EJERCICIOS RESUELTOS Y COMENTADOS DE REACCIONES QUÍMICAS PARA 4º ESO

Un ejercicio variado de ajuste de reacciones, dos ejercicios completos de cálculos gramo-gramo, mol-mol y gramo-mol y tres ejercicios completos con uso de disoluciones y gases.

1) Ajustar las siguientes reacciones:

a) $Fe(OH)_3 + H_2SeO_3 \rightarrow Fe_2(SeO_3)_3 + H_2O$ **b)** $Al_2O_3 + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + H_2O$

c) $Ni(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ni_3(PO_4)_2 + H_2O$ **d)** $Fe_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$

e) $CoCO_3 + H_3PO_4 \rightarrow Co_3(PO_4)_2 + CO_2 + H_2O$ **f)** $Na_2O + H_3BO_3 \rightarrow Na_3(BO_3)_2 + H_2O$

g) $C_6H_{10}O_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ **h)** $C_4H_8O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

Método de tanteo:
Para ajustar las reacciones elementales se empieza ajustando por los elementos que en menos sustancias aparezcan (en general si hay varias opciones suele ser más factible empezar ajustando por el metal). Luego seguimos con los otros elementos que estén en menos lugares y así hasta finalizar (siendo el oxígeno generalmente el último).
Método aritmético:
Es un método que plantea tantas ecuaciones como sustancias intervienen en la reacción. Es un método innecesario para las ecuaciones simples (y por tanto no lo usaremos) y que para reacciones más complejas, llamadas redox, es conveniente y necesario emplear un método específico.

a) $Fe(OH)_3 + H_2SeO_3 \rightarrow Fe_2(SeO_3)_3 + H_2O$ (el Fe y el Se sólo están en dos sustancias)
Empezamos ajustando el metal → $\mathbf{2}Fe(OH)_3 + H_2SeO_3 \rightarrow Fe_2(SeO_3)_3 + H_2O$
Seguimos con el no metal (Se) → $\mathbf{2}Fe(OH)_{\mathbf{3}} + \mathbf{3}H_{\mathbf{2}}SeO_3 \rightarrow Fe_2(SeO_3)_3 + H_2O$
Ahora los Hidrógenos → Del resultado anterior $\mathbf{2}Fe(OH)_3 + \mathbf{3}H_2SeO_3 \rightarrow Fe_2(SeO_3)_3 + H_2O$
tenemos el siguiente número de hidrógenos 2x3 + 3x2 = **12** que debemos ajustarlos en el H_2O, por tanto $6H_2O$

$$\mathbf{2}Fe(OH)_{\mathbf{3}} + \mathbf{3}H_2SeO_3 \rightarrow Fe_2(SeO_{\mathbf{3}})_{\mathbf{3}} + \mathbf{6}H_2O$$

Comprobamos los oxígenos: 2x3 + 3x3 = 3x3 + 6 (ya están ajustados)

$$\mathbf{2Fe(OH)_3 + 3H_2SeO_3 \rightarrow Fe_2(SeO_3)_3 + 6H_2O}$$

b) $Al_2O_3 + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + H_2O$
Ajustamos Al: $Al_2O_3 + HNO_3 \rightarrow \mathbf{2}Al(NO_3)_3 + H_2O$
Seguimos con N: N como producto hay 6 → $\mathbf{2}Al(NO_3)_{\mathbf{3}}$ 2x1x3 y debemos ajustarlo con le reactivo HNO_3
por tanto $Al_2O_3 + \mathbf{6}HNO_3 \rightarrow \mathbf{2}Al(NO_3)_3 + H_2O$
Turno para H: $Al_2O_3 + \mathbf{6}HNO_3 \rightarrow \mathbf{2}Al(NO_3)_3 + \mathbf{3}H_2O$
Comprobamos O: $Al_2O_3 + 6HNO_3 \rightarrow \mathbf{2}Al(NO_3)_3 + \mathbf{3}H_2O$ 3 + 6x3 = 2x3x3 + 3x1 (ajustados)

