

Unitat 5. Estequiometria de les reaccions químiques

Qüestions inicials

- *En una reacció química en estat gasós, és possible que el volum al final de la reacció augmenti respecte al volum inicial? I que disminueixi?*
Sí, perquè el volum no es conserva necessàriament en una reacció química.
- *Sabeu què vol dir que una reacció funciona mol a mol?*
Vol dir que tots els reactius i productes estan igualats 1 a 1.
- *Si un mol de A dona tres mol de B, quants mol de A ens donaran 7 mol de B?*
Per obtenir 7 mol de B necessitem 2,33 mol de A.
- *Què vol dir que la mena d'un mineral té una riquesa del 90%?*
Vol dir que el mineral conté el 90% de la substància que ens interessa. Per exemple, si tenim 100 g del mineral, només 90 g són de la substància que necessitem.
- *Sabríeu dir quan s'acaba una reacció química?*
S'acaba quan s'esgota un dels reactius (excepte en les reaccions d'equilibri).
- *Sabeu quina importància té la galena en la indústria química? I la pirita?*
La galena és el mineral que conté majoritàriament sulfur de plom i, per tant, és la mena més important de plom, que va ser un dels primers metalls utilitzats i actualment es fa servir en decoració i, sobretot, en la indústria de la guerra. La pirita és majoritàriament disulfur de ferro i s'utilitza per obtenir ferro i àcid sulfúric.
- *Si podem obtenir 10 g d'un producte i n'aconseguim 6, quin és el rendiment de la reacció?*
És del 60%.
- *Pot ser que el rendiment d'una reacció ens doni més del 100%?*
No pot ser. Si en alguna pràctica succeeix, el més probable és que estiguem comptant residus o altres substàncies, a més del producte del qual calculem el rendiment.
- *Sabríeu dir quina és la fórmula empírica de l'àcid acètic, $\text{CH}_3 - \text{COOH}$?*
 CH_2O .

Qüestions i problemes

1. El 21 de setembre de 2001, a la planta de productes químics de 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:

$$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
 a) Igualau aquesta equació.
 b) Si hi havia emmagatzemats 2 500 mol de nitrat, quants mols de monòxid de dinitrogen(I) i d'aigua es van produir.
 R: 2 500 mol N_2O i 5 000 mol H_2O .

$$\begin{aligned} \text{a) } & \text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \\ \text{b) } & 2500 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (1 \text{ mol } \text{N}_2\text{O} / 1 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3) = 2500 \text{ mol } \text{N}_2\text{O} \\ & 2500 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (2 \text{ mol } \text{H}_2\text{O} / 1 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3) = 5000 \text{ mol } \text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$
2. Malgrat que l'alumini és un metall que no reacciona fàcilment amb l'oxigen, en determinades condicions es produeix la reacció següent:

$$4 \text{Al}(\text{s}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$$
 Calculeu el nombre de mols d'oxigen que es necessiten per reaccionar amb 2 mol d'alumini?
 R: 1,5 mol O_2 .

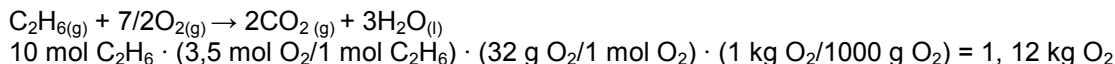
$$2 \text{ mol Al} \cdot (3 \text{ mol } \text{O}_2 / 4 \text{ mol Al}) = 1,5 \text{ mol } \text{O}_2$$
3. El zinc és un metall utilitzat per fer objectes emmolats, planxes, canonades, recipients, per cobrir teulades, per fer fotogravats, etc.
 Una mostra de 125 g de zinc metàl·lic es vaporitza i es crema en excés d'oxigen. Quants grams d'òxid de zinc(II) s'obtindran?
 R: 155,60 g ZnO .

$$2\text{Zn}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{ZnO}_{(s)}$$

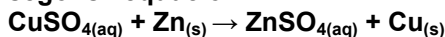
$$125 \text{ g Zn} \cdot (65,38 \text{ g Zn}/1 \text{ mol Zn}) \cdot (2 \text{ mol ZnO}/2 \text{ mol Zn}) \cdot (81,38 \text{ g ZnO}/1 \text{ mol ZnO}) = 155,6 \text{ g ZnO}$$

4. L'età C_2H_6 és un compost molt utilitzat en la síntesi de plàstics i altres productes orgànics industrials, però també es pot utilitzar com a combustible. 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?

R: 1,12 kg O_2 .



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



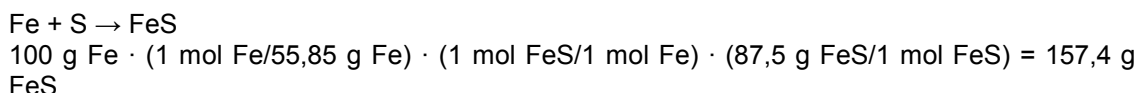
A partir de 15,95 g de sulfat de coure i zinc en excés, quants grams de coure es poden obtenir?

R: 6,35 g Cu.

$$15,95 \text{ g CuSO}_4 \cdot (1 \text{ mol CuSO}_4/159,5 \text{ g CuSO}_4) \cdot (1 \text{ mol Cu}/1 \text{ mol CuSO}_4) \cdot (63,5 \text{ g Cu}/1 \text{ mol Cu}) = 6,35 \text{ g Cu}$$

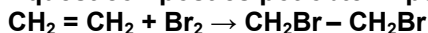
6. El sulfur de ferro (II) es produeix per reacció directa dels seus elements, el sofre i el ferro. Si disposem de 100 g de ferro i sofre en excés, quants grams de sulfur de ferro(II) n'obtidrem, considerant que el rendiment és màxim?

R: 157,40 g FeS .



7. L'anomenat bromur d'etilè és un producte que s'addiciona a les gasolines per augmentar-ne les propietats antidetonants, és a dir, l'índex d'octà.

