

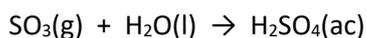
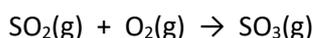
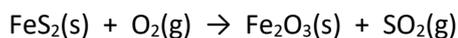
PROBLEMAS

Dispone de un tiempo máximo de **90 minutos** para esta parte de la prueba.
Debe responder a cada problema en una hoja separada y rellenar la plantilla con los resultados.
En el texto se proporcionan algunos datos generales y la tabla periódica.
Esta parte pondera con un 60 % de la nota final.

Datos generales: 1 atmósfera = 760 mmHg; R = 0,082 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹.

Problema 1 (40 puntos)

La fabricación industrial del ácido sulfúrico se lleva a cabo a partir del mineral pirita, cuyo componente mayoritario es el disulfuro de hierro(II), FeS₂. El proceso se realiza en continuo, utilizando 3 reacciones químicas consecutivas:



- a) Ajuste las tres ecuaciones químicas. (10 puntos)
- b) Partimos de 1,00 kg de pirita con una riqueza en FeS₂ del 83 %. ¿Qué volumen teórico de aire, medido a 20 °C y 740 mmHg, se necesita emplear para la transformación total? (15 puntos)
- c) Si la reacción total en las condiciones del apartado anterior se lleva a cabo con exceso de O₂, se obtienen 2 litros de disolución de ácido sulfúrico de concentración 3,5 M. Determine el rendimiento global del conjunto de las tres reacciones químicas. (15 puntos)

Datos: Composición del aire (porcentaje en volumen): N₂: 78 %; O₂: 21 %; Ar: 1 %

Problema 2 (30 puntos)

Las cerillas de seguridad contienen una cabeza compuesta por una mezcla de varias sustancias, entre ellas el sulfuro de antimonio(III). Su principal función es la de ser el combustible que proporcione el suficiente calor para que la cabeza arda más tiempo y con más intensidad. Cuando este compuesto reacciona con el dióxigeno libera un gas de olor fuerte, dióxido de azufre, así como óxido de antimonio(III).



- a) Escriba y ajuste la ecuación química descrita anteriormente. (5 puntos)
- b) La actual normativa europea sobre las cerillas prohíbe que se liberen más de 7 mg de dióxido de azufre por gramo de la mezcla que forma la cabeza, ya que se trata de un gas irritante y tóxico. ¿Cuál sería, por tanto, el porcentaje máximo en masa de sulfuro de antimonio(III) que puede contener la mezcla de la cabeza para que no se sobrepase dicho umbral? (10 puntos)
- c) Para evitar la liberación a la atmósfera del dióxido de azufre, podríamos hacerlo reaccionar con una disolución de hidróxido de sodio, para generar sulfito de sodio y agua. Si mezclamos 11,95 L de dióxido de azufre, medidos a 1,05 atm y 27 °C, con 2210 cm³ de disolución acuosa hidróxido de sodio 0,40 M, ¿qué masa de sulfito de sodio se obtendrá? (10 puntos)
- d) En la reacción descrita en el apartado c), ¿cuántas moléculas de cada uno de los reactivos habrán sobrado? (5 puntos)

Problema 3 (30 puntos)

“Me bajo dos paradas antes porque no aguanto más la peste. En un primer momento me negué a creer que semejante olor a sudor pudiera venir del hombre atractivo (a la vista) que tenía al lado, pero cuando me bajé identifiqué con claridad la fuente de la peste: el hombre olía a TMHA”.

Así describe la youtuber Mai Thi Nguyen-Kim* su experiencia con una de las sustancias malolientes que prolifera en algunas axilas.



