \text{ mol VO}} = 1,61 \text{ g VO}$$

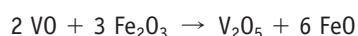
Per tant, el reactiu limitant és el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

b) Calcula la massa d'òxid de vanadi(V) que es pot obtenir a partir de 2,00 g d'òxid de vanadi(II) i 5,75 g d'òxid de ferro(III).

Calculem els grams de V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que se n'obtenen:

$$5,75 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{159,7 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \cdot \frac{1 \text{ mol V}_2\text{O}_5}{3 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \cdot \frac{181,8 \text{ g V}_2\text{O}_5}{1 \text{ mol V}_2\text{O}_5} = 2,18 \text{ g V}_2\text{O}_5$$

Aleshores:



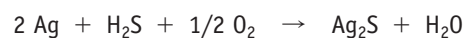
CI            2 g    5,75 g    —    —

CR            1,61 g   5,75 g

CF            0,39 g    —

19. La plata metàl·lica s'ennegreix ràpidament a l'aire en presència de sulfur d'hidrogen per la formació de sulfur de plata. Aprofitant aquesta reacció química, quina quantitat de sulfur de plata es podria obtenir a partir d'una mescla de 0,960 g de plata, 0,140 g de sulfur d'hidrogen i 0,080 g d'oxigen? Indica quina és la solució correcta:

- a) 1,02 g                      d) 2,04 g
- b) 1,10 g                      e) 2,20 g
- c) 1,24 g                      f) 2,15 g



CI    0,960 g   0,140 g   0,080 g

Calculem quin és el reactiu limitant:

$$0,96 \text{ g Ag} \cdot \frac{1 \text{ mol Ag}}{107,9 \text{ g Ag}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{S}}{2 \text{ mol Ag}} \cdot \frac{34 \text{ g H}_2\text{S}}{1 \text{ mol H}_2\text{S}} = 0,15 \text{ g H}_2\text{S}$$

No tenim prou H<sub>2</sub>S; per tant, Ag no és el reactiu limitant.

$$0,140 \text{ g H}_2\text{S} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{S}}{34 \text{ g H}_2\text{S}} \cdot \frac{0,5 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol H}_2\text{S}} \cdot \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 0,07 \text{ g O}_2$$

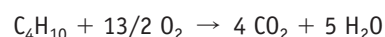
Tenim prou O<sub>2</sub>; per tant, el reactiu limitant és el H<sub>2</sub>S.

Ara ja podem calcular la quantitat de sulfur d'argent:

$$0,140 \text{ g H}_2\text{S} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{S}}{34 \text{ g H}_2\text{S}} \cdot \frac{1 \text{ mol Ag}_2\text{S}}{1 \text{ mol H}_2\text{S}} \cdot \frac{247,8 \text{ g Ag}_2\text{S}}{1 \text{ mol Ag}_2\text{S}} = 1,02 \text{ g Ag}_2\text{S}$$

Per tant, la solució correcta és la a).

20. Un recipient de 20 dm<sup>3</sup> conté a 300 K una mescla de 8 g d'oxigen, 1 g de butà i 1 g d'heli. En fer-hi saltar una guspira elèctrica, la mescla reacciona i es produeix diòxid de carboni i vapor d'aigua. Calcula la massa de diòxid de carboni obtinguda.



CI            1 g            8 g

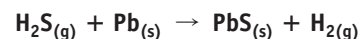
Calculem quin és el reactiu limitant:

$$1 \text{ g C}_4\text{H}_{10} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{58 \text{ g C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{6,5 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 3,59 \text{ g O}_2$$

Per tant, el reactiu limitant és el butà. Ara ja podem calcular la massa de CO<sub>2</sub> obtinguda:

$$1 \text{ g C}_4\text{H}_{10} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{58 \text{ g C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{4 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 3,03 \text{ g CO}_2$$

21. El sulfur d'hidrogen és un gas d'olor molt desagradable (com d'ous podrits). La seva reacció amb el plom es resumeix amb l'equació següent:



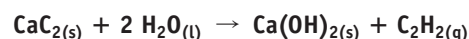
Si amb una mostra de 5 g que conté plom es formen 0,853 g de PbS, quin és el tant per cent d'aquest metall en la mostra?

$$0,853 \text{ g PbS} \cdot \frac{1 \text{ mol PbS}}{239,2 \text{ g PbS}} \cdot \frac{1 \text{ mol Pb}}{1 \text{ mol PbS}} \cdot \frac{207,2 \text{ g Pb}}{1 \text{ mol Pb}} = 0,7388 \text{ g Pb}$$

Calculem-ne el %:

$$\frac{0,7388 \text{ g PbS}}{5 \text{ g mostra}} \cdot 100 = 14,78 \% \text{ Pb de la mostra}$$

22. A partir de carbur de calci és molt fàcil obtenir acetilè, segons l'equació:

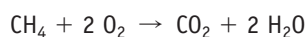


Calcula la massa d'hidròxid de calci formada i el volum d'acetilè que s'allibera, en condicions normals, a partir de 0,8 g d'un carbur de calci amb un 90% de puresa.

$$0,8 \text{ g CaC}_2 \cdot \frac{90}{100} \cdot \frac{1 \text{ mol CaC}_2}{64 \text{ g CaC}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol CaC}_2} \cdot \frac{74 \text{ g Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2} = 0,83 \text{ g Ca(OH)}_2$$

$$0,8 \text{ g CaC}_2 \cdot \frac{90}{100} \cdot \frac{1 \text{ mol CaC}_2}{64 \text{ g CaC}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2}{1 \text{ mol CaC}_2} \cdot \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 0,25 \text{ L C}_2\text{H}_2$$

23. Per combustió d'1 kg d'una mescla de metà i nitrogen, s'obté 1 m<sup>3</sup> de diòxid de carboni, mesurat a la pressió d'1,01 · 10<sup>5</sup> Pa i a la temperatura de 27 °C. Calcula el percentatge de metà en la mescla inicial.