Aquest compost 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, necessitarà amb excés de brom?

R: 119,25 m^3 C_2H_4 .

$$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$$

$$10^6 \text{ g C}_2\text{H}_4\text{Br}_2 \cdot (1 \text{ mol C}_2\text{H}_4\text{Br}_2/187,8 \text{ g C}_2\text{H}_4\text{Br}_2) \cdot (1 \text{ mol C}_2\text{H}_4/1 \text{ mol C}_2\text{H}_4\text{Br}_2) = 5324,81 \text{ mol C}_2\text{H}_4$$

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

$$101300 \text{ Pa} \cdot V = 5324,81 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 273 \text{ K}$$

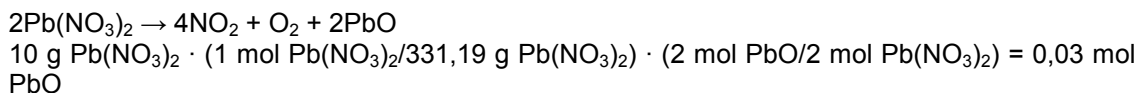
$$V = 119,25 \text{ m}^3 \text{ d'etilè}$$

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

a) Escriviu l'equació i igualeu-la.

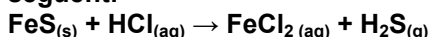
b) Quants molts de PbO s'obtidran a partir de la descomposició total de 10 g de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$?

R: 0,03 mol PbO .



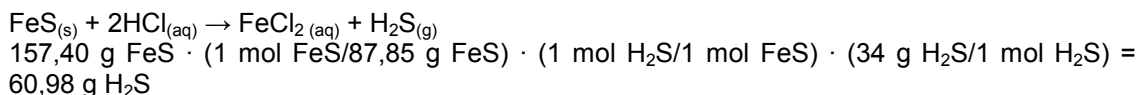
9. El sulfur de ferro que hem preparat en el problema anterior, el podem utilitzar per a la preparació de sulfur d'hidrogen.

Si disposem de 157,40 g de FeS i els fem reaccionar amb àcid clorhídric segons l'equació següent:

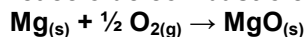


Quants grams de sulfur d'hidrogen obtindrem?

R: 60,98 g H₂S.

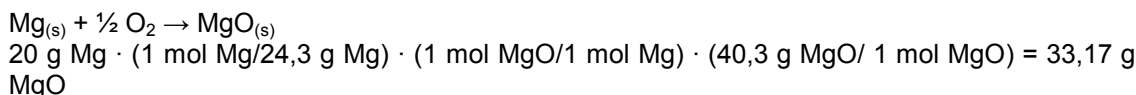


10. El magnesi és un metall lleuger que, quan s'escalfa, crema en l'aire amb una llum blanca intensa, rica en raigs ultraviolats. Aquesta característica fa que s'utilitzi en pirotècnia. La reacció de combustió es pot representar amb l'equació següent:



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

R: 33,17 g MgO.



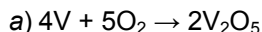
11. El vanadi, nom provinent de *Vana-dís*, deessa de la mitologia escandinava, va ser anomenat així pel suec Sefström, però el seu descobridor va ser l'espanyol Andrés Manuel del Río quant treballava en la mineria de Mèxic.

Un dels compostos més significatius és el pentòxid de divanadi, que es pot obtenir per reacció directa dels seus elements: vanadi i oxigen.

a) Escriviu l'equació i igualeu-la.

b) Quants grams de vanadi han reaccionat amb 20 L d'oxigen en condicions normals?

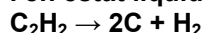
R: 36,39 g V.



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

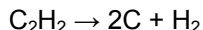
$$20 \text{ L O}_2 \cdot (1 \text{ mol O}_2/22,4 \text{ L O}_2) \cdot (4 \text{ mol V}/5 \text{ mol O}_2) \cdot (50,94 \text{ g V}/1 \text{ mol V}) = 36,39 \text{ g V}$$

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'obtingran a 101 300 Pa i 300 K?

R: 246,1 L H₂.



$$10 \text{ mol C}_2\text{H}_2 \cdot (1 \text{ mol H}_2/1 \text{ mol C}_2\text{H}_2) = 10 \text{ mol H}_2$$

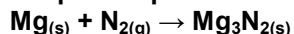
Hi apliquem l'equació d'estat dels gasos ideals: $pV = nRT$.

$$101300 \text{ Pa} \cdot V = 10 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)} \cdot 300 \text{ K}$$

$$V = 246,1 \text{ L H}_2$$

13. El magnesi, a més de la seva reacció amb oxigen reflectida en el problema 10, és també reactiu si s'esclafa en presència de nitrogen.

L'equació que reflecteix aquesta reacció és la següent:

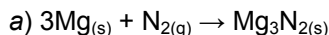


a) Igualau l'equació.

b) Quants grams de nitrur de magnesi es formaran en reaccionar totalment 3,25 g de magnesi?

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

R: 4,5 g Mg₃N₂ i $2,69 \cdot 10^{22}$ molècules N₂.



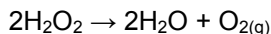
$$3,25 \text{ g Mg} \cdot (1 \text{ mol Mg}/24,3 \text{ g Mg}) \cdot (1 \text{ mol Mg}_3\text{N}_2/3 \text{ mol Mg}) \cdot (100,9 \text{ g Mg}_3\text{N}_2/1 \text{ mol Mg}_3\text{N}_2) = 4,5 \text{ g Mg}_3\text{N}_2$$

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

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'obtingran a partir de la reacció total de 300 g de H₂O₂.

R: 110,7 L de O₂.



$300 \text{ g H}_2\text{O}_2 \cdot (1 \text{ mol H}_2\text{O}_2/34 \text{ g H}_2\text{O}_2) \cdot (1 \text{ mol O}_2/2 \text{ mol H}_2\text{O}_2) = 4,41 \text{ mol O}_2$
 Apliquem l'equació d'estat dels gasos ideals: $pV = nRT$
 $2,2 \text{ atm} \cdot V = 4,41 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 673 \text{ K}$
 $V = 110,7 \text{ L O}_2$

- 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.