$$\mathbf{Al_2O_3 + 6HNO_3 \rightarrow 2Al(NO_3)_3 + 3H_2O}$$

c) $Ni(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ni_3(PO_4)_2 + H_2O$ (el Ni y el P están en sólo dos sustancias)
Empezamos ajustando el metal → $\mathbf{3}Ni(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ni_3(PO_4)_2 + H_2O$
Seguimos con el no metal (P) → $\mathbf{3}Ni(OH)_2 + \mathbf{2}H_3PO_4 \rightarrow Ni_3(PO_4)_2 + H_2O$
Ahora los Hidrógenos → $\mathbf{3}Ni(OH)_2 + \mathbf{2}H_3PO_4 \rightarrow Ni_3(PO_4)_2 + \mathbf{6}H_2O$
Comprobamos los oxígenos (ya están ajustados) $\mathbf{3Ni(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ni_3(PO_4)_2 + 6H_2O}$

d) $Fe_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$ (el Fe, el S y el H sólo están en dos sustancias)
Empezamos ajustando el metal (de entrada está ajustado) → $Fe_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$
Seguimos con el no metal (S) → $Fe_2O_3 + \mathbf{3}H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$
Ahora los Hidrógenos → $Fe_2O_3 + \mathbf{3}H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + \mathbf{3}H_2O$
Comprobamos los oxígenos (ya están ajustados) $\mathbf{Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O}$

e) $CoCO_3 + H_3PO_4 \rightarrow Co_3(PO_4)_2 + CO_2 + H_2O$ (aquí Co, C, H y P están en sólo dos lugares)
Empezamos ajustando el metal → $\mathbf{3}CoCO_3 + H_3PO_4 \rightarrow Co_3(PO_4)_2 + CO_2 + H_2O$
Seguimos con el no metal (C o P, escojamos C) → $\mathbf{3}CoCO_3 + H_3PO_4 \rightarrow Co_3(PO_4)_2 + \mathbf{3}CO_2 + H_2O$
Seguimos con el otro no metal P → $\mathbf{3}CoCO_3 + \mathbf{2}H_3PO_4 \rightarrow Co_3(PO_4)_2 + \mathbf{3}CO_2 + H_2O$
Ahora los Hidrógenos → $\mathbf{3}CoCO_3 + \mathbf{2}H_3PO_4 \rightarrow Co_3(PO_4)_2 + \mathbf{3}CO_2 + \mathbf{3}H_2O$
Comprobamos los oxígenos (ya están ajustados) $\mathbf{3CoCO_3 + 2H_3PO_4 \rightarrow Co_3(PO_4)_2 + 3CO_2 + 3H_2O}$
f) $Na_2O + H_3BO_3 \rightarrow Na_3(BO_3)_2 + H_2O$

En este caso si empezamos por el metal Na tenemos en un lugar 2 y en el otro 3, por tanto tendremos que multiplicar por 3 y por 2 respectivamente en cada lado

Ajustamos Na → **3**Na_2O + H_3BO_3 → **2**Na_3BO_3 + H_2O

Seguimos con el B → **3**Na_2O + **2**H_3BO_3 → **2**Na_3BO_3 + H_2O

Seguimos con el H → **3**Na_2O + **2**H_3BO_3 → **2**Na_3BO_3 + **3**H_2O

Comprobamos los oxígenos (y vemos que están correctos) **$3Na_2O + 2H_3BO_3 \rightarrow 2Na_3BO_3 + 3H_2O$**

g) $C_6H_{10}O_3 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

Esta es una reacción de combustión. Los elementos que figuran en menos lugares son el C y el H:

Empezaremos ajustando el C → $C_6H_{10}O_3 + O_2 \rightarrow$ **6**CO_2 + H_2O

Seguimos con el H → $C_6H_{10}O_3 + O_2 \rightarrow$ **6**CO_2 + **5**H_2O

Ahora para ajustar los O tenemos en cuenta que como productos hay 6x2 + 5 = 17 oxígenos y como reactivos ya hay tres en el compuesto $C_6H_{10}O_3$ que hemos usado para calcular los CO_2 y el H_2O., por tanto nos faltan 17-3 = 14 oxígenos que los ajustaremos con el O_2 (multiplicándolo por 7) → **$C_6H_{10}O_3 + 7O_2 \rightarrow 6CO_2 + 5H_2O$**

h) $C_4H_8O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

Empezaremos ajustando el C → $C_4H_8O + O_2 \rightarrow$ **4**CO_2 + H_2O

Seguimos con el H → $C_4H_8O + O_2 \rightarrow$ **4**CO_2 + **4**H_2O

Para ajustar los O tenemos en cuenta que como productos hay 4x2 + 4 = 12 oxígenos y como reactivos ya hay uno en la sustancia $C_6H_{10}O_3$, por tanto nos faltan 14-1 = 13 oxígenos que los ajustaremos con el O_2 (multiplicándolo por 13/2) y por tanto: **$C_4H_8O + 11/2\ O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4H_2O$** Si no queremos que figuren fracciones de moléculas podemos multiplicar por dos obteniendo: $2C_4H_8O + 11O_2 \rightarrow 8CO_2 + 8H_2O$