Com que tot el CO<sub>2</sub> s'obté del metà, podem calcular els mols de CO<sub>2</sub> aplicant l'equació d'estat dels gasos ideals:  $pV = nRT$ .

$$101\,300 \text{ Pa} \cdot 1 \text{ m}^3 = n \cdot 8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 300 \text{ K}$$

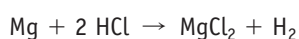
$$n = 40,6 \text{ mol CO}_2$$

Per tant:

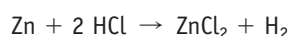
$$40,6 \text{ mol CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CH}_4}{1 \text{ mol CO}_2} \cdot \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 649,6 \text{ g CH}_4$$

$$\frac{649,6 \text{ g CH}_4}{1000 \text{ g total}} \cdot 100 = 64,96\% \text{ metà}$$

24. Una mescla de magnesi i zinc té una massa total de 2,448 g i, en reaccionar amb àcid diluït, produeix 1,248 dm<sup>3</sup> d'hidrogen, mesurats a 20 °C i 9,76 · 10<sup>4</sup> Pa. Calcula el percentatge de zinc en la mescla inicial.



$$x \qquad \qquad \qquad x$$



$$y \qquad \qquad \qquad y$$

Hi apliquem l'equació d'estat dels gasos ideals:  $pV = nRT$ .

$$9,76 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 1,248 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = n \cdot 8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 293 \text{ K}$$

$$n = 0,05 \text{ mol H}_2$$

Plantegem el següent sistema d'equacions:

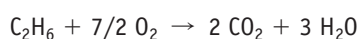
$$\left. \begin{array}{l} x + y = 2,448 \\ \frac{x}{24,3} + \frac{y}{65,38} = 0,05 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} x = 0,486 \text{ g Mg} \\ y = 1,962 \text{ g Zn} \end{array}$$

Per tant, el percentatge de zinc en la mescla inicial serà:

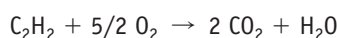
$$\frac{1,962}{2,448} \cdot 100 = 80,15\%$$

25. Dins d'un recipient introduïm 30 cm<sup>3</sup> d'una mescla d'età i etí i 120 cm<sup>3</sup> d'oxigen. Per mitjà d'una guspira elèctrica, en provoquem la combustió. Després de condensar l'aigua i separar-la, hi queden 81 cm<sup>3</sup> en total de diòxid de carboni format i oxigen sobrant. Calcula la composició en volum de la mescla inicial.

Escrivim les equacions del procés:



$$x \quad 3,5x \quad 2x$$



$$y \quad 2,5y \quad 2y$$

El residu de CO<sub>2</sub> i O<sub>2</sub> és de 81 cm<sup>3</sup>.

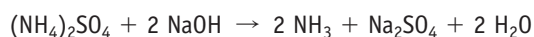
Plantegem el següent sistema d'equacions:

$$\left. \begin{array}{l} x + y = 30 \\ (2x + 2y) + (120 - 3,5x - 2,5y) = 81 \end{array} \right\} \begin{array}{l} x + y = 30 \\ 1,5x + 0,5y = 39 \end{array}$$

El resollem i n'obtenim que la composició de la mescla inicial és:

$$\left. \begin{array}{l} x = 24 \text{ cm}^3 \text{ d'età} \\ y = 6 \text{ cm}^3 \text{ d'etí} \end{array} \right\}$$

26. Una mostra de 5,13 g de sulfat d'amoni impur reacciona amb un excés d'hidròxid de sodi i s'obtenen 1,80 dm<sup>3</sup> d'amoniac gas mesurats a 20 °C i 10<sup>5</sup> Pa, sulfat de sodi i aigua. Calcula el percentatge en massa de sulfat d'amoni en la mostra analitzada.



Calculem els mols de NH<sub>3(g)</sub> que n'hem obtingut aplicant-hi l'equació d'estat dels gasos ideals:  $pV = nRT$ .

$$10^5 \text{ Pa} \cdot 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = n \cdot 8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 293 \text{ K}$$

$$n = 0,074 \text{ mol NH}_3$$

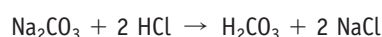
$$0,074 \text{ mol NH}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol NH}_3} \cdot \frac{132 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} = 4,884 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$$

Per tant, el percentatge en massa del sulfat d'amoni és:

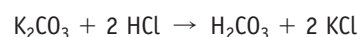
$$\frac{4,884 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ pur}}{5,13 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ impur}} \cdot 100 = 95,20\%$$

27. Una mostra de 0,997 g d'una mescla de carbonat de sodi anhidre (sense aigua de cristallització) i carbonat de potassi anhidre es tracta amb un petit excés d'àcid clorhídric diluït. La dissolució que en resulta s'evapora fins que només hi queden residus sòlids que tenen una massa d'1,090 g. Calcula la composició de la mostra inicial.

Escrivim les equacions del procés:



$$x$$



$$y$$

L'àcid carbònic es descompon en CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O, de manera que s'evaporen i ens queda com a residu una mescla de NaCl i KCl.

Plantegem el sistema d'equacions següent:

$$\left. \begin{array}{l} x + y = 0,997 \\ 2 \left( \frac{x}{M(\text{Na}_2\text{O}_3)} \right) \cdot M(\text{NaCl}) + 2 \left( \frac{y}{M(\text{K}_2\text{O}_3)} \right) \cdot M(\text{KCl}) = 1,090 \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} x + y = 0,997 \\ 1,104x + 1,080y = 1,090 \end{array} \right\}$$

Resolem el sistema i n'obtenim que:  $x = 0,552 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$  i  $y = 0,445 \text{ g K}_2\text{CO}_3$

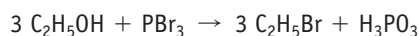
Per tant, la composició inicial de la mostra inicial és:

$$\frac{0,552 \text{ g}}{0,997 \text{ g}} \cdot 100 = 55,37\% \text{ Na}_2\text{CO}_3$$

**28. Un estudiant prepara bromur d'etil d'acord amb l'equació següent:**



Fa reaccionar 24 g d'alcohol amb 59 g de tribromur de fòsfor. Indica el rendiment obtingut si l'estudiant només obté 36 g de bromur d'etil.



Primerament hem d'esbrinar quin és el reactiu limitant:

$$59 \text{ g PBr}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol PBr}_3}{271 \text{ g PBr}_3} \cdot \frac{3 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol PBr}_3} \cdot \frac{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 30,04 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

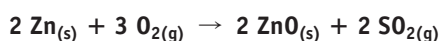
No tenim prou alcohol, per tant tot el  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  reacciona, que és en aquest cas el reactiu limitant:

$$24 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} \cdot \frac{3 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{Br}}{3 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} \cdot \frac{109 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{Br}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{Br}} = 56,87 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{Br}$$

Per tant, el rendiment és:

$$\frac{36 \text{ g}}{56,87 \text{ g}} \cdot 100 = 63,3\%$$

**29. La principal mena de zinc és el sulfur de zinc. La mena se separa de la ganga del mineral per un procés anomenat flotació. Després, s'escalfa a l'aire en un procés anomenat torrefacció i s'obté òxid de zinc segons l'equació:**



L'òxid es tracta després amb àcid sulfúric diluït:



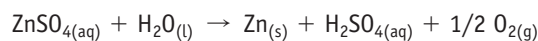
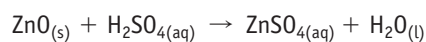
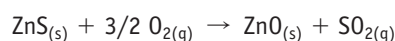
i el ZnO passa també a  $\text{ZnSO}_4$ . Ara, la solució només conté  $\text{ZnSO}_4$ .