R: 220 L.

$\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

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

 $100 \text{ L O}_2 \cdot (1 \text{ L C}_3\text{H}_8/5 \text{ L O}_2) = 20 \text{ L C}_3\text{H}_8$
 Sumem els L 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?

b) Quants grams de HgCl_2 es formaran?

c) Quantes molècules queden per reaccionar?

R: 108,28 g HgCl_2 i $9,96 \cdot 10^{22}$ molècules.

a) Calculem quin serà el reactiu limitant:

$80 \text{ g Hg} \cdot (1 \text{ mol Hg}/200,59 \text{ g Hg}) \cdot (1 \text{ mol Cl}_2/1 \text{ mol Hg}) \cdot (70,9 \text{ g Cl}_2/1 \text{ mol Cl}_2) = 28,28 \text{ g Cl}_2$
 Com que tenim els 28,28 g de Cl_2 , el reactiu limitant és el Hg.

b) $\text{Hg} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HgCl}_2$

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

- 17. La reacció de l'amoníac amb l'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, calculeu el volum de la mescla gasosa després de la reacció, en les mateixes condicions de pressió i temperatura.

R: 13,75 L.

$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$

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) Escriviu l'equació química corresponent i igualeu-la.

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

R: 2,18 g V_2O_5 .

a) $2\text{VO} + 3\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{V}_2\text{O}_5 + 6\text{FeO}$

b) Calculem quin és el reactiu limitant:

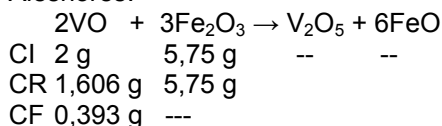
$5,75 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \cdot (1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3/159,6 \text{ g Fe}_2\text{O}_3) \cdot (2 \text{ mol VO}/3 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3) \cdot (66,9 \text{ g VO}/1 \text{ mol VO})$
 $= 1,606 \text{ g VO}$

Per tant, el reactiu limitant és el Fe_2O_3 .

Calculem els grams de V_2O_5 que se n'obtenen:

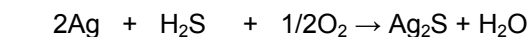
$$5,75 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \cdot (1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3/159,6 \text{ g Fe}_2\text{O}_3) \cdot (1 \text{ mol V}_2\text{O}_5/3 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3) \cdot (181,8 \text{ g V}_2\text{O}_5/1 \text{ mol V}_2\text{O}_5) = 2,18 \text{ g V}_2\text{O}_5$$

Aleshores:



- 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, calculeu la quantitat de sulfur d'argent que es podria obtenir a partir d'una mescla de 0,960 g d'argent, 0,140 g de sulfur d'hidrogen i 0,080 g d'oxigen. Indiqueu quina és la solució correcta.

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



Cl 0,960 g 0,140 g 0,080 g

Calculem quin és el reactiu limitant:

$$0,96 \text{ g Ag} \cdot (1 \text{ mol Ag}/107,9 \text{ g Ag}) \cdot (1 \text{ mol H}_2\text{S}/2 \text{ mol Ag}) \cdot (34 \text{ g H}_2\text{S}/1 \text{ mol H}_2\text{S}) = 0,151 \text{ g H}_2\text{S}$$

No tenim prou H₂S; per tant, l'Ag no és el reactiu limitant.

$$0,140 \text{ g H}_2\text{S} \cdot (1 \text{ mol H}_2\text{S}/34 \text{ g H}_2\text{S}) \cdot (0,5 \text{ mol O}_2/1 \text{ mol H}_2\text{S}) \cdot (32 \text{ g O}_2/1 \text{ mol O}_2) = 0,066 \text{ g O}_2$$

Tenim prou O₂; per tant, el reactiu limitant és el H₂S.

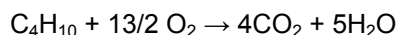
Ara ja podem calcular la quantitat de sulfur d'argent:

$$0,140 \text{ g H}_2\text{S} \cdot (1 \text{ mol H}_2\text{S}/34 \text{ g H}_2\text{S}) \cdot (1 \text{ mol Ag}_2\text{S}/1 \text{ mol H}_2\text{S}) \cdot (247,9 \text{ g Ag}_2\text{S}/1 \text{ mol Ag}_2\text{S}) = 1,02 \text{ g Ag}_2\text{S}$$

Per tant, la solució correcta és la a.

- 20.** Un recipient de 20 dm³ conté a 300 K una mescla de 8 g d'oxigen, 1 g de butà i 1 g d'heli. En fer saltar la guspia elèctrica, la mescla reacciona i es produeix diòxid de carboni i vapor d'aigua. Calculeu la massa de diòxid de carboni obtinguda.

R: 3,03 g CO₂.



Cl 1 g 8 g

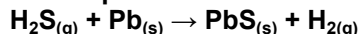
Calculem quin és el reactiu limitant:

$$1 \text{ g C}_4\text{H}_{10} \cdot (1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}/58 \text{ g C}_4\text{H}_{10}) \cdot (6,5 \text{ mol O}_2/1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}) \cdot (32 \text{ g O}_2/1 \text{ mol O}_2) = 3,586 \text{ g O}_2$$

Per tant, el reactiu limitant és el butà. Ara ja podem calcular la massa de CO₂ obtinguda:

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

- 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 la següent equació:



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 a la mostra?

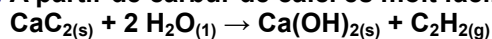
R: 14,78% de plom de la mostra.

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

Calculem-ne el %:

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

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



Calculeu la massa d'hidroxid 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.

