

5 Solucionari

Solucionari del llibre de l'alumne

I REACCIONS QUÍMIQUES

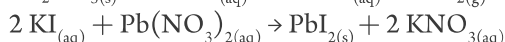
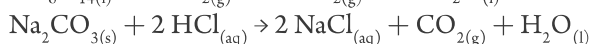
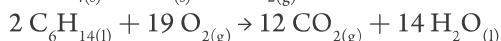
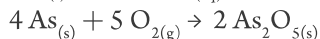
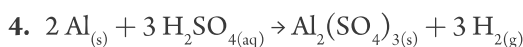
1. Canvis químics: d, f, g, h, k, m, o.

Canvis físics: a, b, c, e, i, j, l, n.

2. Les reaccions químiques són els fenòmens que tenen lloc quan a partir d'una o més substàncies se n'obté una altra, o unes altres, de propietats característiques completament diferents.

Les **equacions químiques** són representacions simbòliques de les reaccions químiques, tot indicant el balanç de matèria (àtoms, molècules o ions) d'aquest procés, és a dir, els reactius, els productes i la proporció molar en què han reaccionat.

3. En qualsevol reacció química, descrivim un procés de canvi que afecta un nombre extraordinàriament gran d'àtoms, molècules o ions.



Dos mols d'alumini reaccionen amb tres mols d'àcid sulfúric i s'obtenen un mol de sulfat d'alumini i tres mols d'hidrogen (o dihidrogen).

Quatre mols d'àtoms d'arsènic reaccionen amb cinc mols d'oxigen (o dioxigen) i s'obtenen dos mols d'òxid d'arsènic (V).

Un mol de perclorat de potassi es descompon i s'obtenen un mol de clorur de potassi i dos mols d'oxigen.

Dos mols d'hexà reaccionen amb dinou mols d'oxigen i s'obtenen dotze mols de diòxid de carboni i catorze mols d'aigua.

Un mol de carbonat de sodi reacciona amb dos mols d'àcid clorhídric i s'obtenen dos mols de clorur de sodi, un mol de diòxid de carboni i un mol d'aigua.

Dos mols de iodur de potassi reaccionen amb un mol de nitrat de plom (II) i s'obtenen un mol de iodur de plom (II) i dos mols de nitrat de potassi.

II ESTEQUIOMETRIA

5. a) L'equació química és:



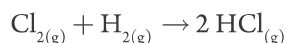
- b) La reacció química ens indica que per cada mol de carbonat de calci s'obté un mol de diòxid de carboni. Així doncs, la quantitat de diòxid de carboni obtingut quan es descomponen 100 g de carbonat de calci és:

$$n(\text{CO}_2) = 100 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 1 \text{ mol CO}_2$$

- c) Igual que en l'apartat b), la massa d'òxid de calci que s'obté quan s'escalfen 2 mols de carbonat de calci és:

$$m(\text{CaO}) = 2 \text{ mol CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaO}}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{56 \text{ g CaO}}{1 \text{ mol CaO}} = 112 \text{ g CaO}$$

6. a) L'equació química corresponent és:



- b) Un volum de $\text{Cl}_{2(g)}$ reacciona amb un volum de $\text{H}_{2(g)}$ i s'obté 2 volums de $\text{HCl}_{(g)}$.

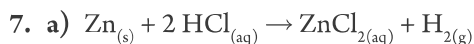
- c) Com que totes les espècies químiques estan en fase gasosa i en les mateixes condicions de pressió i temperatura es compleix que:



Per tant, si reaccionen 10 l de Cl₂ obtindrem 20 L de HCl.

- d) Segons l'equació química de l'apartat a) cada mol de Cl₂ reacciona amb un mol de H₂, per tant:

$$m(\text{Cl}_2) = 100 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2,0 \text{ g H}_2} \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{71 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 3\,550 \text{ g Cl}_2$$



- b) Segons l'equació química, per cada mol de zinc reaccionen dos mols de HCl. Per tant, la quantitat de HCl que es necessiten per reaccionar amb 3 g de zinc és:

$$n(\text{HCl}) = 3 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65,39 \text{ g Zn}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Zn}} = 0,09 \text{ mol HCl}$$

- c) Segons l'equació química per cada mol de zinc que reacciona s'obté un mol de H_{2(g)}; la quantitat d'hidrogen que s'obté si reaccionen 0,2 mol de zinc és 0,2 mol.

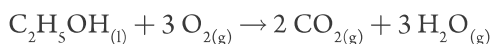
Per calcular el volum d'hidrogen aplicarem:

$$pV = nRT \quad \text{i} \quad V = \frac{nRT}{p}$$

Substituint:

$$V(\text{H}_2) = \frac{0,2 \text{ mol H}_2 \times 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}}{1,01 \times 10^5 \text{ Pa}} = 4,94 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 5 \text{ dm}^3 \text{ de H}_2$$

8. a) L'equació química corresponent és:



Per cada mol d'etanol s'obtenen 2 mols de CO₂.

El volum de CO₂ obtingut en CN a partir de 50 g d'alcohol és:

$$V(\text{CO}_2) = 50 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{22,4 \text{ dm}^3}{1 \text{ mol CO}_2} = 49 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$$

- b) Segons l'equació química del procés, per cada mol d'alcohol que reacciona es necessiten 3 mols de O₂.

La quantitat de C₂H₅OH que reacciona és:

$$\begin{aligned} n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= 50 \text{ cm}^3 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \\ &\times \frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3} \times \frac{790 \text{ kg C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} = \\ &= 0,86 \text{ mol de C}_2\text{H}_5\text{OH} \end{aligned}$$

El volum d'aire necessari és:

$$\begin{aligned} V(\text{aire}) &= 0,86 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{22,4 \text{ dm}^3 \text{ O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \times \\ &\times \frac{100 \text{ dm}^3 \text{ aire}}{20 \text{ dm}^3 \text{ O}_2} = 290 \text{ dm}^3 \text{ aire} \end{aligned}$$

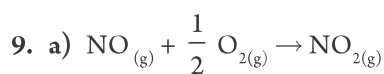
- c) Segons l'equació química del procés, per cada mol d'alcohol que reacciona s'obtenen 3 mols de H₂O. El nombre de molècules, N, de H₂O que s'obtingran és:

$$\begin{aligned} N(\text{H}_2\text{O}) &= 10 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{3 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \\ &\times \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ molècules}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 3,9 \times 10^{23} \text{ molècules de H}_2\text{O} \end{aligned}$$

- d) Tots els gasos estan mesurats en les mateixes condicions de pressió i temperatura.