Finalment, es fa passar a través d'un corrent elèctric per obtenir el metall electrolíticament. La reacció és:



Quina massa de zinc s'obté a partir d'un mineral que conté 100 kg de ZnS si el procés de torrefacció té un rendiment del 91 % i el d'electròlisi del 98 %? Indica quina és la solució correcta:

- a) 39,9 kg                      d) 72,3 kg  
b) 48,2 kg                      e) 89,9 kg  
c) 59,9 kg                      f) 24,1 kg



El procés és mol a mol: 1 mol ZnS reacciona i dóna 1 mol de  $\text{ZnSO}_4$ . El procés electrolític també és mol a mol. Per tant:

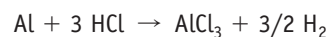
$$100\,000 \text{ g ZnS} \cdot \frac{91}{100} \cdot \frac{1 \text{ mol ZnS}}{97,4 \text{ g ZnS}} \cdot \frac{1 \text{ mol Zn}}{1 \text{ mol ZnS}} \cdot \frac{65,4 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} \cdot \frac{98}{100} = 59\,880,6 \text{ g Zn}$$

Per tant, la resposta correcta és 59,9 kg de Zn. Que correspon a l'apartat c).

**30. L'alumini és un metall cada vegada més utilitzat en la conservació d'aliments: l'anomenat paper d'alumini, o incorrectament paper de plata.**

Una làmina d'alumini reacciona amb sulfurant (dissolució d'àcid clorhídric) i s'obtenen 500 mL d'hidrogen que exerceixen una pressió de 730 mmHg a la temperatura de 20 °C. Quina és la pèrdua de pes de la làmina? Indica quina és la solució correcta.

- a) 0,54 g                      d) 0,43 g  
b) 0,32 g                      e) 0,36 g  
c) 0,38 g                      f) 0,61 g



Hi apliquem l'equació d'estat dels gasos ideals per saber el nombre de mol que n'hem obtingut:  $pV = nRT$ .

$$\frac{730}{760} \text{ atm} \cdot 0,5 \text{ L} = n \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 293 \text{ K}$$

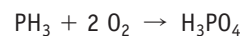
$$n = 0,02 \text{ mol H}_2$$

Per factors de conversió:

$$0,02 \text{ mol H}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol Al}}{1,5 \text{ mol H}_2} \cdot \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 0,36 \text{ g Al}$$

Per tant, la resposta correcta és la e).

**31. La fosfina,  $\text{PH}_3$ , reacciona amb oxigen i s'obté àcid fosfòric (o ortofosfòric). L'àcid fosfòric obtingut a partir de 40 dm<sup>3</sup> de fosfina, a 298 K i 0,93 · 10<sup>5</sup> Pa, es dissol en aigua i s'obtenen 3 dm<sup>3</sup> de dissolució de densitat 1035 kg·m<sup>-3</sup>. Calcula la composició de la dissolució obtinguda i expressa el resultat en:**



Primerament hem de calcular el nombre de mol de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  obtingut:

$$pV = nRT$$

$$0,93 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 40 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = n \cdot 8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 298 \text{ K}$$

$$n = 1,5 \text{ mol PH}_3$$

Com que la reacció és mol a mol, hem obtingut 1,5 mol  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

Per tant, ara ja podem calcular la composició de la dissolució de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  obtinguda:

a) mol·dm<sup>-3</sup>

$$\frac{1,5 \text{ mol}}{3 \text{ dm}^3} = 0,5 \text{ M}$$

b) tant per cent en massa

$$\frac{1,5 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \cdot 98 \text{ g H}_3\text{PO}_4 \cdot 1 \text{ dm}^3 \text{ dissolució}}{3 \text{ dm}^3 \text{ dissolució} \cdot 1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \cdot 1,035 \text{ g dissolució}} \cdot 100 = 4,73 \%$$

c) mol·kg<sup>-1</sup> (molalitat)

$$1,5 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \cdot \frac{98 \text{ g H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4} = 147 \text{ g H}_3\text{PO}_4$$

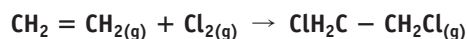
$$3 \text{ dm}^3 \text{ dissolució} \cdot \frac{1,035 \text{ g}}{1 \text{ dm}^3} = 3,105 \text{ g dissolució}$$

Hi apliquem la definició de molalitat:

$$m = \frac{1,5 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}{(3,105 - 0,147) \text{ kg dissolvent}} = 0,507$$

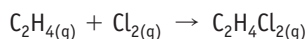
32. Molts derivats clorats d'hidrocarburs tenen una gran aplicació tècnica, com ara l'1,2-dicloroetà, que és un dissolvent molt emprat. S'obté industrialment a partir d'etilè per addició de clor.

Tenim una mescla gasosa d'etilè i clor a la pressió total de 600 mmHg i a la temperatura adequada i compostos que acceleren la reacció. Es produeix 1,2-dicloroetà gas amb un rendiment del 100 %.



Quina és la relació molar entre els gasos de la mescla inicial, si un cop acabada la reacció s'obté una nova mescla gasosa en les mateixes condicions de temperatura i volum inicials, però a la pressió total de 400 mmHg? Digues quina és la solució correcta:

- La mescla inicial és equimolar.
- Les dues substàncies estan inicialment en una proporció molar de 2 : 1.
- Les dues substàncies estan inicialment en una proporció molar de 3 : 1.
- Les dues substàncies estan en una proporció molar de 5 : 1.
- No es pot saber la relació inicial perquè la reacció és total.



CI	x	y	—
CR	x	x	x
CF	—	y - x	x

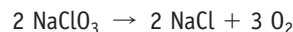
A l'inici de la reacció tenim x + y mol de gas, mentre que al final en tenim solament y. Si hi apliquem l'equació d'estat dels gasos ideals i plantegem un sistema d'equacions podem esbrinar quina és la relació molar a la mescla inicial. Hem de tenir en compte que les condicions de temperatura i volum inicials són les mateixes que les finals.

$$\left. \begin{aligned} \frac{600}{760} \cdot V &= (x + y) \cdot R \cdot T \\ \frac{400}{760} \cdot V &= y \cdot R \cdot T \end{aligned} \right\} \frac{600}{400} = \frac{x + y}{y} \left. \vphantom{\begin{aligned} \frac{600}{760} \cdot V &= (x + y) \cdot R \cdot T \\ \frac{400}{760} \cdot V &= y \cdot R \cdot T \end{aligned}} \right\} 1,5 = \frac{x}{y} + 1$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{x}{y} &= 0,5 \\ \frac{y}{x} &= 2 \end{aligned} \right\}$$

Per tant, la solució correcta és la b).