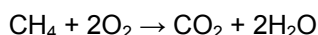
R: 0,83 g Ca(OH)₂ i 0,25 L C₂H₂.

$$0,8 \text{ g CaC}_2 \cdot (90/100) \cdot (1 \text{ mol CaC}_2/64 \text{ g CaC}_2) \cdot (1 \text{ mol Ca(OH)}_2/1 \text{ mol CaC}_2) \cdot (74 \text{ g Ca(OH)}_2/1 \text{ mol Ca(OH)}_2) = 0,8325 \text{ g Ca(OH)}_2$$

$$0,8 \text{ g CaC}_2 \cdot (90/100) \cdot (1 \text{ mol CaC}_2/64 \text{ g CaC}_2) \cdot (1 \text{ mol C}_2\text{H}_2/1 \text{ mol CaC}_2) \cdot (22,4 \text{ L}/1 \text{ mol}) = 0,252 \text{ L C}_2\text{H}_2$$

- 23.** Per combustió d'1 kg d'una mescla de metà i nitrogen, s'obté 1 m³ de diòxid de carboni, mesurat a la pressió d'1,01 · 10⁵ Pa i a la temperatura de 27 °C. Calculeu el percentatge de metà a la mescla inicial.

R: 64,82 % de metà.



Com que tot el CO₂ ve del metà, podem calcular els mols de CO₂ aplicant l'equació d'estat dels gasos ideals: $pV = nRT$.

$$101300 \text{ Pa} \cdot 1 \text{ m}^3 = n \cdot 8,31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)} \cdot 300 \text{ K}$$

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

Per tant:

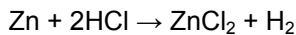
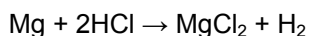
$$40,6 \text{ mol CO}_2 \cdot (1 \text{ mol CH}_4 / 1 \text{ mol CO}_2) \cdot (16 \text{ g CH}_4 / 1 \text{ mol CH}_4) = 649,6 \text{ g CH}_4$$

$$(649,6 \text{ g CH}_4 / 1000 \text{ g total}) \cdot 100 = 64,82\% \text{ metà}$$

- 24.** Una mescla de magnesi i zinc té de massa total 2,448 g i, en reaccionar amb àcid diluït, produeix 1,248 dm³ d'hidrogen, mesurats a 20 °C i 9,76 · 10⁴ Pa.

Calculeu el percentatge de zinc en la mescla inicial.

R: 80,15% de Zn.



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

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

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

Plantegem el següent sistema d'equacions:

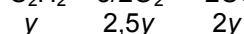
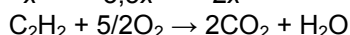
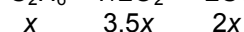
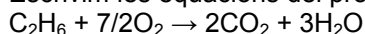
$$\begin{cases} x + y = 2,448 \\ \frac{x}{24,305} + \frac{y}{65,38} = 0,05 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 1,962 \text{ g Zn} \\ y = 0,486 \text{ g Mg} \end{cases}$$

Per tant, el percentatge de zinc en la mescla inicial serà: $(1,962 / 2,448) \cdot 100 = 80,15\%$

- 25.** Dins d'un recipient introduïm 30 cm³ d'una mescla d'età i etí i 120 cm³ d'oxigen. Per mitjà d'una guspira elèctrica, en provoquem la combustió. Després de condensar l'aigua i separar-la, hi queden 81 cm³ en total de diòxid de carboni format i oxigen sobrant. Calculeu la composició de la mescla inicial.

R: 24 cm³ d'età i 6 cm³ d'etí.

Escrivim les equacions del procés:



El residu de CO₂ i O₂ és de 81 cm³.

Plantegem el següent sistema d'equacions:

$$\begin{cases} x + y = 30 \text{ cm}^3 \\ (2x + 2y) + (120 - 3,5x - 2,5y) = 81 \end{cases}$$

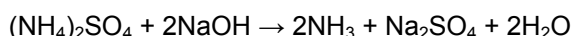
El resollem i n'obtenim que la composició de la mescla inicial és:

$$x = 24 \text{ cm}^3$$

$$y = 6 \text{ cm}^3$$

- 26.** Una mostra de 5,13 g de sulfat d'amoni impur reaccionen amb un excés d'hidròxid de sodi i s'obtenen 1,80 dm³ d'amoniac gas mesurats a 20 °C i 10⁵ Pa, sulfat de sodi i aigua. Calculeu el percentatge en massa de sulfat d'amoni en la mostra analitzada.

R: 95,15 %.



Calculem els mols de NH₃ (g) que n'hem obtingut aplicant-hi l'equació d'estat dels gasos ideals:

$$pV = nRT$$

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

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

i,

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

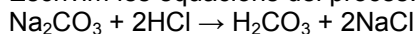
Per tant, el percentatge en massa del sulfat d'amoni és:

$(4,884 \text{ g pur}/5,13 \text{ g impur}) \cdot 100 = 95,15 \%$

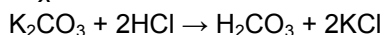
- 27. Una mostra de 0,997 g d'una mescla de carbonat de sodi anhidre i carbonat de potassi anhidre es tracta amb un petit excés d'àcid clorhídric diluït. La dissolució que en resulta s'evapora fins que només hi queden residus sòlids que tenen una massa d'1,090 g. Calculeu la composició de la mostra inicial.**

R: 59,78 % Na₂CO₃.

Escrivim les equacions del procés:



x



y

L'àcid carbònic es descompon en CO₂ i H₂O, de manera que s'evaporen i ens queda com a residu una mescla de NaCl i KCl.

Plantegem el següent sistema d'equacions:

$$\begin{cases} x + y = 0,997 \end{cases}$$

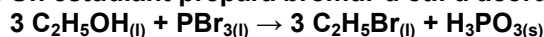
$$\begin{cases} 2 \left(\frac{x}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} \right) \cdot M(\text{NaCl}) + 2 \left(\frac{y}{M(\text{K}_2\text{CO}_3)} \right) \cdot M(\text{KCl}) = 1,090 \end{cases}$$

Resolem el sistema i n'obtenim que: $x = 0,596 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$

Per tant, la composició de la mostra inicial és:

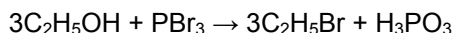
$(0,596/0,997) \cdot 100 = 59,78\% \text{ Na}_2\text{CO}_3$

- 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. Indiqueu el rendiment obtingut si l'estudiant només obté 36 g de bromur d'etil.