Segons l'equació química per cada 3 volums d'oxigen que han reaccionat s'obtenen 5 volums de gasos. Per tant:

$$V(\text{O}_2) = 1,5 \text{ dm}^3 \text{ de gasos} \times \frac{3 \text{ dm}^3 \text{ O}_2}{5 \text{ dm}^3 \text{ gasos}} = 0,9 \text{ dm}^3 \text{ O}_2$$



- b) Si tots els gasos estan mesurats en les mateixes condicions de pressió i temperatura, el volum ocupat per un mol de monòxid de nitrogen és el mateix que l'ocupat per un d'oxigen o de diòxid de nitrogen.

Per tant, si:



1 mol + 0,5 mol reaccionen i s'obté 1 mol també:

1 volum + 0,5 volum reaccionen i donen 1 volum

Així doncs, per obtenir 100 dm³ de NO₂, el volum necessari d'oxigen serà:

$$V(\text{O}_2) = 100 \text{ dm}^3 \text{ NO}_2 \times \frac{0,5 \text{ dm}^3 \text{ O}_2}{1 \text{ dm}^3 \text{ NO}_2} = 50 \text{ dm}^3 \text{ O}_2$$

I pel cas del NO:

$$V(\text{NO}) = 100 \text{ dm}^3 \text{ NO}_2 \times \frac{1 \text{ dm}^3 \text{ NO}}{1 \text{ dm}^3 \text{ NO}_2} = 100 \text{ dm}^3 \text{ NO}$$

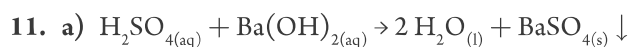
10. L'equació química ens indica que per cada mol de coure que reacciona s'obtenen 2 mols de diòxid de nitrogen. Així doncs, podem calcular el nombre de mols de diòxid de nitrogen obtinguts en reaccionar 0,3 g de coure:

$$n(\text{NO}_2) = 0,3 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63,5 \text{ g Cu}} \times \frac{2 \text{ mol NO}_2}{1 \text{ mol Cu}} = 9,5 \times 10^{-3} \text{ mol NO}_2$$

Aplicant l'equació general dels gasos perfectes calculem el volum que ocupen $9,5 \times 10^{-3}$ mols de diòxid de nitrogen:

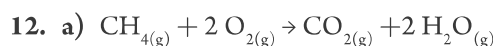
$$V(\text{NO}_2) = \frac{n R T}{p} = \frac{9,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 313 \text{ K}}{1,013 \times 10^5 \text{ Pa}} = 2,43 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

El volum de diòxid de nitrogen obtingut és 243 cm³



- b) Coneixem la concentració d'hidròxid de bari en la solució i a través de l'equació química podem saber la massa de sulfat de bari obtinguda:

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,1 \text{ dm}^3 \text{ dissolució} \times \frac{0,20 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2}{1 \text{ dm}^3} \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2} \times \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 4,7 \text{ g BaSO}_4$$



- b) La quantitat de CH₄ que crema es pot calcular aplicant:

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

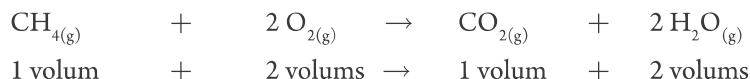
Substituint-hi els valors:

$$n(\text{CH}_4) = \frac{1,01 \times 10^5 \text{ Pa} \times 100 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298 \text{ K}} = 4,08 \text{ mol CH}_4$$

Segons l'equació química, per cada mol de CH₄ que crema s'obtenen 2 mol d'aigua, per tant, obtindrem:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 4,08 \text{ mol CH}_4 \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_4} = 8,16 \text{ mol H}_2\text{O}$$

- c) Si tots els gasos estan mesurats en les mateixes condicions de pressió i temperatura, el volum ocupat per un mol de metà és el mateix que l'ocupat per un d'oxigen, de diòxid de carboni o de vapor d'aigua. Per tant, si:



El volum de CO_2 obtingut serà:

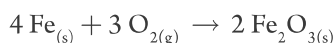
$$V(\text{CO}_2) = 20 \text{ dm}^3 \text{ CH}_4 \times \frac{1 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2}{1 \text{ dm}^3 \text{ CH}_4} = 20 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$$

- d) D'acord amb l'equació química, si reaccionen els 5 dm³ de metà, es necessiten només 10 dm³ d'oxigen i, per tant, l'oxigen està en excés. El metà reacciona totalment. La massa d'aigua obtinguda és:

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= 5 \text{ dm}^3 \text{ CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22,4 \text{ dm}^3 \text{ CH}_4} \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = \\ &= 8,04 \text{ g H}_2\text{O} \end{aligned}$$

13. Si només s'ha format òxid de ferro(III), Fe_2O_3 , l'augment de massa serà conseqüència de l'oxigen que està formant l'òxid de ferro (III). A partir d'aquesta massa podem calcular el nombre de mols d'oxigen atòmic que corresponen a l'augment de la massa:

$$n(\text{O}) = 0,5 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16 \text{ g O}} = 0,031 \text{ mol de O}$$



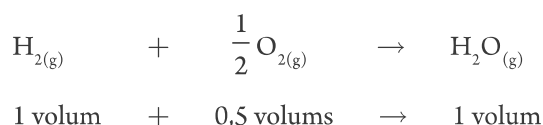
Per cada 3 mols d'oxigen atòmic, han reaccionat 2 mols de ferro. Així doncs, podrem calcular la massa de ferro que ha reaccionat:

$$m(\text{Fe}) = 0,031 \text{ mol O} \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{3 \text{ mol O}} \times \frac{55,84 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 1,2 \text{ g de Fe han reaccionat.}$$

La diferència entre la massa de Fe inicial i els grams de Fe que han reaccionat ens donarà la massa de Fe que queda sense reaccionar:

$$m(\text{Fe}) \text{ sense reaccionar} = 10 \text{ g} - 1,2 \text{ g} = 8,8 \text{ g Fe}$$

14. Si tots els gasos estan mesurats en les mateixes condicions de pressió i temperatura, el volum ocupat per un mol d'hidrogen és el mateix que l'ocupat per un d'oxigen o de vapor d'aigua. Per tant, si:



La mescla reaccionant conté inicialment 100 cm³ d'hidrogen i 100 cm³ d'oxigen. D'acord amb l'equació química, si reaccionen els 100 cm³ d'hidrogen necessitem només 50 cm³ de O_2 i, per tant, l'oxigen hi és en excés. La substància que està en defecte (anomenada reactiu limitant) reacciona totalment i consumeix la quantitat necessària de la que es troba en excés. En acabar la reacció, a més del vapor d'aigua format quedarà oxigen sense reaccionar.