33. 300 mL d'una dissolució de clorat de sodi són evaporats fins que només en queden residus sòlids. Si es continua escalfant la sal seca, es descompon en clorur de sodi (sòlid) i oxigen. S'obtenen 2,24 dm<sup>3</sup> d'oxigen, mesurats a 300 K i 10<sup>5</sup> Pa. Calcula quina és la concentració de la dissolució de partida.



Calculem el nombre de mols de O<sub>2</sub> que s'obtenen a partir de l'equació d'estat dels gasos ideals: pV = nRT

$$\frac{10^5}{101300} \text{ atm} \cdot 2,24 \text{ L} = n \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 300 \text{ K}$$

$$n = 0,09 \text{ mol O}_2$$

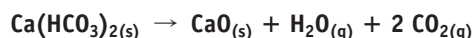
Per estequiometria:

$$0,09 \text{ mol O}_2 \cdot \frac{2 \text{ mol NaClO}_3}{3 \text{ mol O}_2} = 0,06 \text{ mol NaClO}_3$$

La concentració inicial, per tant, és:

$$\frac{0,06 \text{ mol NaClO}_3}{0,3 \text{ L dissolució}} = 0,2 \text{ M}$$

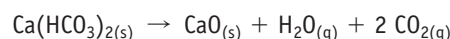
34. Tenim una mostra sòlida que és una mescla de Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub> i CaO. En escalfar-ne exactament 100 g, els dos primers compostos es descomponen, i s'obtenen 2,16 g de H<sub>2</sub>O i 15,84 g de CO<sub>2</sub>. Les equacions de descomposició són les següents:



Determina quina de les respostes següents és el percentatge en massa de CaO en la mescla inicial.

- 44,5 %
- 19,5 %
- 82 %
- 0,68 %
- 68,5 %
- 51,9 %

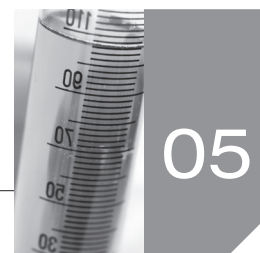
Si observem les equacions, veurem que tota l'aigua prové de la primera reacció:



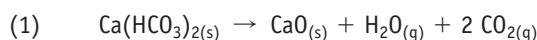
Per tant, per estequiometria tenim:

$$2,16 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \cdot \frac{1 \text{ mol Ca}(\text{HCO}_3)_2}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \cdot \frac{162 \text{ g Ca}(\text{HCO}_3)_2}{1 \text{ mol Ca}(\text{HCO}_3)_2} = 19,44 \text{ g Ca}(\text{HCO}_3)_2$$





En canvi, el CO<sub>2</sub> prové de les dues reaccions següents:



Per estequiometria podem saber quina quantitat de CO<sub>2</sub> prové de l'equació 1:

$$2,16 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \cdot \frac{1 \text{ mol Ca}(\text{HCO}_3)_2}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \cdot \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol Ca}(\text{HCO}_3)_2} \cdot \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 10,56 \text{ mol CO}_2$$

Com que hem obtingut 15,84 g de CO<sub>2</sub> totals:

$$15,84 \text{ g CO}_2 - 10,56 \text{ g CO}_2 \text{ (equació 1)} = 5,28 \text{ g CO}_2 \text{ (equació 2)}$$

Per estequiometria la quantitat de CaCO<sub>3</sub> de la mescla inicial:

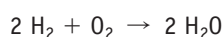
$$5,28 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \cdot \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 12 \text{ g CaCO}_3$$

Com que teníem 100 g de mescla inicial:

$$100 \text{ g total} - 19,44 \text{ g Ca}(\text{HCO}_3)_2 - 12 \text{ g CaCO}_3 = 68,56 \text{ g CaO inicials}$$

Per tant, el percentatge en massa de CaO és del 68,56% i la resposta correcta és la e).

35. En un recipient tancat hi ha una mescla d'oxigen i d'hidrogen a 4,5 · 10<sup>5</sup> Pa i a 300 K. S'hi fa saltar una guspira, que provoca la reacció. La mescla de gasos que en resulta, vapor d'aigua i oxigen, fa una pressió de 6 · 10<sup>5</sup> Pa a 500 K. Determina la composició de la mescla inicial.



CI	x	y	
CR	x	x/2	x
CF	—	(y - x/2)	x

Primer calculem el nombre de mols de la mescla inicial, aplicant-hi l'equació d'estat dels gasos ideals:  $pV = nRT$

$$4,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = n \cdot 8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 300 \text{ K}$$

$$n = 0,18 \text{ mol}$$

I de la mescla final:

$$pV = nRT$$

$$6 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = n \cdot 8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 500 \text{ K}$$

$$n = 0,144 \text{ mol}$$

Apliquem el sistema d'equacions següent:

$$\left. \begin{array}{l} x + y = 0,18 \\ \left(y - \frac{x}{2}\right) + x = 0,144 \end{array} \right\} \begin{array}{l} x + y = 0,18 \\ x + 2y = 0,288 \end{array} \left. \begin{array}{l} x = 0,072 \text{ mol H}_2 \\ y = 0,108 \text{ mol O}_2 \end{array} \right\}$$

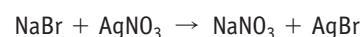
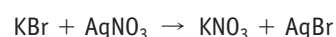
Per tant, la composició de la mescla inicial és:

$$\frac{0,072}{0,18} \cdot 100 = 40\% \text{ H}_2$$

$$\frac{0,108}{0,18} \cdot 100 = 60\% \text{ O}_2$$

36. Una mostra de 0,560 g d'una mescla de bromur de potassi i bromur de sodi es dissol en aigua. En afegir-hi una dissolució de nitrat de plata, s'obté un precipitat de 0,970 g de bromur de plata. Calcula els grams de bromur de potassi que hi havia en la mescla inicial.

Les dues reaccions que es produeixen són:



Anomenem  $x = \text{g KBr inicials}$  i  $y = \text{g NaBr inicials}$ . Podem plantejar el sistema d'equacions següent:

$$\left. \begin{array}{l} x + y = 0,560 \\ \frac{x}{M(\text{KBr})} \cdot M(\text{AgBr}) + \frac{y}{M(\text{NaBr})} \cdot M(\text{AgBr}) = 0,970 \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} x + y = 0,560 \\ 1,579x + 1,824y = 0,970 \end{array} \right\} \begin{array}{l} x = 0,210 \\ y = 0,350 \end{array}$$

En la mescla inicial hi havia 0,21 g de KBr i 0,35 g de NaBr.