R: 63,3 %.



Primerament hem d'esbrinar quin és el reactiu limitant:

$59 \text{ g PBr}_3 \cdot (1 \text{ mol PBr}_3/270,67 \text{ g PBr}_3) \cdot (3 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}/1 \text{ mol PBr}_3) \cdot (46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}/1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 30,08 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}$

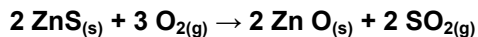
No tenim prou alcohol, per tant tot el C₂H₅OH reacciona, que és en aquest cas el reactiu limitant:

$24 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH} \cdot (1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}/46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot (3 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{Br}/3 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot (108,9 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{Br}/1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{Br}) = 56,82 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{Br}$

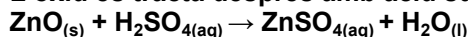
Per tant, el rendiment és:

$(36 \text{ g}/56,82 \text{ g}) \cdot 100 = 63,3 \%$

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

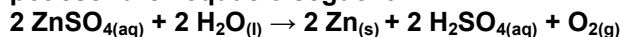


L'òxid es tracta després amb àcid sulfúric diluït:



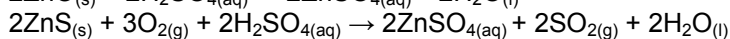
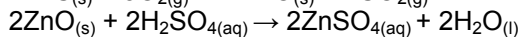
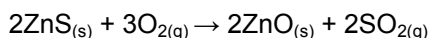
i el ZnO passa també a ZnSO₄. Ara, la solució aquosa només conté ZnSO₄.

Finalment, es passa a través d'un corrent elèctric per obtenir el metall electrolíticament, i es pot escriure l'equació següent:



Calculeu quina massa de zinc s'obtindrà 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%. Indiqueu quina és la solució correcta.

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



El procés és mol a mol: 1 mol ZnS reacciona i dona 1 mol de ZnSO₄. El procés electrolític també és mol a mol. Per tant:

$100000 \text{ g ZnS} \cdot (91/100) \cdot (1 \text{ mol ZnS}/97,4 \text{ g ZnS}) \cdot (1 \text{ mol Zn}/1 \text{ mol ZnS}) \cdot (65,4 \text{ g Zn}/1 \text{ mol Zn}) \cdot (98/100) = 59880,6 \text{ g Zn}$

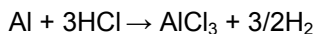
Per tant, la resposta correcta és 59,9 kg de Zn. Que correspon a l'apartat c.

- 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 sulfamat (dissolució d'àcid clorhídric) i s'obtenen 500 mL d'hidrogen exercint una pressió de 730 mm Hg a la temperatura de 20 °C.

Quina és la pèrdua de pes de la làmina? Indiqueu quina és la solució correcta.

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



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

$$pV = nRT.$$

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

$$n = 0,0199 \text{ mol H}_2$$

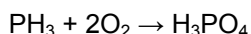
Per factors de conversió:

$$0,0199 \text{ mol H}_2 \cdot (1 \text{ mol Al}/1,5 \text{ mol H}_2) \cdot (27 \text{ g Al}/1 \text{ mol Al}) = 0,358 \text{ g Al}$$

Per tant, la resposta correcta és la e (0,36 g).

- 31.** La fosfina, $\text{PH}_{3(g)}$, reacciona amb oxigen i s'obté àcid fosfòric (o ortofosfòric). L'àcid fosfòric obtingut a partir de 40 dm³ de fosfina, a 298 K i $0,93 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, es dissol en aigua i s'obtenen 3 dm³ de dissolució de densitat 1 035 kg m⁻³. Calculeu la composició de la dissolució obtinguda i expresseu el resultat en a) mol · dm⁻³, b) tant per cent en massa, c) mol · kg⁻¹ (molalitat).

R: a) 0,5 M b) 4,73 % i c) 0,507 m.



Primerament hem de calcular el nombre de mol de H_3PO_4 obtingut: $pV = nRT$

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

$$n = 1,25 \text{ mol PH}_3$$

Com que la reacció és mol a mol, hem obtingut 1,25 mol H_3PO_4 .

Per tant, ara ja podem calcular la composició de la dissolució de H_3PO_4 obtinguda:

$$\text{a) } 1,5 \text{ mol}/3 \text{ dm}^3 = 0,5 \text{ M}$$

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

$$\text{c) } 1,5 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \cdot (98 \text{ g H}_3\text{PO}_4/1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4) = 147 \text{ g H}_3\text{PO}_4$$

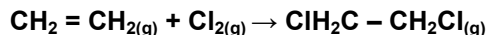
$$3 \text{ L dissolució} \cdot (1035 \text{ g}/1 \text{ dm}^3) = 3105 \text{ g dissolució}$$

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 són de gran aplicació tècnica com, per exemple, el 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 reacció 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? Digueu quina és la solució correcta.

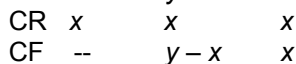
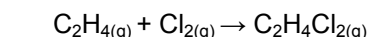
a) La mescla inicial és equimolar.

b) Les dues substàncies estan inicialment en una proporció molar de 2:1.

c) Les dues substàncies estan inicialment en una proporció molar de 3:1.

d) Les dues substàncies estan en una proporció molar de 5:1.

e) No es pot saber la relació inicial perquè la reacció és total.