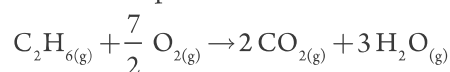
El volum d'aigua, en estat gasós, obtingut és:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ cm}^3 \text{ H}_2 \times \frac{1 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}}{1 \text{ cm}^3 \text{ H}_2} = 100 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}_{(g)}$$

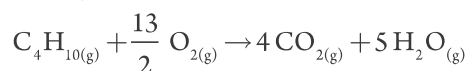
El volum final serà:

$$V_{\text{total}} = 100 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O} + 50 \text{ cm}^3 \text{ O}_2 = 150 \text{ cm}^3 \text{ de gas}$$

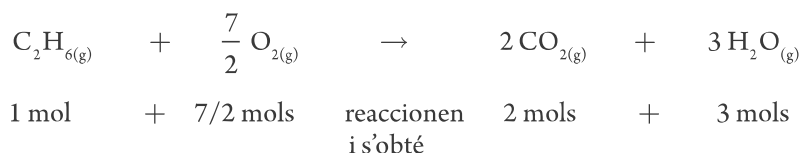
15. a) La reacció corresponent a la combustió de l'età serà:



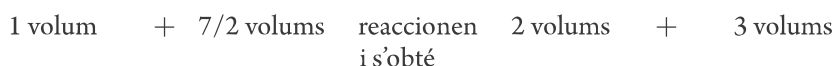
Igualment, la reacció de combustió del butà serà:



- b) Si tots els gasos estan mesurats en les mateixes condicions de pressió i temperatura, el volum ocupat per un mol d'età és el mateix que l'ocupat per un de butà, d'oxigen, de diòxid de carboni o de vapor d'aigua. Per tant, per a l'età podrem escriure que:



també:



La mateixa deducció es pot fer per al butà. La mescla reaccionant conté inicialment 0,5 dm³ d'età, 2,5 dm³ de butà i 20 dm³ d'oxigen. D'acord amb les respectives equacions químiques, si reaccionen 0,5 dm³ d'età necessiten 1,75 dm³ d'oxigen. Si reaccionen 2,5 dm³ de butà necessiten 16,25 dm³ d'oxigen. Per a la reacció completa de la mescla dels dos gasos (3 dm³) es necessiten 18 dm³ d'oxigen. Per tant, el volum d'oxigen sobrant serà: 20 – 18 = 2 dm³.

En reaccionar 0,5 dm³ d'età es produiran 1 dm³ de CO₂ i 1,5 dm³ de H₂O.

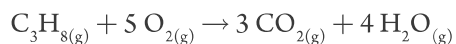
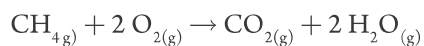
En reaccionar 2,5 dm³ d'età es produiran 10 dm³ de CO₂ i 12,5 dm³ de H₂O.

El volum final serà:

$$V_{\text{final}} = \text{volum oxigen sense reaccionar} + \text{volum total de CO}_2 + \text{volum total de H}_2\text{O}$$

$$V_{\text{final}} = 2 \text{ dm}^3 + (1 + 10) \text{ dm}^3 + (1,5 + 12,5) \text{ dm}^3 = \mathbf{27 \text{ dm}^3 \text{ de mescla gasosa}}$$

16. a) Les reaccions de combustió que es produeixen són:



- b) Per trobar el reactiu que està en excés cal que calculem el nombre de mols de cada gas.

$$n(\text{CH}_4) = 2,0 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} = 0,125 \text{ mol CH}_4$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = 2,0 \text{ g C}_3\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8}{44 \text{ g C}_3\text{H}_8} = 0,045 \text{ mol C}_3\text{H}_8$$

$$n(\text{O}_2) = 20 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} = 0,625 \text{ mol O}_2$$

A partir dels mols de metà i propà calcularem la quantitat d'oxigen que es necessita per reaccionar amb aquests compostos orgànics.

Reacció del metà:

$$n(\text{O}_2) = 0,125 \text{ mol CH}_4 \times \frac{2 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol CH}_4} = 0,250 \text{ mol O}_2$$

Reacció del propà:

$$n(\text{O}_2) = 0,045 \text{ mol C}_3\text{H}_8 \times \frac{5 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8} = 0,225 \text{ mol O}_2$$

Sumem els mols d'oxigen necessaris per dur a terme les dues reaccions:

$$n(\text{O}_2) = 0,250 \text{ mol} + 0,225 \text{ mol} = 0,475 \text{ mol O}_2$$

Partiem de 0,625 mol d'oxigen,

$$n(\text{O}_2) = 0,625 - 0,475 = 0,150 \text{ mol O}_2 \text{ queden sense reaccionar}$$

per tant, l'oxigen (O_2) és el compost que està en excés.

c) Reacció de combustió del metà:

$$m(\text{CO}_2) = 0,125 \text{ mol CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 5,5 \text{ g CO}_2$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,125 \text{ mol CH}_4 \times \frac{2 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CH}_4} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 4,5 \text{ g H}_2\text{O}$$

Reacció de combustió del propà:

$$m(\text{CO}_2) = 0,045 \text{ mol C}_3\text{H}_8 \times \frac{3 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 5,94 \text{ g CO}_2$$

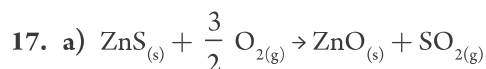
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,045 \text{ mol C}_3\text{H}_8 \times \frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 3,24 \text{ g H}_2\text{O}$$