2) En la reacción $6HCl + 2Fe \rightarrow 2FeCl_3 + 3H_2$ Calcular:

a) Gramos de HCl que se necesitan para reaccionar completamente con 20 g de hierro

b) Gramos de $FeCl_3$ que se pueden obtener con 5 g de HCl

c) Moles de HCl que se necesitan para obtener 0,5 moles de $FeCl_3$

d) Moles que se obtienen de H_2 con 0,4 moles de Fe

e) Gramos de H_2 que se obtienen con 0,2 moles de de HCl

f) Moles de Fe necesarios para obtener 5 gramos H_2

Datos de masas atómicas: Cl =35,5u Fe = 56u H = 1u

En primer lugar y como paso fundamental calculemos su estequiometría:

Mm	36,5	56	162,5	2
	6HCl	**+ 2Fe →**	**2FeCl₃**	**+ 3H₂**
Moles	6	2	2	3
Gramos	219	112	325	6
	331		**331**	

Estequiometría correcta, se cumple la ley de Lavoisier

a) Usaremos las proporciones gramo-gramo entre HCl y Fe

$$\frac{219 \text{ g HCl}}{112 \text{ g Fe}} = \frac{X \text{ g HCl}}{20 \text{ g Fe}} \qquad X = \mathbf{39{,}1\ g\ HCl}$$

b) Usaremos las proporciones gramo-gramo entre HCl y $FeCl_3$

$$\frac{219 \text{ g HCl}}{325 \text{ g } FeCl_3} = \frac{5 \text{ g HCl}}{X \text{ g } FeCl_3} \qquad X = \mathbf{7{,}42\ g\ FeCl_3}$$

c) Ahora las proporciones serán moles-moles entre HCl y $FeCl_3$

$$\frac{6 \text{ moles HCl}}{2 \text{ moles } FeCl_3} = \frac{X \text{ moles HCl}}{0{,}5 \text{ moles } FeCl_3} \qquad X = \mathbf{1{,}5\ moles\ HCl}$$

Observa que siempre se hace referencia a lo mismo en los dos numeradores y también en los dos denominadores (pero a la otra sustancia).

Ejemplo en el caso a) los dos numeradores se refieren a g HCl y los dos denominadores a g Fe. Y en el caso f) los dos numeradores son g H_2 y los dos denominadores moles de Fe.

El formato de la proporción depende de cómo nos lo planteemos, así por ejemplo el apartado f) podría ser igualmente:

$$\frac{2 \text{ moles Fe}}{6 \text{ g } H_2} = \frac{X \text{ moles Fe}}{5 \text{ g } H_2}$$

Pero insistiendo: siempre se hace referencia a lo mismo en los dos numeradores y también en los dos denominadores (pero a la otra sustancia).

d) Ahora toca las proporciones moles-moles entre H_2 y Fe

$$\frac{2 \text{ moles Fe}}{3 \text{ moles } H_2} = \frac{0{,}4 \text{ moles Fe}}{X \text{ moles } H_2} \qquad X = \mathbf{0{,}6 \text{ moles } H_2}$$

e) Ahora son proporciones cruzadas gramos-moles entre H_2 y HCl

$$\frac{6 \text{ g } H_2}{6 \text{ moles HCl}} = \frac{X \text{ g } H_2}{0{,}2 \text{ moles HCl}} \qquad X = \mathbf{0{,}2 \text{ gramos } H_2}$$

f) Ahora las proporciones cruzadas son gramos-moles entre H_2 y Fe

$$\frac{6 \text{ g } H_2}{2 \text{ moles Fe}} = \frac{5 \text{ g } H_2}{X \text{ moles Fe}} \qquad X = \mathbf{1{,}67 \text{ moles Fe}}$$