- a) Para determinar la fórmula que esconde detrás de estas siglas, una química cogió una muestra de 24,00 g de esta sustancia pura, que sabía que sólo contenía tres elementos: carbono, hidrógeno y oxígeno, y la quemó totalmente, obteniendo 57,75 g de dióxido de carbono y 20,25 g de agua. A continuación, cogió otra muestra de la misma sustancia y determinó que, en fase gas, su densidad, a 500 K y 750 mmHg de presión, era 3,081 g·L⁻¹. Determine la fórmula empírica y molecular del TMHA. **(15 puntos)**
- b) Al parecer, la sustancia más pestilente del mundo no es esta, sino otra que solo contiene carbono, hidrógeno y azufre y que, cuando se aisló por vez primera, provocó desmayos, náuseas y vómitos en quienes vivían en calles próximas al laboratorio. Para averiguar su fórmula, la química tomó una muestra de 1,850 g de esta sustancia y la sometió a un proceso que originó la oxidación de todo el azufre que contenía y su posterior precipitación, obteniendo 25 milimoles de sulfato de bario. Sabiendo que la sustancia contiene un 48,65 % de carbono y que su masa molar es inferior a 100 g·mol⁻¹, determine su fórmula empírica y molecular. **(15 puntos)**

*M.T. Nguyen-Kim, *Mi vida es química*; Ariel, Barcelona (2020).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008																	2 He 4,0026
3 Li 6,94	4 Be 9,0122											5 B 10,81	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
11 Na 22,99	12 Mg 24,305											13 Al 26,982	14 Si 28,085	15 P 30,974	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,948
19 K 39,098	20 Ca 40,078	21 Sc 44,956	22 Ti 47,867	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,723	32 Ge 72,630	33 As 74,922	34 Se 78,97	35 Br 79,904	36 Kr 83,798
37 Rb 85,468	38 Sr 87,62	39 Y 88,906	40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,95	43 Tc [97]	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33		72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]		104 Rf [267]	105 Db [270]	106 Sg [269]	107 Bh [270]	108 Hs [270]	109 Mt [278]	110 Ds [281]	111 Rg [281]	112 Cn [285]	113 Nh [286]	114 Fl [289]	115 Mc [289]	116 Lv [293]	117 Ts [293]	118 Og [294]
			57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97
			89 Ac [227]	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

CUESTIONES

Dispone de un tiempo máximo de **60 minutos** para responder a las 25 cuestiones.

Sólo hay 1 respuesta correcta para cada cuestión. Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto, en blanco 0, y cada incorrecta con -0,25. Debe indicar las soluciones en la plantilla suministrada.

Se permite el uso de calculadoras no programables.

Esta parte pondera con un 40 % de la nota final.

**No empiece el ejercicio hasta que se le indique.
Debe contestar en la plantilla de respuestas.**

Datos generales: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $R_H = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$;
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008																	2 He 4,0026
3 Li 6,94	4 Be 9,0122											5 B 10,81	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
11 Na 22,99	12 Mg 24,305											13 Al 26,982	14 Si 28,085	15 P 30,974	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,948
19 K 39,098	20 Ca 40,078	21 Sc 44,956	22 Ti 47,867	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,723	32 Ge 72,630	33 As 74,922	34 Se 78,97	35 Br 79,904	36 Kr 83,798
37 Rb 85,468	38 Sr 87,62	39 Y 88,906	40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,95	43 Tc [97]	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33		72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]		104 Rf [267]	105 Db [270]	106 Sg [269]	107 Bh [270]	108 Hs [270]	109 Mt [278]	110 Ds [281]	111 Rg [281]	112 Cn [285]	113 Nh [286]	114 Fl [289]	115 Mc [289]	116 Lv [293]	117 Ts [293]	118 Og [294]
			57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97
			89 Ac [227]	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

C 1.- Una muestra de 22,0 g de un gas desconocido ocupa 11,2 L a 0 °C y 1 atm de presión. ¿De qué sustancia gaseosa se trata?