La massa total dels productes obtinguts és:

$$m_{\text{total}} = 5,5 \text{ g CO}_2 + 4,5 \text{ g H}_2\text{O} + 5,94 \text{ g CO}_2 + 3,24 \text{ g H}_2\text{O} = \\ = \mathbf{19,18 \text{ g totals}}$$

La massa d'oxigen que queda sense reaccionar és:

$$m(\text{O}_2) = 0,150 \text{ mol O}_2 \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = \mathbf{4,8 \text{ g O}_2}$$



b) El volum de diòxid de sofre obtingut es pot calcular aplicant:

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

Si s'obtenen 5,0 g de ZnO, el volum de SO_2 obtingut en CN és:

$$V(\text{SO}_2) = 5,0 \text{ g ZnO} \times \frac{1 \text{ mol ZnO}}{81,39 \text{ g ZnO}} \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{1 \text{ mol ZnO}} \times \frac{22,4 \text{ dm}^3 \text{ SO}_2}{1 \text{ mol SO}_2} = \\ = 1,38 \text{ dm}^3 \text{ SO}_2$$

Si tots els gasos estan mesurats en les mateixes condicions de pressió i temperatura, el volum ocupat per un mol de SO_2 és el mateix que l'ocupat per un d'oxigen, per tant, el volum d'oxigen que ha reaccionat és:

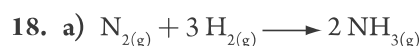
$$V(\text{O}_2) = 1,38 \text{ dm}^3 \text{ SO}_2 \times \frac{\frac{3}{2} \text{ dm}^3 \text{ O}_2}{1 \text{ dm}^3 \text{ SO}_2} = 2,06 \text{ dm}^3 \text{ O}_2$$

El volum d'oxigen que queda sense reaccionar és:

$$V_{\text{sobrant}} = \text{volum de O}_2 \text{ inicial} - \text{volum O}_2 \text{ reaccionat} = (20 - 2,06) \text{ dm}^3 = \\ = 17,94 \text{ dm}^3 \text{ O}_2$$

Per tant, el volum de mescla gasosa que s'obtindrà després de la reacció és:

$$V_{\text{mescla}} = 17,94 \text{ dm}^3 \text{ O}_2 + 1,38 \text{ dm}^3 \text{ SO}_2 = \mathbf{19,3 \text{ dm}^3}$$



b) Segons l'equació química, per obtenir 10 mols d'amoniac, els mols que reaccionaran de N_2 i de H_2 són:

$$n(\text{N}_2) = 10 \text{ mol NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NH}_3} = 5 \text{ mol N}_2$$

$$n(\text{H}_2) = 10 \text{ mol NH}_3 \times \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol NH}_3} = 15 \text{ mol H}_2$$

Per tant, els mols de cada espècie química després de la reacció són:

$$\text{mols sobrants } N_2 = \text{mols inicials} - \text{mols reaccionats} = (30 - 5) \text{ mol } N_2 = 25 \text{ mol } N_2$$

$$\text{mols sobrants } H_2 = \text{mols inicials} - \text{mols reaccionats} = (30 - 15) \text{ mol } H_2 = 15 \text{ mol } H_2$$

19. a) L'equació química ens indica que per cada mol de carbonat de calci s'obté 1 mol de diòxid de calci. La massa de diòxid de carboni és:

$$m(CO_2) = 2 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 0,88 \text{ g CO}_2$$

- b) D'acord amb l'equació, si reacciona 1 mol de $CaCO_3$ fan falta dos mols de HCl :

$$V(\text{solució}) = 50 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ dm}^3 \text{ de solució}}{0,5 \text{ mol HCl}} = 2 \text{ dm}^3 \text{ de solució}$$

- c) La quantitat de CO_2 en 200 cm^3 mesurats a 22°C i 10^5 Pa és:

$$n(CO_2) = \frac{10^5 \text{ Pa} \times 200 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 295 \text{ K}} = 8,16 \times 10^{-3} \text{ mol } CO_2$$

La massa de $CaCO_3$ necessària és:

$$m(CaCO_3) = 8,16 \times 10^{-3} \text{ mol } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 0,816 \text{ g CaCO}_3$$

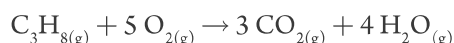
Que la riquesa de la calcària sigui del 97% vol dir que conté un 97% de $CaCO_3$, per tant, la quantitat de calcària que farà falta serà:

$$m(\text{calcària}) = 0,816 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{100 \text{ g calcària}}{97 \text{ g CaCO}_3} = 0,84 \text{ g calcària}$$

- d) Per cada mol de carbonat de calci s'obté 1 mol d'aigua. El nombre de molècules d'aigua que s'obtindran amb 0,5 mol de carbonat de calci són:

$$N(H_2O) = 0,5 \text{ mol CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ molècules}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 3 \times 10^{23} \text{ molècules de H}_2\text{O}$$

20. a) L'equació química corresponent a la combustió del propà és:



- b) La quantitat de propà és

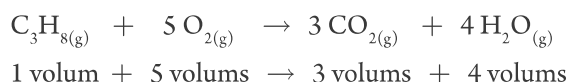
$$n = \frac{pV}{RT}$$

$$n(C_3H_8) = \frac{1,01 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298 \text{ K}} = 0,041 \text{ mols } C_3H_8$$

El nombre de mols de CO_2 obtinguts en la combustió són:

$$n(CO_2) = 0,041 \text{ mols } C_3H_8 \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 0,12 \text{ mols } CO_2$$

- c) Com que tots els gasos estan mesurats en les mateixes condicions de pressió i temperatura, el volum ocupat per un mol de propà és el mateix que l'ocupat per un mol d'oxigen, de diòxid de carboni o de vapor d'aigua.