37. El BaO<sub>2</sub> es descompon per escalfament segons l'equació següent:



D'altra banda, l'azidur de sodi, NaN<sub>3</sub>, desprèn N<sub>2(g)</sub> mitjançant la seva descomposició tèrmica controlada segons l'equació:



Si una càpsula espacial de 10 m<sup>3</sup> vol crear una atmosfera artificial, a 25 °C i 1 atm, de les mateixes característiques de l'aire (79% en N<sub>2</sub> i 21% en O<sub>2</sub> en volum), quants grams de BaO<sub>2</sub> per gram de NaN<sub>3</sub> es necessitarien? Assenyala la resposta correcta:

- a) 0,80                      d) 1,38  
b) 2,08                      e) 3,76  
c) 0,70                      f) 6,21

Primer calculem quants mol de N<sub>2</sub> i O<sub>2</sub> necessitem per crear l'atmosfera artificial:

$$\text{N}_2: 10\,000 \text{ L} \cdot \frac{79 \text{ L N}_2}{100 \text{ L aire}} = 7\,900 \text{ L N}_2$$

$$pV = nRT$$

$$1 \text{ atm} \cdot 7\,900 \text{ L} = n \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 298 \text{ K}$$

$$n = 323,3 \text{ mol N}_2$$

$$\text{O}_2: 10\,000 \text{ L} \cdot \frac{21 \text{ L O}_2}{100 \text{ L aire}} = 2\,100 \text{ L O}_2$$

$$pV = nRT$$

$$1 \text{ atm} \cdot 2 \cdot 100 \text{ L} = n \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 298 \text{ K}$$

$$n = 85,9 \text{ mol O}_2$$

Ara podem calcular els grams de  $\text{BaO}_2$  i  $\text{NaN}_3$  que necessitem:

$$85,9 \text{ mol O}_2 \cdot \frac{2 \text{ mol BaO}_2}{1 \text{ mol O}_2} \cdot \frac{169,3 \text{ g BaO}_2}{1 \text{ mol BaO}_2} = 29085,7 \text{ g BaO}_2$$

$$323,3 \text{ mol N}_2 \cdot \frac{2 \text{ mol NaN}_3}{3 \text{ mol N}_2} \cdot \frac{65 \text{ g NaN}_3}{1 \text{ mol NaN}_3} = 14009,7 \text{ g NaN}_3$$

Per tant, la quantitat de  $\text{BaO}_2$  que necessitem per gram de  $\text{NaN}_3$  és:

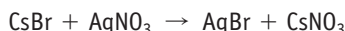
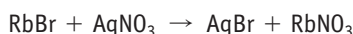
$$\frac{29085,7 \text{ g BaO}_2}{14009,7 \text{ g NaN}_3} = 2,08$$

La resposta correcta és la b).

38. La gravimetria és un mètode analític que mesura la quantitat d'una substància determinada pesant un compost insoluble d'estequiometria ben definida. Es pot emprar per a la determinació d'halurs. Una mostra de 17,7 g conté bromur de rubidi i bromur de cesi. El brom total es determina gravimètricament per reacció dels compostos de la barreja amb nitrat de plata. S'obtenen 18,90 g de bromur de plata. Quin és el percentatge de  $\text{RbBr}$  en la mescla? Indica la resposta correcta.

- a) 33,1%                      d) 53,3%  
b) 46,7%                      e) 73,3%  
c) 27,8%                      f) 64,8%

Les reaccions que es produeixen són les següents:



Definim  $x$  = grams de  $\text{RbBr}$  inicials i  $y$  = grams  $\text{CsBr}$  inicials.

Podem plantejar el sistema d'equacions següents:

$$\left. \begin{array}{l} x + y = 17,7 \\ \frac{x}{M(\text{RbBr})} + \frac{y}{M(\text{CsBr})} = \frac{18,90}{M(\text{AgBr})} \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} x + y = 17,7 \\ \frac{x}{165,5} + \frac{y}{212,9} = \frac{18,90}{187,9} \end{array} \right\} \begin{array}{l} x = 12,97 \\ y = 4,73 \end{array}$$

Per tant, el percentatge de  $\text{RbBr}$  en la mescla és:

$$\frac{12,97 \text{ g RbBr}}{17,7 \text{ g mostra}} \cdot 100 = 73,3\%$$

I la resposta correcta és la e).

39. Calcula la fórmula empírica d'un òxid de fòsfor que conté el 56,3% d'oxigen.

$\text{P}_x\text{O}_y$

$$\text{O: } \frac{56,3}{16} = 3,52 \rightarrow \frac{3,52}{1,41} = 2,5 \xrightarrow{\times 2} 5$$

$$\text{P: } \frac{43,7}{30,9} = 1,41 \rightarrow \frac{1,41}{1,41} = 1 \xrightarrow{\times 2} 2$$

$\text{P}_2\text{O}_5$  pentòxid de difosfor.

40. Un òxid de ferro té un 69,94% en massa de ferro. Calcula la fórmula empírica de l'òxid.

$\text{Fe}_x\text{O}_y$

$$\text{O: } \frac{30,06}{16} = 1,88 \rightarrow \frac{1,88}{1,25} = 1,5 \xrightarrow{\times 2} 3$$

$$\text{Fe: } \frac{69,94}{55,8} = 1,25 \rightarrow \frac{1,25}{1,25} = 1 \xrightarrow{\times 2} 2$$

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  òxid de ferro(III).

41. Una mostra de 2,000 g d'un compost orgànic té 1,548 g de carboni, 0,150 g d'hidrogen i 0,301 g de nitrogen. Calcula'n la fórmula empírica.

$\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z$

$$\text{C: } \frac{1,548}{12} = 0,129 \rightarrow \frac{0,129}{0,0215} = 6$$

$$\text{H: } \frac{0,150}{1} = 0,150 \rightarrow \frac{0,150}{0,0215} = 7$$

$$\text{N: } \frac{0,301}{14} = 0,0215 \rightarrow \frac{0,0215}{0,0215} = 1$$

$\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$  anilina

42. En analitzar una mostra de nicotina, s'observa que conté 74,0% en massa de carboni, 8,65% d'hidrogen i 17,3% de nitrogen. Calcula la fórmula empírica del compost.