- a) SO₂ b) Cl₂ c) PH₃ d) CO₂

C 2.- Un recipiente de volumen constante contiene 3 moles de dinitrógeno a 0,8 atmósferas y 30 °C. Si añadimos 2 moles de dióxigeno y la temperatura aumenta hasta 60 °C, la presión resultante será:

- a) 1,33 atm b) 2027 mmHg c) 916 mmHg d) 1114 mmHg

C 3.- El elemento renio presenta dos isótopos estables ¹⁸⁵Re y ¹⁸⁷Re. La masa atómica promedio del Re es 186,21 uma. ¿Cuál es el porcentaje de ¹⁸⁷Re en el elemento?

- a) 39,50 % b) 60,50 % c) 35,75 % d) 64,25 %

C 4.- ¿Qué núclido decae mediante una emisión de partículas alfa para formar ²¹⁹Rn?

Dato: una partícula alfa corresponde a un núcleo ⁴He

- a) ²¹⁵Po b) ²¹⁹At c) ²¹⁹Fr d) ²²³Ra

C 5.- ¿Cuál de las siguientes mezclas da lugar a una disolución de K⁺(ac) de concentración 0,35 mol·L⁻¹?

- a) 35 mL de sulfato de potasio 1 M + 35 mL de cloruro de potasio 0,5 M + agua hasta 300 mL
b) 50 mL de sulfato de potasio 1 M + 50 mL de cloruro de potasio 0,5 M + agua hasta 300 mL
c) 40 mL de sulfato de potasio 1 M + 50 mL de cloruro de potasio 0,5 M + agua hasta 300 mL
d) 50 mL de sulfato de potasio 1 M + 35 mL de cloruro de potasio 0,5 M + agua hasta 300 mL

C 6.- Cierta soldadura de plata utilizada en electrónica, debe tener la siguiente proporción de átomos: 5 Ag / 4 Cu / 1 Zn. ¿Qué masa de cada metal debe fundirse para obtener 1000 g de soldadura?

- a) 700 g de Ag + 200 g de Cu + 100 g de Zn
b) 628 g de Ag + 296 g de Cu + 76 g de Zn
c) 315 g de Ag + 150 g de Cu + 35 g de Zn
d) 515 g de Ag + 415 g de Cu + 70 g de Zn

C 7.- El magnesio se encuentra en el agua marina en una proporción de 1,4 g de magnesio por cada kg de agua de mar. La producción anual de magnesio en los EEUU es de 100000 toneladas. Si todo este magnesio fuera extraído del mar, ¿qué volumen de agua de mar, en metros cúbicos, tendría que emplearse?

Dato: densidad del agua de mar = 1,25 g·mL⁻¹

- a) 57,1·10⁶ m³ b) 71,43·10⁹ m³ c) 89,2·10⁶ m³ d) 57,1·10⁹ m³

C 8.- El elemento A tiene tres electrones de valencia y el elemento B tiene seis. Ambos pertenecen al mismo periodo de la Tabla Periódica. ¿Cuál es la fórmula del compuesto que ambos elementos tenderán a formar?

- a) A₆B₂ b) A₂B₃ c) AB₂ d) A₂B

C 9.- De las siguientes especies químicas, ¿cuál tiene menor tamaño?

- a) S²⁻ b) Cl⁻ c) Ar d) K⁺

C 10.- ¿En cuál de las siguientes listas se ordenan los elementos de acuerdo con su creciente electronegatividad?

- a) Na < F < O < N
- b) Na < O < F < N
- c) Na < N < O < F
- d) Na < O < N < F

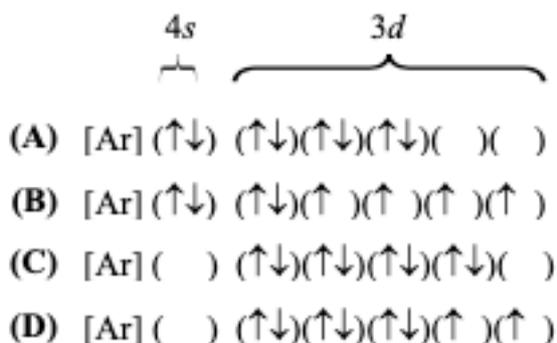
C 11.- Indique cuál es el orden correcto de los cuatro elementos en cuanto a su primera energía de ionización.