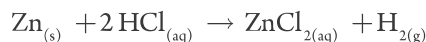


$$V(O_2) = 1 \text{ dm}^3 C_3H_8 \times \frac{5 \text{ dm}^3 O_2}{1 \text{ dm}^3 C_3H_8} = 5 \text{ dm}^3 O_2$$

Com que la proporció d'oxigen en l'aire és d'un 21%:

$$V(\text{aire}) = 5 \text{ dm}^3 \text{ O}_2 \times \frac{100 \text{ dm}^3 \text{ aire}}{21 \text{ dm}^3 \text{ O}_2} = 23,8 \text{ dm}^3 \text{ d'aire}$$

21. La reacció que té lloc és la següent:



a) El nombre de mols que tenim inicialment al recipient de reacció és:

$$n(\text{Zn}) = 3,5 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65,4 \text{ g Zn}} = 0,053 \text{ mols Zn}$$

$$n(\text{HCl}) = 200 \text{ cm}^3 \text{ solució} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{ solució}}{10^6 \text{ cm}^3 \text{ solució}} \times \frac{1 \text{ 140 kg solució}}{1 \text{ m}^3 \text{ solució}} \times \frac{25,8 \text{ kg HCl}}{100 \text{ kg solució}} \times \frac{1000 \text{ g HCl}}{1 \text{ kg HCl}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5 \text{ g HCl}} = 1,61 \text{ mol HCl}$$

Segons la reacció, per cada mol de Zn, reaccionen 2 mols de HCl. Perquè reaccionin el 0,053 mols de zinc, ens farien falta: $0,053 \times 2 = 0,106$ mols de HCl. Com que el recipient conté 1,61 mols de HCl, encara en sobrarà quan reaccioni tot el zinc:

$$n(\text{HCl})_{\text{restants}} = \text{mols totals} - \text{mols que reaccionen} = 1,61 - 0,106 = 1,504 \text{ mols HCl}$$

Així doncs, podem dir que quan tot el zinc ha reaccionat, encara queden mols de HCl. **El zinc és el reactiu limitant.**

b) Per cada mol de zinc que reacciona, s'obté un mol d'hidrogen. Si ha reaccionat tot el zinc (és el reactiu limitant), és a dir, 0,053 mols, s'hauran format 0,053 mols d'hidrogen. Aplicant la llei general dels gasos perfectes, calculem el volum d'hidrogen obtingut mesurat a 25 °C i $1,01 \times 10^5$ Pa:

$$V(\text{H}_2) = \frac{0,053 \text{ mol} \times 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 298 \text{ K}}{1,01 \times 10^5 \text{ Pa}} = 1,32 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 1,32 \text{ dm}^3$$

22. a) L'equació química corresponent al procés és:



b) Partim de 200 g de carbonat de magnesi amb un 90% de puresa. Primer calculem quina massa de carbonat de magnesi pur hi ha en aquests 200 g impurs.

$$m(\text{MgCO}_3) = 200 \text{ g} \times \frac{90}{100} = 180 \text{ g MgCO}_3 \text{ pur}$$

Calculem el nombre de mols de diòxid de carboni obtinguts:

$$n(\text{CO}_2) = 180 \text{ g MgCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol MgCO}_3}{84,3 \text{ g MgCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol MgCO}_3} = 2,14 \text{ mol CO}_2$$

A partir de l'equació dels gasos perfectes obtenim el volum de diòxid de carboni.

$$p V = n R T \quad \text{i} \quad V = \frac{n R T}{p}$$

$$V(\text{CO}_2) = \frac{2,14 \text{ mol CO}_2 \times 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}}{1,01 \times 10^5 \text{ Pa}} = 52,7 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$$

23. S'han obtingut 2,22 dm³ d'amoníac mesurats a 27 °C i $1,01 \times 10^5$ Pa. A partir de l'equació general dels gasos perfectes podem obtenir el nombre de mols d'amoníac:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{1,01 \times 10^5 \text{ Pa} \times 2,22 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}} = 0,09 \text{ mol NH}_3$$

Segons la reacció, per cada mol d'amoníac que es produeix, han reaccionat un mol de clorur d'amoní. També sabem que el reactiu limitant de la reacció és el clorur d'amoní. Així doncs, si s'han obtingut 0,09 mols d'amoníac és perquè han reaccionat 0,09 mols de clorur d'amoní. Podrem calcular la massa de clorur d'amoní que ha reaccionat:

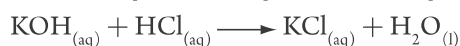
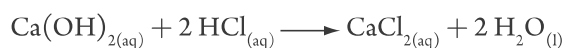
$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,09 \text{ mols NH}_4\text{Cl} \times \frac{53,5 \text{ g NH}_4\text{Cl}}{1 \text{ mol NH}_4\text{Cl}} = 4,8 \text{ g NH}_4\text{Cl}$$

En 5,35 g de mostra hi ha 4,8 g de NH_4Cl , per tant, el percentatge en massa de clorur d'amoní en la mostra serà:

$$\% \text{NH}_4\text{Cl} = \frac{4,8 \text{ g NH}_4\text{Cl}}{5,35 \text{ g de mostra}} \times 100 \text{ g de mostra} = 89\% \text{NH}_4\text{Cl}$$

La resta, 11% és NaCl.

24. a) Les equacions de neutralització són:



b) Primer ens cal saber quants mols de HCl ens calen per neutralitzar cadascuna de les dues reaccions.

Per a la reacció d'hidròxid de calci:

$$n(\text{HCl}) = 0,50 \text{ g Ca}(\text{OH})_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2}{74,1 \text{ g Ca}(\text{OH})_2} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2} = 0,013 \text{ mol HCl}$$

Per a la reacció d'hidròxid de potassi:

$$n(\text{HCl}) = 0,27 \text{ g KOH} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{56,1 \text{ g KOH}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol KOH}} = 4,81 \times 10^{-3} \text{ mol HCl}$$

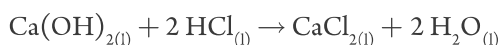
Els mols totals de HCl per neutralitzar aquesta dissolució són:

$$n_{\text{totals}} = 0,013 + 4,81 \times 10^{-3} = 0,0178 \text{ mol HCl}$$

El volum de solució d'àcid clorhídric és:

$$V(\text{solució}) = 0,0178 \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ dm}^3 \text{ de solució}}{0,1 \text{ mol HCl}} = 178 \text{ cm}^3 \text{ de solució de HCl}$$