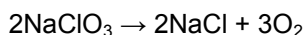
A l'inici de la reacció tenim $x + y$ mol de gas, mentre que al final en tenim solament y . Si hi apliquem l'equació d'estat dels gasos ideals i plantegem un sistema d'equacions podrem esbrinar quina és la relació molar a la mescla inicial. Hem de tenir en compte que les condicions de temperatura i volum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

$$\left. \begin{array}{l} \frac{600}{760} \cdot V = (x + y) \cdot R \cdot T \\ \frac{400}{760} \cdot V = y \cdot R \cdot T \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \frac{600}{400} = \frac{x + y}{y} \\ 1,5 = \frac{x}{y} + 1 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \frac{x}{y} = 0,5 \\ \frac{y}{x} = 2 \end{array} \right\}$$

Per tant, la solució correcta és la *b*.

- 33.** 300 mL d'una dissolució de clorat de sodi és evaporada 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 dm³ d'oxigen, mesurats a 300 K i 10⁵ Pa. Calculeu quina és la concentració de les dissolucions de partida.

R: 0,2 mol dm⁻³.



Calculem el nombre de mol O₂ que s'obtenen a partir de l'equació d'estat dels gasos ideals:

$$pV = nRT.$$

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

$$n = 0,0899 \text{ mol O}_2$$

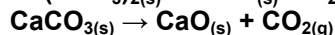
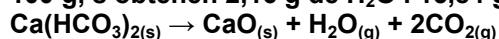
Per estequiometria:

$$0,0899 \text{ mol O}_2 \cdot (2 \text{ mol NaClO}_3/3 \text{ mol O}_2) = 0,0599 \text{ mol NaClO}_3$$

La concentració inicial, per tant, és:

$$M = 0,0599 \text{ mol}/0,3 \text{ L} = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

- 34.** Tenim una mostra que és una mescla de Ca(HCO₃)₂, CaCO₃ i CaO. En esclafar-ne exactament 100 g, s'obtenen 2,16 g de H₂O i 15,84 g de CO₂. Si les equacions són les següents:

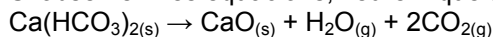


CaO_(s) → No hi ha cap reacció.

Determineu quina de les solucions és el percentatge en massa de CaO en la mescla inicial.

a) 44,5 % b) 19,5 % c) 82 % d) 0,68 % e) 68,5 %

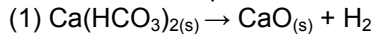
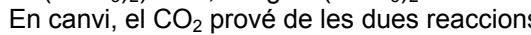
Si observem les equacions, veurem que tota l'aigua prové de la primera reacció:



Per tant, per estequiometria tenim:

$$2,16 \text{ g H}_2\text{O} \cdot (1 \text{ mol H}_2\text{O}/18 \text{ g H}_2\text{O}) \cdot (1 \text{ mol Ca}(\text{HCO}_3)_2/1 \text{ mol H}_2\text{O}) \cdot (162,1 \text{ g Ca}(\text{HCO}_3)_2/1 \text{ mol Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 19,452 \text{ g Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

En canvi, el CO₂ prové de les dues reaccions següents:



I per estequiometria podem saber quina quantitat de CO₂ prové de l'equació 1:

$$2,16 \text{ g H}_2\text{O} \cdot (1 \text{ mol H}_2\text{O}/18 \text{ g H}_2\text{O}) \cdot (1 \text{ mol Ca}(\text{HCO}_3)_2/1 \text{ mol H}_2\text{O}) \cdot (2 \text{ mol CO}_2/1 \text{ mol Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 0,24 \text{ mol CO}_2$$

$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 0,24 \text{ mol CO}_2$$

Com que hem obtingut 15,84 g de CO₂ totals:

$$15,84 \text{ g CO}_2 \cdot (1 \text{ mol CO}_2/44 \text{ g CO}_2) = 0,36 \text{ mol CO}_2 \text{ totals}$$

Per tant, podem esbrinar el nombre de mol de CO₂ provinents de l'equació 2:

$$0,36 - 0,24 = 0,12 \text{ mol CO}_2 \text{ de l'equació 2.}$$

I per estequiometria la quantitat de CaCO₃ de la mescla inicial:

$$0,12 \text{ mol CO}_2 \cdot (1 \text{ mol CaCO}_3/1 \text{ mol CO}_2) \cdot (100,1 \text{ g CaCO}_3/1 \text{ mol CaCO}_3) = 12,012 \text{ g CaCO}_3$$

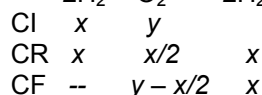
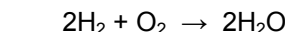
Com que teníem 100 g de mescla inicial:

$$100 \text{ g total} - 19,452 \text{ g Ca}(\text{HCO}_3)_2 - 12,012 \text{ g CaCO}_3 = 68,5 \text{ g CaO inicials}$$

Per tant, el percentatge en massa de CaO és del 68,5% i la resposta correcta és la *e*.

- 35.** En un recipient tancat hi ha una mescla d'oxigen i d'hidrogen a 4,5 · 10⁵ Pa i a 300 K i 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 · 10⁵ Pa a 500 K. Determineu la composició de la mescla inicial.

R: 39,5% H₂.



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

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

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

I de la mescla final:

$$pV = nRT$$

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

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

Apliquem el sistema d'equacions següent:

$$\begin{cases} x + y = 0,18 \\ (y - \frac{x}{2}) + x = 0,144 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = 0,18 - x \\ 0,18 - x - \frac{x}{2} + x = 0,144 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,18 - \frac{x}{2} = 0,144 \\ x = 0,071 \text{ mol H}_2 \\ y = 0,108 \text{ mol O}_2 \end{cases}$$

Per tant, la composició de la mescla inicial és:

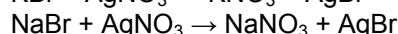
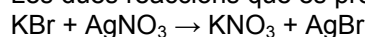
$$(0,071/0,18) \cdot 100 = 39,5 \% \text{ H}_2$$

$$(0,108/0,18) \cdot 100 = 60,5 \% \text{ O}_2$$

- 36. Una mostra de 0,560 g d'una mescla de bromur de potassi i de 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 d'argent. Calculeu els grams de bromur de potassi que hi havia a la mescla inicial.**

R: 0,213 g KBr.