$\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z$

$$\text{C: } \frac{74}{12} = 6,17 \rightarrow \frac{6,17}{1,236} = 5$$

$$\text{H: } \frac{8,65}{1} = 8,65 \rightarrow \frac{8,65}{1,236} = 7$$

$$\text{N: } \frac{17,3}{14} = 1,236 \rightarrow \frac{1,236}{1,236} = 1$$

$\text{C}_5\text{H}_7\text{N}$  fórmula empírica de la nicotina.

43. El medicament anomenat *L-dopamina* s'utilitza per al tractament de la malaltia de Parkinson i de l'encefalitis letàrgica. Una mostra d'un gram d'aquest medicament conté 0,5482 g de carboni, 0,0562 g d'hidrogen, 0,0710 g de nitrogen i la resta d'oxigen. Determina la fórmula empírica de la *L-dopamina*.

$\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z\text{O}_w$

$$\text{C: } \frac{0,54482}{12} = 0,0457 \rightarrow \frac{0,0457}{5,071 \cdot 10^{-3}} = 9$$

$$\text{H: } \frac{0,0562}{1} = 0,0562 \rightarrow \frac{0,0562}{5,071 \cdot 10^{-3}} = 11$$

$$\text{N: } \frac{0,0710}{14} = 5,071 \cdot 10^{-3} \rightarrow \frac{5,071 \cdot 10^{-3}}{5,071 \cdot 10^{-3}} = 1$$

$$\text{O: } \frac{0,3246}{16} = 0,0203 \rightarrow \frac{0,0203}{5,071 \cdot 10^{-3}} = 4$$

$\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_4$  fórmula empírica de la L-dopamina

44. Un clorur de mercuri sòlid conté un 84,97% de mercuri. En estat de vapor, 1 g d'aquest compost ocupa 81,5 cm<sup>3</sup> a 450 K i 10<sup>5</sup> Pa. Calcula'n la fórmula empírica i la fórmula molecular.

$\text{Hg}_x\text{Cl}_y$

$$\text{Hg: } \frac{84,97}{200,6} = 0,424 \rightarrow \frac{0,424}{0,424} = 1$$

$$\text{Cl: } \frac{15,03}{35,45} = 0,424 \rightarrow \frac{0,424}{0,424} = 1$$

Per tant, la fórmula empírica del compost és  $\text{HgCl}$ .

Calculem la massa molecular del compost a partir de l'equació d'estat dels gasos ideals  $pV = nRT$ .

$$\frac{10^5}{101300} \text{ atm} \cdot 0,0815 \text{ L} = \frac{1}{M} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 450 \text{ K}$$

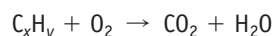
$$M = 452,76 \text{ g/mol}$$

$$236,05 \cdot n = 452,76$$

$$n = 1,918 \approx 2$$

Per tant, la fórmula molecular és:  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ .

45. Es crema una mostra de 0,210 g d'un hidrocarbur gasós i se n'obtenen 0,660 g de  $\text{CO}_2$ . Calcula'n la fórmula empírica i la fórmula molecular, si en condicions normals té una densitat d'1,87 g·dm<sup>-3</sup>.



Tot el C inicial es troba a  $\text{CO}_2$  i tot el H, en el  $\text{H}_2\text{O}$ . Per tant:

$$0,660 \text{ g } \text{CO}_2 \cdot \frac{12 \text{ g C}}{44 \text{ g } \text{CO}_2} = 0,18 \text{ g C}$$

$$0,210 \text{ g total} - 0,18 \text{ g C} = 0,03 \text{ g H}$$

Per tant, la fórmula empírica és  $\text{CH}_2$ .

En calculem ara la massa molecular:

$$\frac{1,87 \text{ g}}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{22,4 \text{ dm}^3}{1 \text{ mol}} = 42 \text{ g/mol}$$

$$14 \cdot n = 42$$

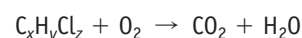
$$n = 3$$

Per tant, la fórmula molecular és  $\text{C}_3\text{H}_6$ .

46. Un pesticida clorat conté carboni, hidrogen i clor. Una mostra de 0,593 g d'aquest compost es crema en un excés d'oxigen i se n'obtenen 1,063 g de  $\text{CO}_2(\text{g})$  i 0,145 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .

A 250 °C i 755 mmHg una mostra vaporitzada del pesticida té una densitat de 3,405 g·dm<sup>-3</sup>. Quina és la fórmula molecular del pesticida? Indica la resposta correcta:

- a)  $\text{C}_3\text{H}_4\text{Cl}_3$                       d)  $\text{C}_5\text{H}_{16}\text{Cl}_2$   
b)  $\text{C}_4\text{H}_2\text{Cl}_3$                       e)  $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$   
c)  $\text{C}_3\text{H}_2\text{Cl}$                         f)  $\text{C}_5\text{H}_8\text{Cl}$



Tot el C inicial es troba a  $\text{CO}_2$  i tot el H, en el  $\text{H}_2\text{O}$ . Per tant:

$$1,063 \text{ g } \text{CO}_2 \cdot \frac{12 \text{ g C}}{44 \text{ g } \text{CO}_2} = 0,29 \text{ g C}$$

$$0,145 \text{ g } \text{H}_2\text{O} \cdot \frac{2 \text{ g H}}{18 \text{ g } \text{H}_2\text{O}} = 0,016 \text{ g H}$$

$$0,593 \text{ g total} - 0,29 \text{ g C} - 0,016 \text{ g H} = 0,287 \text{ g Cl}$$

$$\text{C: } \frac{0,29}{12} = 0,024 \rightarrow \frac{0,024}{8,08 \cdot 10^{-3}} = 3$$

$$\text{H: } \frac{0,016}{1} = 0,016 \rightarrow \frac{0,016}{8,08 \cdot 10^{-3}} = 2$$

$$\text{Cl: } \frac{0,287}{35,5} = 8,08 \cdot 10^{-3} \rightarrow \frac{8,08 \cdot 10^{-3}}{8,08 \cdot 10^{-3}} = 1$$

Per tant, la fórmula empírica és  $\text{C}_3\text{H}_2\text{Cl}$ .

Calculem la massa molecular del compost a partir de l'equació d'estat dels gasos ideals  $pV = nRT$ .

$$\frac{755}{760} \text{ atm} \cdot 1 \text{ L} = \frac{3,405}{M} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 523 \text{ K}$$

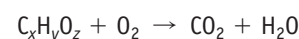
$$M = 147 \text{ g/mol}$$

$$73,5 \cdot n = 147$$

$$n = 2$$

Per tant, la fórmula molecular és  $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$  i la resposta correcta és la e).