25. L'equació química d'aquest procés és:



La quantitat d'ions calci que ha reaccionat amb l'àcid és:

$$N(\text{Ca}^{2+}) = 7,2 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ solució HCl} \times \frac{0,05 \text{ mol HCl}}{1 \text{ dm}^3 \text{ solució HCl}} \times \frac{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2}{2 \text{ mol HCl}} \times \frac{1 \text{ mol ions Ca}^{2+}}{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2} \times \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ Ca}^{2+}}{1 \text{ mol Ca}^{2+}} = 1,08 \times 10^{20} \text{ ions Ca}^{2+}$$

Si tenim 10 cm^3 de dissolució saturada, el nombre d'ions calci en cada cm^3 és:

$$\frac{1,08 \times 10^{20} \text{ ions calci}}{10 \text{ cm}^3} = 1,08 \times 10^{19} \text{ ions calci / cm}^3$$

26. Les masses molars dels tres compostos són:

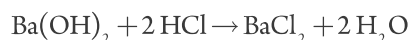
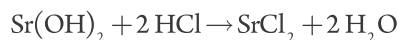
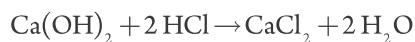
a) $M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ g/mol}$

b) $M(\text{Sr}(\text{OH})_2) = 121,6 \text{ g/mol}$

c) $M(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 171,3 \text{ g/mol}$

En la mateixa massa (0,1 grams) de cadascun dels reactius hi haurà més mols en aquell compost que tingui la massa molar més petita. En aquest cas, en 0,1 g de substància hi haurà més mols en l'hidròxid de calci.

Les reaccions de neutralització amb HCl són:



Segons les equacions químiques, per cada mol d'hidròxid es necessita la mateixa quantitat de mols d'àcid (2 mols). Si tenim més mols d'hidròxid de calci, necessitarem més mols d'àcid clorhídric perquè la dissolució sigui neutralitzada. Per tant, la solució que necessita més quantitat d'àcid clorhídric per ser neutralitzada és la de **Ca(OH)₂**.

27. El clorur de potassi no reacciona amb l'àcid sulfúric, en canvi l'hidròxid de potassi sí que ho fa, i la reacció de neutralització és:



A partir del volum consumit d'àcid sulfúric 0,1 mol/dm³ podem conèixer el nombre de mols d'hidròxid de potassi en la mescla.

$$n(\text{KOH}) = 8 \text{ cm}^3 \text{ solució de } \text{H}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ dm}^3 \text{ solució}}{10^3 \text{ cm}^3 \text{ solució}} \times \frac{0,1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ dm}^3 \text{ solució}} \times \frac{2 \text{ mol KOH}}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ mol KOH}$$

Com que per fer la neutralització només s'han agafat 10 cm³ i la mescla s'havia dissolt en 100 cm³, el nombre de mols de KOH en els 100 cm³ és $1,6 \times 10^{-2}$ mol.

A partir del nombre de mols d'hidròxid de potassi en calculem la massa.

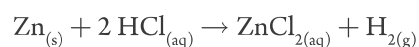
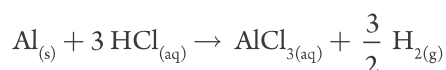
$$m(\text{KOH}) = 0,016 \text{ mol KOH} \times \frac{56,1 \text{ g KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 0,898 \text{ g KOH}$$

$$\% \text{ KOH a la mescla} = \frac{0,898 \text{ g KOH}}{1,0 \text{ g mescla}} \times 100 = 89,8\% \text{ KOH}$$

De clorur de potassi hi ha:

$$\% \text{ KCl} = 100 - 89,8 = 10,2\% \text{ de KCl}$$

28. a) Les reaccions químiques que es duen a terme són:



- b) A partir de l'equació dels gasos perfectes, podem calcular el nombre de mols que s'han produït durant les reaccions redox.

$$pV = nRT \quad \text{i} \quad n = \frac{Vp}{RT}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{0,511 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}} = 0,021 \text{ mol de H}_2$$

El volum total d'hidrogen obtingut és la suma del que s'ha obtingut en cadascuna de les reaccions redox. Sigui x la massa, en grams, d'alumini en la mostra. $(0,50 - x)$ serà la massa, en grams, de zinc.

Podem plantejar l'equació següent, d'acord amb l'estequiometria de les equacions de cadascuna de les reaccions.

$$x \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27,0 \text{ g Al}} \times \frac{1,5 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Al}} + (0,50 - x) \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65,4 \text{ g Zn}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Zn}} = 0,021 \text{ mol H}_2$$

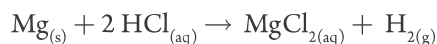
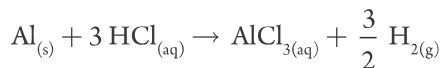
Fent operacions: $x = 0,332 \text{ g Al}$

Per tant els 0,50 g d'aliatge contenen 0,332 g d'alumini. Si expressem aquest resultat en tant per cent en massa, tenim:

$$\% \text{ de Al} = \frac{0,332 \text{ g Al}}{0,5 \text{ g aliatge}} \times 100 = 66,4\% \text{ de Al}$$

$$\% \text{ de Zn} = 100 - 66,4 = 33,6\% \text{ de Zn}$$

29. L'àcid clorhídric reacciona amb l'alumini i el magnesi, les reaccions químiques que tenen lloc són:



a) Com que l'aliatge està format per un 90% d'alumini i un 10% de magnesi, calculem quina massa hi ha de cada un:

$$\text{Al: } 1,38 \text{ g} \times \frac{90}{100} = 1,242 \text{ g Al}$$

$$\text{Mg: } 1,38 \text{ g} \times \frac{10}{100} = 0,138 \text{ g Mg}$$

El volum d'àcid clorhídric consumit és:

$$1,242 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{3 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{1 \text{ dm}^3 \text{ de solució de HCl}}{2 \text{ mol HCl}} =$$

$$0,069 \text{ dm}^3 \text{ de solució de HCl}$$

$$0,138 \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24,3 \text{ g Mg}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Mg}} \times \frac{1 \text{ dm}^3 \text{ de solució de HCl}}{2 \text{ mol HCl}} =$$

$$5,68 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ de solució de HCl}$$