Les dues reaccions que es produeixen són:

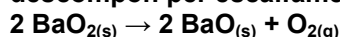


Anomenem $x = \text{g KBr inicials}$ i $y = \text{g NaBr inicials}$. Podem plantejar el sistema d'equacions següent:

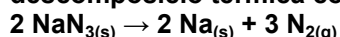
$$\begin{cases} x + y = 0,560 \\ \left[\frac{x}{MM(\text{KBr})} \right] \cdot MM(\text{AgBr}) + \left[\frac{y}{MM(\text{NaBr})} \right] \cdot MM(\text{AgBr}) = 0,970 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = 0,56 - x \\ \frac{x}{119} + \frac{y}{103} = \frac{0,970}{188} \end{cases}$$

Resolem el sistema d'equacions i n'obtenim que $x = 0,213$, per tant en la mescla inicial hi havia 0,213 g de KBr.

- 37. Els peròxids dels metalls alcalins i alcalinoterris s'utilitzen com a font d'oxigen en aparells de respiració per a bombers o bussos i en submarins i naus espacials. Per exemple, el BaO_2 es descompon per escalfament segons l'equació següent:**



D'altra banda, l'azidur de sodi, NaN_3 , es fa servir per obtenir $\text{N}_2(g)$ mitjançant la seva descomposició tèrmica controlada segons l'equació:



Si una càpsula espacial de 10 m^3 vol crear una atmosfera artificial, a 25°C i 1 atm , de les mateixes característiques de l'aire (79% en N_2 i 21% en O_2 amdots en volum), quants grams de BaO_2 per gram de NaN_3 es necessitarien? Assenyaleu la resposta correcta.

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

Primer calculem quants mol de N_2 i O_2 necessitem per crear l'atmosfera artificial:

$$\text{N}_2: 10000 \text{ L} \cdot (79 \text{ L N}_2/100 \text{ L aire}) = 7900 \text{ L N}_2$$

$$pV = nRT$$

$$1 \text{ atm} \cdot 7900 \text{ L} = n \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/(K}\cdot\text{mol)} \cdot 298 \text{ K}$$

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

$$\text{O}_2: 10000 \text{ L} \cdot (21 \text{ L N}_2/100 \text{ L aire}) = 2100 \text{ L N}_2$$

$$pV = nRT$$

$$1 \text{ atm} \cdot 2100 \text{ L} = n \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/(K}\cdot\text{mol)} \cdot 298 \text{ K}$$

$$n = 85,939 \text{ mol O}_2$$

Ara podem calcular els grams de BaO_2 i NaN_3 que necessitem:

$$85,938 \text{ mol O}_2 \cdot (2 \text{ mol BaO}_2/1 \text{ mol O}_2) \cdot (169,3 \text{ g BaO}_2/1 \text{ mol BaO}_2) = 29098,871 \text{ g BaO}_2$$

$$323,3 \text{ mol N}_2 \cdot (2 \text{ mol NaN}_3/3 \text{ mol N}_2) \cdot (65 \text{ g NaN}_3/1 \text{ mol NaN}_3) = 14009,4 \text{ g NaN}_3$$

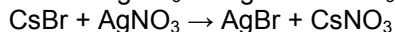
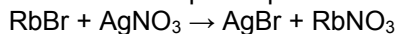
Per tant, la quantitat de BaO_2 que necessitem per gram de NaN_3 és:

29098,871/14009,4 = 2,08
La resposta correcta és la b.

- 38.** La gravimetria és un mètode que es pot emprar per a la determinació d'halurs i que es basa en la pesada d'un compost insoluble d'estequiometria ben definida. Una mostra de 17,7 g conté bromur de rubidi i bromur de cesi. El brom total es determina gravimètricament per reacció amb nitrat d'argent i s'obtenen 18,90 g de bromur d'argent. Quin és el percentatge de RbBr en la mescla? Indiqueu la resposta correcta.

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

Les reaccions que es produeixen són les següents:



Definim x = grams de RbBr inicials i y = grams CsBr inicials.

Podem plantejar el sistema d'equacions següents:

$$\begin{cases} x + y = 17,7 \\ \left[\frac{x}{MM(\text{RbBr})} \right] + \left[\frac{y}{MM(\text{CsBr})} \right] = \frac{18,90}{MM(\text{AgBr})} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 17,7 - y \\ \frac{x}{165,5} + \frac{y}{212,9} = \frac{18,90}{187,9} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 12,97 \\ y = 4,73 \end{cases}$$

Per tant, el percentatge de RbBr en la mescla és:

$$(12,97/17,7) \cdot 100 = 73,3\%$$

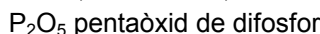
I la resposta correcta és la e.

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



$$\text{O} : \frac{56,3}{16} = 3,51 \rightarrow \frac{3,51}{1,41} = 2,5 \xrightarrow{\times 2} 5$$

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

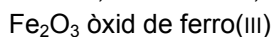


- 40.** Un òxid de ferro té un 69,94% en massa de ferro. Calculeu la fórmula empírica de l'òxid.

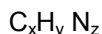


$$\text{O} : \frac{30,06}{16} = 1,88 \rightarrow \frac{1,88}{1,25} = 1,5 \xrightarrow{\times 2} 3$$

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



- 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. Calculeu-ne la fórmula empírica.



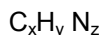
$$\text{C} : \frac{1,548}{12} = 0,129 \rightarrow \frac{0,129}{0,0215} = 6$$

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

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



- 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. Calculeu la fórmula empírica del compost.