47. L'àcid benzoic i les seves sals s'empren com a additius alimentaris conservadors en begudes refrescants, caramels, xiclets, etc. La combustió de 3,66 mg d'àcid benzoic produeix 9,24 mg de diòxid de carboni i 1,62 mg d'aigua. La seva massa molar és de 122 g·mol<sup>-1</sup>. Calcula'n la fórmula molecular.



Tot el C inicial es troba a  $\text{CO}_2$  i tot el H en el  $\text{H}_2\text{O}$ . Per tant:

$$9,24 \cdot 10^{-3} \text{ g } \text{CO}_2 \cdot \frac{12 \text{ g C}}{44 \text{ g } \text{CO}_2} = 2,52 \cdot 10^{-3} \text{ g C}$$

$$1,62 \cdot 10^{-3} \text{ g } \text{H}_2\text{O} \cdot \frac{2 \text{ g H}}{18 \text{ g } \text{H}_2\text{O}} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ g H}$$

$$3,66 \text{ mg total} - 2,52 \text{ mg C} - 0,18 \text{ mg H} = 0,96 \text{ mg O} = 9,6 \cdot 10^{-4} \text{ g O}$$

$$\text{C: } \frac{2,52 \cdot 10^{-3}}{12} = 2,1 \cdot 10^{-4} \rightarrow \frac{2,1 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{-5}} = 3,5 \xrightarrow{\times 2} 7$$

$$\text{H: } \frac{1,8 \cdot 10^{-4}}{1} = 1,8 \cdot 10^{-4} \rightarrow \frac{1,8 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{-5}} = 3 \xrightarrow{\times 2} 6$$

$$0: \frac{9,6 \cdot 10^{-4}}{16} = 6 \cdot 10^{-5} \rightarrow \frac{6 \cdot 10^{-5}}{6 \cdot 10^{-5}} = 1 \xrightarrow{\times 2} 2$$

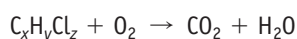
Per tant, la fórmula empírica és  $C_7H_6O_2$ .

$$122 \cdot n = 122$$

$$n = 1$$

Per tant, la fórmula molecular és  $C_7H_6O_2$ .

48. Un compost orgànic conté carboni, hidrogen i clor. Amb la combustió d'1,5 g del compost s'obtenen 1,041 dm<sup>3</sup> de diòxid de carboni en condicions normals i 1,047 g d'aigua. En estat gasós, 1,29 g del compost ocupen un volum de 500 cm<sup>3</sup> a 41 °C i 1,03 atm. Calcula la fórmula molecular del compost analitzat.



Tot el C inicial es troba a CO<sub>2</sub> i tot el H en el H<sub>2</sub>O. Per tant:

$$1,041 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ L}} \cdot \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 2,045 \text{ g CO}_2$$

$$2,045 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{12 \text{ g C}}{44 \text{ g CO}_2} = 0,558 \text{ g C}$$

$$1,047 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{2 \text{ g H}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 0,116 \text{ g H}$$

$$1,5 \text{ g total} - 0,558 \text{ g C} - 0,116 \text{ g H} = 0,826 \text{ g Cl}$$

$$\text{C: } \frac{0,558}{12} = 0,046 \rightarrow \frac{0,046}{0,023} = 2$$

$$\text{H: } \frac{0,116}{1} = 0,116 \rightarrow \frac{0,116}{0,023} = 5$$

$$\text{Cl: } \frac{0,826}{35,5} = 0,023 \rightarrow \frac{0,023}{0,023} = 1$$

Per tant, la fórmula empírica és  $C_2H_5Cl$ .

Calculem la massa molecular del compost a partir de l'equació d'estat dels gasos ideals  $pV = nRT$ .

$$1,03 \text{ atm} \cdot 0,5 \text{ L} = \frac{1,29}{M} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 314 \text{ K}$$

$$M = 64,5 \text{ g/mol}$$

$$64,5 \cdot n = 64,5$$

$$n = 1$$

Per tant, la fórmula molecular és  $C_2H_5Cl$ .

Un possible compost és el clorur d'etil  $CH_3-CH_2Cl$ .

49. L'hemocianina és un pigment respiratori amb quatre àtoms de coure que actua com a transportador d'oxigen en els artròpodes i els mol·luscs. Si l'anàlisi del pigment natural informa que conté un 0,2% de coure, quina és la massa molecular aproximada de l'hemocianina? Indica la resposta correcta.

- a) 128 000                      d) 5 000  
b) 256 000                    e) 32 000  
c) 64 000                      f) 16 000

Si tenim en compte que la massa atòmica del Cu és 63,55 u i que hi ha un 0,2% de Cu en l'hemocianina obtenim que la massa molecular és de 127 100 g/mol, per tant la resposta correcta és, si aproximem, la a).

$$100 \text{ g} \cdot \frac{63,55 \text{ g Cu}}{0,2 \text{ g Cu}} \cdot 4 = 127 100 \text{ g/mol}$$

50. Per reacció entre òxid de manganès(IV) i àcid clorhídric es desprèn un gas, la densitat del qual és 3,167 g·dm<sup>-3</sup>, mesurada en condicions normals, i també s'obté clorur de manganès(II) i aigua.

- a) Determina la massa molar del gas i identifica'l.

Aplicant l'equació dels gasos tenim:

$$pV = nRT$$

$$pV = (m/M)RT$$

$$p = (d/M)RT$$

$M$  és la massa molecular del gas.

En aquest cas:

$$1 \text{ atm} = (3,167/M) 0,082 \cdot 273$$

$$M = 70,9 \text{ g/mol}$$

Es tracta, doncs, del gas clor.

- b) Ajusta convenientment la reacció que té lloc.



- c) Si la reacció s'esdevé a 25 °C i 1 atm, troba el volum de gas que s'obté a partir de 17,4 g de l'òxid de manganès(IV).

$$17,4 \text{ g MnO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{86,94 \text{ g MnO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} = 0,2 \text{ mol Cl}_2$$

Aplicant l'equació dels gasos tenim:

$$pV = nRT \quad 1 \cdot V = 0,2 \cdot 0,082 \cdot 298 \quad V = 4,89 \text{ L Cl}_2$$

Dades: masses atòmiques: H = 1; O = 16;  
Cl = 35,45; Mn = 54,94

51. Una mostra d'1,5 g d'un aliatge de Zn i Al que conté un 40% en massa de zinc es tracta amb un excés d'àcid sulfúric fins a la seva dissolució completa i se n'obté un desprendiment gasós d'hidrogen.