El volum total de solució de HCl és:

$$V(\text{solució de HCl})_{\text{total}} = 0,069 + 5,68 \times 10^{-3} = 0,0747 \text{ dm}^3$$

b) Primer calculem els mols d'hidrogen:

$$1,242 \text{ g Al} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{\frac{3}{2} \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Al}} = 0,069 \text{ mol H}_2$$

$$0,138 \text{ g Mg} \times \frac{1 \text{ mol Mg}}{24,3 \text{ g Mg}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Mg}} = 5,68 \times 10^{-3} \text{ mol H}_2$$

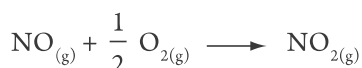
$$n(\text{H}_2)_{\text{totals}} = 0,069 + 5,68 \times 10^{-3} = 0,0747 \text{ mol H}_2$$

Podem calcular el volum d'hidrogen segons:

$$pV = nRT \quad \text{i} \quad V = \frac{nRT}{p}$$

$$V(\text{H}_2) = \frac{0,0747 \text{ mol H}_2 \times 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K}}{1,01 \times 10^5 \text{ Pa}} = 1,84 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 1,84 \text{ dm}^3$$

30. L'equació química del procés és:



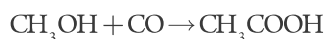
La quantitat de NO_2 que s'hauria d'obtenir a partir de 100 g de NO és:

$$m(\text{NO}_2) = 100 \text{ g NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30,006 \text{ g NO}} \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{1 \text{ mol NO}} \times \frac{46,005 \text{ g NO}_2}{1 \text{ mol NO}_2} = 153,32 \text{ g NO}_2$$

Si només s'obtenen 100 g, el rendiment d'aquest procés és:

$$\text{Rendiment} = \frac{\text{massa obtinguda}}{\text{massa teòrica}} \times 100 = \frac{100}{153,32} \times 100 = 65,2\%$$

31. La reacció que té lloc és:



Hem de calcular el nombre de mols inicials que hi ha de metanol i d'àcid acètic:

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = 20 \text{ kg CH}_3\text{OH} \times \frac{1\,000 \text{ g CH}_3\text{OH}}{1 \text{ kg CH}_3\text{OH}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{32 \text{ g CH}_3\text{OH}} = 625 \text{ mol CH}_3\text{OH}$$

$$n(\text{CO}) = 20 \text{ kg CO} \times \frac{1\,000 \text{ g CO}}{1 \text{ kg CO}} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} = 714 \text{ mol CO}$$

Inicialment tenim 625 mols de metanol i 714 mols de monòxid de carboni. Segons la reacció, per cada mol de metanol reacciona un mol de monòxid de carboni. Com que tenim menys mols de metanol i la reacció és mol a mol, el metanol és el reactiu limitant de la reacció.

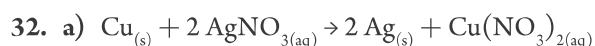
Per cada mol de metanol s'obté un mol d'àcid acètic. El nombre de mols d'àcid acètic que es poden obtenir com a màxim serà 625 mols. Ara calculem el volum de la solució d'àcid acètic del 80% en massa i densitat $1\,070 \text{ kg/m}^3$ que s'obtindrà:

$$\begin{aligned} V(\text{solució}) &= 625 \text{ mol CH}_3\text{COOH} \times \frac{60 \text{ g CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}} \times \\ &\times \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ g}} \times \frac{100 \text{ kg solució}}{80 \text{ kg CH}_3\text{COOH}} \times \frac{1 \text{ m}^3 \text{ solució}}{1\,070 \text{ kg solució}} \times \frac{1\,000 \text{ dm}^3}{1 \text{ m}^3} = \\ &= 43,8 \text{ dm}^3 \text{ de solució d'àcid acètic} \end{aligned}$$

Però aquesta quantitat s'obtindrà quan el rendiment de la reacció sigui del 100%. En el nostre cas el rendiment de la reacció és del 90%. Així doncs la quantitat real de solució d'àcid acètic al 80% en massa i densitat $1\,070 \text{ kg/m}^3$ serà:

$$V(\text{solució}) = 43,8 \text{ dm}^3 \times \frac{90}{100} = 39,4 \text{ dm}^3 \text{ de solució d'àcid acètic}$$

III CLASIFICACIÓ DE LES REACCIONS



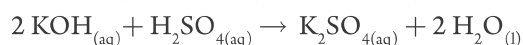
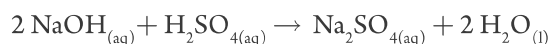
Els ions nitrats, NO_3^- , no prenen part en la reacció. S'anomenen ions espectadors.

b) La solució de nitrats de plata és incolora. El coure metàl·lic no l'acoloreix inicialment, però, a mesura que el metall coure es va oxidant, és a dir, cedint electrons, els ions de coure Cu^{2+} resultants passen al medi aquós on se solvaten i presenten una coloració blavosa. A mesura que progressa la reacció, la coloració blavosa s'intensifica.

33. Les reaccions b) i e) són reaccions àcid-base i el producte de la reacció és en ambdós casos una sal. Les reaccions a) i d) són reaccions redox, els seus elements canvien de nombre d'oxidació, en la reacció a) són l'alumini i l'hidrogen i en la d) el carboni i l'oxigen. La reacció f) és de precipitació; s'obté un producte sòlid que és insoluble, el PbCl_2 . Per últim, la c) és una reacció redox en què els elements canvien de nombre d'oxidació, en aquest cas el magnesi i l'oxigen, però alhora és de precipitació, ja que es forma una substància insoluble, el MgO .

IV CARACTERÍSTIQUES DE LES REACCIONS

34. Les reaccions químiques que tenen lloc són:



A partir de la concentració i del volum emprat d'àcid sulfúric podem conèixer el nombre de mols d'àcid sulfúric necessaris per neutralitzar la dissolució.

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0483 \text{ dm}^3 \times \frac{0,25 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ dm}^3} = 0,0121 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

Sigui x la massa, en grams, d'hidroxid de sodi a la mostra. $(1,15 - x)$ serà la massa, en grams, d'hidroxid de potassi.