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

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

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

C_5H_7N fórmula empírica de la nicotina

- 43. El medicament anomenat L-dopamina s'utilitza per al tractament de la malaltia de Parkinson. 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. Determineu la fórmula empírica de la L-dopamina.**



$$C : \frac{0,5482}{12} = 0,0457 \rightarrow \frac{0,0457}{5,071 \cdot 10^{-3}} = 9$$

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

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

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

$C_9H_{11}NO_4$ 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 cm³ a 450 K i 10⁵ Pa. Calculeu-ne la fórmula empírica i la fórmula molecular.**



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

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

Per tant, la fórmula empírica del compost és $HgCl$.

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

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

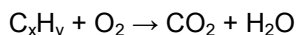
$$MM = 461 \text{ g/mol}$$

$$236,04 \cdot n = 461$$

$$n = 1,953 \sim 2$$

Per tant, la fórmula molecular és: Hg_2Cl_2 .

- 45. Es crema una mostra de 0,210 g d'un hidrocarbur gasós i s'obtenen 0,660 g de CO_2 . Calculeu-ne la fórmula empírica i la fórmula molecular, si en condicions normals té una densitat de 1,87 dm⁻³.**



Tot el C inicial es troba a CO_2 i tot l'H en l' H_2O . Per tant:

$$0,660 \text{ g } CO_2 \cdot (12 \text{ g C}/44 \text{ g } CO_2) = 0,18 \text{ g C}$$

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

$$C : \frac{0,18}{12} = 0,015 \rightarrow \frac{0,015}{0,015} = 1$$

$$H : \frac{0,03}{1} = 0,03 \rightarrow \frac{0,03}{0,015} = 2$$

Per tant, la fórmula empírica és CH_2 .

En calculem ara la massa molecular:

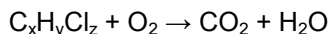
$$(1,87 \text{ g/L}) \cdot (22,4 \text{ L/mol}) = 42 \text{ g/mol}$$

$$14 \cdot n = 42$$

$$n = 3$$

Per tant, la fórmula molecular és C_3H_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 s'obtenen 1,063 g de $CO_{2(g)}$ i 0,145 g de H_2O . A 250 °C i 755 mm de Hg una mostra vaporitzada del pesticida té una densitat de 3,405 g dm^{-3} . Quina és la fórmula molecular del pesticida? Indiqueu la resposta correcta.**
 a) $C_3H_4Cl_3$ b) $C_4H_2Cl_3$ c) C_3H_2Cl d) $C_5H_{16}Cl_2$ e) $C_6H_4Cl_2$



Tot el C inicial es troba a CO_2 i tot l'H en l' H_2O . Per tant:

$$1,063 \text{ g } CO_2 \cdot (12 \text{ g C}/44 \text{ g } CO_2) = 0,29 \text{ g C}$$

$$0,145 \text{ g } H_2O \cdot (2 \text{ g H}/18 \text{ g } H_2O) = 0,016 \text{ g H}$$

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

$$C : \frac{0,29}{12} = 0,023 \rightarrow \frac{0,023}{8,08 \cdot 10^{-3}} = 3$$

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

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

Per tant, la fórmula empírica és C_3H_2Cl .

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

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

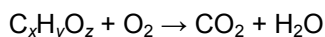
$$MM = 147 \text{ g/mol}$$

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

$$n = 2$$

Per tant, la fórmula molecular és: $C_6H_4Cl_2$ 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 massa molar és 122 g mol^{-1} . Calculeu-ne la fórmula molecular.**



Tot el C inicial es troba a CO_2 i tot l'H en l' H_2O . Per tant:

$$9,24 \cdot 10^{-3} \text{ g } CO_2 \cdot (12 \text{ g C}/44 \text{ g } CO_2) = 2,52 \cdot 10^{-3} \text{ g C}$$

$$1,62 \cdot 10^{-3} \text{ g } H_2O \cdot (2 \text{ g H}/18 \text{ g } H_2O) = 0,18 \cdot 10^{-3} \text{ g H}$$

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

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

$$H : \frac{0,18 \cdot 10^{-3}}{1} = 1,8 \cdot 10^{-4} \rightarrow \frac{1,8 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{-5}} = 3 \xrightarrow{\cdot 2} 6$$

$$O : \frac{0,96 \cdot 10^{-3}}{16} = 6 \cdot 10^{-5} \rightarrow \frac{6 \cdot 10^{-5}}{6 \cdot 10^{-5}} = 1 \xrightarrow{\cdot 2} 2$$

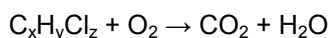
Per tant, la fórmula empírica és $C_7H_6O_2$.

$$122 \cdot n = 122$$

$$n = 1$$

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^3 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^3 a 41 °C i 1,03 atm. Calculeu la fórmula molecular del compost analitzat.**



Tot el C inicial es troba a CO_2 i tot l'H en l' H_2O . Per tant:

$$1,041 \text{ L} \cdot (1 \text{ mol}/22,4 \text{ L}) \cdot (44 \text{ g } CO_2/1 \text{ mol } CO_2) = 2,04 \text{ g } CO_2$$

$$2,04 \text{ g } CO_2 \cdot (12 \text{ g C}/44 \text{ g } CO_2) = 0,5577 \text{ g C}$$

$$1,047 \text{ g } H_2O \cdot (2 \text{ g H}/18 \text{ g } H_2O) = 0,116 \text{ g H}$$

1,5 g total – 0,5577 g C – 0,116 g H = 0,826 g Cl

$$C : \frac{0,5577}{12} = 0,046 \rightarrow \frac{0,046}{0,023} = 2$$

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

$$Cl : \frac{0,826}{35,45} = 0,023 \rightarrow \frac{0,023}{0,023} = 1$$

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 $pV=nRT$.

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

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

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

$$n = 1$$

Per tant, la fórmula molecular és: C_2H_5Cl i 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 mol·luscos. Si l'anàlisi del pigment natural informa que conté un 0,2% de coure, quina és la massa molecular aproximada de l'hemocianina? Indiqueu la resposta correcta.**

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

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 127100 g/mol, per tant la resposta correcta és, si aproximem, la a.