3) Sea la reacción: $MnO_2 + 4\ HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2\ H_2O$
a) ¿Con 50 g de dióxido de manganeso que cantidad de gramos de HCl reaccionan?
b) ¿Cuando se obtienen 15 g de $MnCl_2$ cuántos gramos de agua se obtienen?
c) ¿Cuántos moles de HCl dan lugar a 0,25 moles de Cl_2?
d) ¿Cuántos moles de $MnCl_2$ se producen cuando se obtienen a 0,3 moles de H_2O?
e) ¿Cuántos moles de HCl se necesitan para obtener 3 gramos de H_2O?
f) ¿Cuántos gramos de $MnCl_2$ se producen con 0,5 moles de HCl?
Datos de masas atómicas: Cl =35,5u H = 1u Mn = 55u O = 16u

Como es preceptivo calculemos su estequiometría:

Mm	87	36,5	126	71	18
	MnO_2 +	4 HCl →	$MnCl_2$ +	Cl_2 +	2 H_2O
Moles	1	4	1	1	2
Gramos	87	146	126	71	36

suma reactivos = 233 = suma productos

a) $$\frac{87 \text{ g } MnO_2}{146 \text{ g HCl}} = \frac{50 \text{ g } MnO_2}{X \text{ g HCl}} \qquad X = \mathbf{84 \text{ g HCl}}$$

b) $$\frac{126 \text{ g } MnCl_2}{36 \text{ g } H_2O} = \frac{15 \text{ g } MnCl_2}{X \text{ g } H_2O} \qquad X = \mathbf{4{,}29 \text{ g } H_2O}$$

c) $$\frac{4 \text{ moles HCl}}{1 \text{ mol } Cl_2} = \frac{X \text{ moles HCl}}{0{,}25 \text{ moles } Cl_2} \qquad X = \mathbf{1 \text{ mol HCl}}$$

d) $$\frac{1 \text{ mol } MnCl_2}{2 \text{ moles } H_2O} = \frac{X \text{ moles } MnCl_2}{0{,}3 \text{ moles } H_2O} \qquad X = \mathbf{0{,}15 \text{ moles } H_2O}$$

e) $$\frac{4 \text{ moles HCl}}{36 \text{ g } H_2O} = \frac{X \text{ moles HCl}}{3 \text{ g } H_2O} \qquad X = \mathbf{0{,}33 \text{ moles HCl}}$$

f) $$\frac{4 \text{ moles HCl}}{126 \text{ g } MnCl_2} = \frac{0{,}5 \text{ moles HCl}}{X \text{ g } MnCl_2} \qquad X = \mathbf{15{,}75 \text{ g } MnCl_2}$$

Observa que siempre es más sencillo el uso de moles que el de gramos.

En los tres ejemplos siguientes lo podrás comprobar.

En química suele ser más útil el uso de moles.

4) Sea la reacción $2\ Al + 3\ H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3\ H_2$.
a) Con 55 cm^3 de una disolución de ácido sulfúrico 1,5 M calcula los gramos de $Al_2(SO_4)_3$ que se obtienen.
b) Con 10 g de Al ¿qué volumen de H_2 obtendremos medido a 0,95 atm y 25 ºC?
Datos de masas atómicas: Al = 27u H = 1u S = 32u O = 16u

Mm	27	98	342	2	
	$2\ Al + 3\ H_2SO_4 \rightarrow$		$Al_2(SO_4)_3$	$+ 3\ H_2$	
Moles	2	3	1	3	
Gramos	54	294	342	6	**suma reactivos = 348= suma productos**

a) Calculemos primero los moles de H_2SO_4 que hay en esa disolución de H_2SO_4
:
moles de H_2SO_4, con los datos de la disolución: M= n/V → n= MV = 1,5 M · 0,055 = 0,082 moles H_2SO_4
Y de acuerdo con la estequiometría obtendremos:

$$\frac{3 \text{ moles } H_2SO_4}{342 \text{ g } Al_2(SO_4)_3} = \frac{0{,}082 \text{ moles } H_2SO_4}{X \text{ g } Al_2(SO_4)_3} \qquad X = \mathbf{9{,}35\ g\ Al_2(SO_4)_3}$$

b) Primero debemos calcular los moles de H_2 que se obtienen para luego ver su volumen mediante PV = nRT:

$$\frac{54 \text{ g Al}}{3 \text{ moles } H_2} = \frac{5 \text{ g Al}}{X \text{ moles } H_2} \qquad X = 0{,}28 \text{ moles } H_2$$