Podem plantejar l'equació següent, d'acord amb l'estequiometria de les equacions de cadascuna de les reaccions.

$$\begin{aligned} & x \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol NaOH}} + (1,15 - x) \text{ g KOH} \times \\ & \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{56,1 \text{ g KOH}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol KOH}} = 0,0121 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \end{aligned}$$

Fent les operacions:

$$x = 0,52 \text{ g NaOH}$$

35. a) El $\text{Na}_{(s)}$ s'oxida, per tant, és l'espècie reductora. El $\text{O}_{2(g)}$ es redueix, per tant, és l'espècie oxidant.



- b) El $\text{Zn}_{(s)}$ s'oxida, per tant, és l'espècie reductora. El $\text{S}_{(s)}$ es redueix, per tant, és l'espècie oxidant.



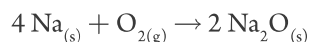
- c) El $\text{Al}_{(s)}$ s'oxida, per tant, és l'espècie reductora. El H^+ es redueix, per tant, és l'espècie oxidant.



- d) El $\text{Mg}_{(s)}$ s'oxida, per tant, és l'espècie reductora. El $\text{F}_{2(g)}$ es redueix, per tant, és l'espècie oxidant.



36. L'equació química d'aquest procés és:



L'increment de massa de la mostra és degut a l'oxigen que ha reaccionat amb el sodi superficial, per tant, sabem que s'hi ha afegit 1 g d'oxigen.

Calculem la massa de sodi que ha reaccionat amb aquesta massa d'oxigen:

$$1 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}_2\text{O}}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{2 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol Na}_2\text{O}} \times \frac{23 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 2,875 \text{ g Na}$$

Per tant, la massa de sodi que queda sense reaccionar és:

$$m(\text{Na}) = 5,0 \text{ g} - 2,875 \text{ g} = 2,125 \text{ g Na}$$

37. Experimentalment podem observar que **la velocitat de reacció augmenta quan augmenta la temperatura del sistema que reacciona**.

Segons el model de xocs moleculars, quan augmenta la temperatura d'una substància les partícules augmenten la seva velocitat, és a dir, es mouen més de pressa i la seva energia cinètica és més gran. Per tant augmentarà el nombre de xocs per unitat de temps i també augmentarà l'eficàcia dels xocs.

38. Exotèrmiques:

- La combustió del carbó i derivats del petroli i del gas natural s'utilitza per a l'obtenció d'energia.
- L'amoniac, NH_3 , és un producte molt important en la indústria química. S'obté industrialment fent reaccionar el nitrogen amb l'hidrogen.

Endotèrmiques:

- La reacció del carbó amb el vapor d'aigua per a obtenir monòxid de carboni i hidrogen.
- L'obtenció de calç viva a partir de carbonat de calci.

39. a) Si la concentració d'àcid clorhídric augmenta, ho fa també el nombre de partícules per unitat de volum i, per tant, el nombre de xocs contra la superfície del zinc. És a dir, si l'àcid és més concentrat, la velocitat de reacció augmenta.
- b) A igual temperatura, podem barrejar quantitats idèntiques de zinc, en el mateix estat de divisió, amb volums iguals de l'àcid en diferent concentració. El sistema amb més velocitat de reacció despendrà més hidrogen per unitat de temps fins que s'exhaureixi un dels reactius.
40. Els biocatalitzadors són substàncies que fan possible que es desenvolupin reaccions químiques en els éssers vius que, si es fan al laboratori, són extremadament lentes. Aquestes substàncies són les vitamines, els ferments, les hormones i els enzims.

INVESTIGA

41. Els additius alimentaris són substàncies que s'afegeixen a les begudes i als aliments elaborats perquè es puguin conservar o perquè millorin, conservin o afegeixen noves propietats organolèptiques. També serveixen per millorar o facilitar el seu procés d'elaboració.
- Els additius poden ser d'origen natural o sintètic i s'afegeixen en quantitats molt petites. En general no modifiquen significativament les seves propietats nutritives. En principi no es consideren nocius, tot i que la toxicitat d'alguns d'ells està lligada a la quantitat ingerida durant un període determinat de temps.
42. a) Quan fem un bistec a la brasa tenen lloc les anomenades reaccions de Maillard. Podeu trobar més informació a:
https://ca.wikipedia.org/wiki/Reacció_de_Maillard
<http://gastronomiaycia.republica.com/2010/03/11/reaccion-de-maillard/>
- b) Quan es cou un ou ferrat, la calor produeix la desnaturalització irreversible de les proteïnes. La proteïna present a la clara canvia la seva estructura, es trenquen els enllaços covalents i es modifiquen les interaccions de Van der Waals.
43. a) Són pintures antioxidants o anticorrosives que tenen per objectiu evitar el contacte del metall amb l'oxigen del medi i evitar així la reacció d'oxidació.
- b) L'acer inoxidable és una substància amb una gran resistència química que reacciona molt poc amb l'oxigen.
44. Els àcids són substàncies molt reactives que fàcilment reaccionen amb d'altres. Els plàstics a la vegada no són gaire estables químicament; per tant, si es posen en contacte aquestes dues substàncies fàcilment poden interaccionar. Aquesta reacció no té perquè perforar l'envàs, però que si que el contingut quedi contaminat. Per altra banda, el vidre és un material químicament inert, però econòmicament més costós.
45. a) Aquest medicament està format per un conjunt de substàncies que neutralitzen l'excés d'àcid que es troba a l'estómac. Es pot buscar més informació a l'enllaç:
http://www.aemps.gob.es/cima/dochtml/p/55396/Prospecto_55396.html
- b) La reacció que es dona és una reacció de neutralització.
46. a) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
 $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \frac{1}{2}\text{H}_2$
- b) La pluja no contaminada presenta un pH lleugerament àcid, d'aproximadament 5,65. Es considera que la pluja és àcida quan presenta un pH inferior a 5. Els productes àcids quotidians tenen un pH molt variable, com podeu veure en aquest enllaç:
<https://ca.wikipedia.org/wiki/PH>.
- c) En general, les substàncies àcides són altament reactives amb molt tipus de materials, però quan els edificis estan fets de materials que contenen carbonat de calci, com per exemple, roca calcària, l'efecte és molt intens.
- d) Caldria reduir o eliminar l'emissió d'òxids de nitrogen i de sofre.