- a) Calcula la fracció molar de zinc i alumini en la mostra.

$$1,5 \text{ g aliatge} \cdot \frac{40 \text{ g Zn}}{100 \text{ g aliatge}} \cdot \frac{1 \text{ mol Zn}}{65,4 \text{ g Zn}} =$$

$$= 9,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol Zn}$$

$$1,5 \text{ g aliatge} \cdot \frac{60 \text{ g Al}}{100 \text{ g aliatge}} \cdot \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} = 0,033 \text{ mol Al}$$

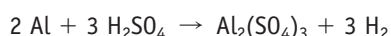
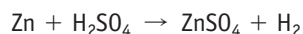


$$9,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol Zn} + 0,033 \text{ mol Al} = 0,0425 \text{ mol totals}$$

$$x(\text{Zn}) = \frac{9,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol Zn}}{0,0425 \text{ mols totals}} = 0,22$$

$$x(\text{Al}) = \frac{0,033 \text{ mol Zn}}{0,0425 \text{ mols totals}} = 0,78$$

b) **Escriu les reaccions que tenen lloc.**



c) **Determina el volum d'hidrogen que es desprèn, mesurat en condicions normals.**

Aprofitant les informacions dels apartats anteriors tenim:

$$9,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol Zn} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Zn}} = 9,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2$$

$$0,033 \text{ mol Al} \cdot \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol Al}} = 0,05 \text{ mol H}_2$$

Si sumem els mols de H<sub>2</sub> tenim:

$$9,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2 + 0,05 \text{ mol H}_2 = 0,05917 \text{ mol H}_2$$

En condicions normals (1 atm i 0 °C):

$$0,05917 \text{ mol H}_2 \cdot \frac{22,4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 1,325 \text{ L H}_2$$

**Dades: masses atòmiques: H = 1; O = 16;  
Al = 27; S = 32; Zn = 65,4**

52. **Es crema una mostra de 0,876 g d'un compost orgànic que conté carboni, hidrogen i oxigen, i se n'obtenen 1,76 g de diòxid de carboni i 0,72 g d'aigua.**

a) **Determina la massa d'oxigen que hi ha en la mostra.**



Tot el carboni del diòxid de carboni deriva del compost orgànic.

Tot l'hidrogen de l'aigua deriva del compost orgànic.

$$1,76 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{12 \text{ g C}}{44 \text{ g CO}_2} = 0,48 \text{ g C}$$

$$0,72 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{2 \text{ g H}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 0,08 \text{ g H}$$

$$0,876 \text{ g compost orgànic} - 0,48 \text{ g C} - 0,08 \text{ g H} = 0,316 \text{ g O}$$

b) **Troba la fórmula empírica del compost.**

$$\text{C: } \frac{0,48 \text{ g C}}{12} = 0,04; \quad \frac{0,04}{0,01975} = 2$$

$$\text{H: } \frac{0,08 \text{ g H}}{1} = 0,08; \quad \frac{0,08}{0,01975} = 4$$

$$\text{O: } \frac{0,316 \text{ g O}}{16} = 0,01975; \quad \frac{0,01975}{0,01975} = 1$$

Fórmula empírica C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O

c) **El compost en qüestió és un àcid orgànic. Justifica de quin àcid es tracta i escriu-ne la fórmula.**

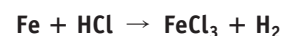
En ser un àcid orgànic ha de tenir almenys dos oxígens; per tant, la fórmula previsible seria:



**Dades: masses atòmiques: H = 1; C = 12; O = 16**

## Quimitest

1. **El ferro reacciona amb el HCl segons la reacció:**



Si tenim 10 g de Fe, quants mols d'hidrogen s'obtenen?

- a) 0,2686 mol
  - b) 0,5371 mol
  - c) 0,1 mol
  - d) 0,1790 mol
- a) 0,2686 mol

2. **Si disposem de 2 mols d'oxigen i 5 mols d'hidrogen, quants mols d'aigua en podem obtenir?**

- a) 7 mol
  - b) 5 mol
  - c) 2 mol
  - d) 4 mol
- d) 4 mol

3. **En la reacció de combustió del butà, es formen 10 L de diòxid de carboni a 20 °C i 100 000 Pa. Quina massa de combustible ha cremat?**

- a) 5,1 g
  - b) 50 g
  - c) 5,96 g
  - d) 2,5 g
- c) 5,96 g

4. **L'aerosil és un producte obtingut per piròlisi i que es considera una nanopartícula. La seva composició química és SiO<sub>2</sub> en un 99 %. Per tal d'esbrinar les impureses d'un aerosil determinat es fa reaccionar amb àcid fluorhídric i s'obté tetrafluorur de silici i aigua. Si en aquesta reacció hem gastat 0,1 g de l'àcid, quina quantitat hi havia d'aerosil?**

- a) 75,13 mg



- b) 52,55 mg  
c) 75,88 mg  
d) 100 mg  
c) 75,88 mg
5. Per analitzar una pirita torrem en presència d'aire 100 g del mineral i n'obtenim 80 g de diòxid de sofre. Quina és la puresa en  $\text{FeS}_2$  d'aquesta pirita? La reacció que es produeix és:
- $$\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$$
- a) 80 %  
b) 92,5 %  
c) 82,4 %  
d) 74,9 %  
d) 74,9 %
6. El procés Solvay per a l'obtenció de carbonat de sodi és un esquema complicat de reaccions en què s'usen com a primeres matèries  $\text{NaCl}$  i  $\text{CaCO}_3$ , i s'obtenen com a productes  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{CaCl}_2$ . El conjunt del procés es pot representar mitjançant la reacció global següent:
- $$\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$$
- Si aquest procés té un rendiment del 73 % i volem obtenir 1 tona de carbonat de sodi, quina quantitat de sal (clorur de sodi) es necessita?
- a) 1,10 tones  
b) 1,51 tones  
c) 0,75 tones  
d) 0,55 tones  
b) 1,51 tones
7. Un quilogram d'un mescla de gasos conté majoritàriament etilè. Per tal d'aprofitar aquest gas per a la producció de clorur de vinil es fa reaccionar amb clor. Com a subproducte s'obté  $\text{HCl}$ . Si n'obtenim 2,1 kg de clorur de vinil, quin és el percentatge d'etilè en la mescla inicial?
- a) 80,85 %  
b) 91,51 %  
c) 82,4 %  
d) 94,15 %  
d) 94,15 %
8. En l'anàlisi de la fava de cacau, que posteriorment s'utilitza per a la producció de xocolata, apareix una molècula determinada. 2 g d'aquesta molècula, aïllada convenientment, se sotmeten a un procés de combustió i obtenim 5,416 g de diòxid de carboni i 2,49 g d'aigua. De quina molècula es tracta?
- a) octanal  
b) ciclooctà  
c) 3-octanona  
d) 1-octanol  
d) 1-octanol