Y ahora aplicamos PV = nRT → 0,95xV = 0,28x0,082x298 → **V = 7,2 litros**

5) Sea la reacción: $Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$
a) ¿Cuántos gramos de $Cu(NO_3)_2$ se pueden obtener con 250 ml de disolución 0,5 M de HNO_3?
b) ¿Qué volumen de NO_2 (gas) medido a 0,97 atm y 20ºC se obtiene con 5g de HNO_3?
Masas atómicas: Cu=63,5u N= 14u O = 16u H = 1u

Mm	63,5	63	187,5	46	18	
	$Cu + 4HNO_3 \rightarrow$		$Cu(NO_3)_2$	$+ 2NO_2$	$+ 2H_2O$	
Moles	1	4	1	2	2	
Gramos	63,5	252	187,5	92	36	**suma reactivos = 315,5 = suma productos**

a) Moles de HNO_3, con los datos de la disolución: M= n/V → n= MV = 0,5 M · 0,25 = 0,125 moles HNO_3

$$\frac{4 \text{ moles } HNO_3}{187{,}5 \text{ g } Cu(NO_3)_2} = \frac{0{,}125 \text{ moles } HNO_3}{X \text{ g } Cu(NO_3)_2} \qquad X = \mathbf{5{,}86\ g\ Cu(NO_3)_2}$$

b) Veamos primero los moles de NO_2 que se obtienen con los 15 g de HNO_3

$$\frac{252 \text{ g de } HNO_3 1}{2 \text{ moles } NO_2} = \frac{5 \text{ g de } HNO_3}{X \text{ moles } NO_2} \qquad X = 0{,}04 \text{ moles } NO_2$$

Y ahora aplicamos PV = nRT → 0,97xV = 0,04x0,082x293 → **V = 0,99 litros de NO_2**

6) Sea la reacción $3Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O$
A) Con 300 ml de disolución 0,75M de H_3PO_4 ¿cuántos moles de $Ca(OH)_2$ reaccionan. B)¿qué volumen ocupa el agua (evaporada a 150ºC y 1,02 atm) que se ha obtenido cuando se obtienen 12 g de $Ca_3(PO_4)_2$? C) Con 250 ml de disolución 0,2 M de $Ca(OH)_2$ ¿cuántos gramos de $Ca_3(PO_4)_2$ se obtienen?
Masas atómicas: Ca=40 P=31u O = 16u H = 1u

Mm	74	98	310	18	
	$3Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow$		$Ca_3(PO_4)_2$	$+ 6H_2O$	
Moles	3	2	1	6	
Gramos	222	196	310	108	**suma reactivos = 418 = suma productos**

A) Moles de H_3PO_4, con los datos de la disolución: M= n/V → n= MV = 0,75 M · 0,3 = 0,225 moles H_3PO_4

$$\frac{2 \text{ moles } H_3PO_4}{3 \text{ moles } Ca(OH)_2} = \frac{0{,}225 \text{ moles } H_3PO_4}{X \text{ moles } Ca(OH)_2} \qquad X = \mathbf{0{,}3375 \text{ moles } H_2O}$$

B) Veamos primero los moles de H_2O que se obtienen cuando se obtienen 12 g de $Ca_3(PO_4)_2$

$$\frac{310 \text{ g de } Ca_3(PO_4)_2}{6 \text{ moles } H_2O} = \frac{12 \text{ g de } Ca_3(PO_4)_2}{X \text{ moles } H_2O} \qquad X = 0{,}232 \text{ moles } H_2O$$

Como el agua está en forma gas aplicamos PV = nRT → 1,02 = 0,232x0,082x423 → **V = 7,89 litros de H_2O**

C) Moles de $Ca(OH)_2$, con los datos de la disolución: M= n/V → n= MV = 0,2M · 0,25 = 0,05 moles $Ca(OH)_2$

$$\frac{310 \text{ g de } Ca_3(PO_4)_2}{3 \text{ moles } Ca(OH)_2} = \frac{x \text{ g de } Ca_3(PO_4)_2}{0{,}05 \text{moles } Ca(OH)_2} \qquad X = \mathbf{5{,}17 \text{ gramos de } Ca_3(PO_4)_2}$$