- a) Ca < Se < Rb < Cl
- b) Cl < Se < Ca < Rb
- c) Se < Cl < Rb < Ca
- d) Rb < Ca < Se < Cl

C 12.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre los números cuánticos es **falsa**?

- a) Un electrón puede tener valores de $m_l = -2$ y $l = 3$
- b) El número m_s solo puede valer $+1/2$ y $-1/2$
- c) Un electrón no puede tener valores de $n = 2$ y $l = 0$
- d) Un electrón no puede tener valores de $l = 2$ y $m_l = -3$

C 13.- ¿Cuál de los siguientes esquemas representa mejor la distribución de los electrones en un ión de $\text{Ni}^{2+}(\text{g})$ en su estado fundamental?



- a) (A)
- b) (B)
- c) (C)
- d) (D)

C 14.- De los siguientes iones en estado gaseoso, ¿cuál tiene más electrones desapareados en su estado fundamental?

- a) Mn^{2+}
- b) Ni^{2+}
- c) Ti^{2+}
- d) Fe^{2+}

C 15.- La disociación en átomos del cloro molecular, Cl_2 , es un proceso endotérmico con $\Delta H = 243,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Dicha disociación se puede conseguir irradiando la muestra con un láser. ¿Cuál es la longitud de onda máxima del láser que podemos utilizar?

- a) 520 nm
- b) 491 nm
- c) 621 nm
- d) 830 nm

C 16.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la estructura electrónica de Lewis del catión nitro, NO_2^+ , es verdadera?

- a) Hay un átomo que no cumple la regla del octeto
- b) Hay una carga formal positiva sobre un átomo de oxígeno
- c) Los dos enlaces entre el átomo de nitrógeno y los átomos de oxígeno son diferentes
- d) Esta especie no presenta formas resonantes

C 17.- Dos de las siguientes moléculas tienen una geometría semejante:

- | | | | |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|
| (I) CO_2 | (II) BF_3 | (III) Cl_2O | (IV) H_2S |
| a) I y III | b) II y III | c) I y IV | d) III y IV |

C 18.- La molécula de ClNO_2 :

- a) Tiene una geometría molecular triangular plana
- b) Es piramidal
- c) Presenta dos distancias de enlace N–O diferentes
- d) En su estructura electrónica se localizan nueve pares de electrones solitarios

C 19.- ¿Cuál de las siguientes moléculas tiene enlaces covalentes polares pero su momento dipolar total es cero?

- | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|
| a) H_2S | b) CH_2Cl_2 | c) SiCl_4 | d) CH_3Cl |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|

C 20.- ¿Qué molécula tiene el enlace químico más corto?

- | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| a) H_2 | b) N_2 | c) O_2 | d) F_2 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|

C 21.- ¿Cuál de las siguientes sustancias conduce la electricidad cuando está en estado líquido pero no en estado sólido?

- a) Cobre
- b) Tetracloruro de carbono
- c) Nitrato de sodio
- d) Argón

C 22.- ¿Cuál de los siguientes halogenuros de carbono tiene el punto de ebullición más alto??

- a) CF_4
- b) CCl_4
- c) CBr_4
- d) Cl_4

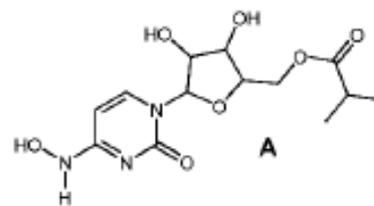
C 23.- ¿Qué fuerzas intermoleculares predominan en la propanona en estado líquido?

- a) En estado líquido, no hay fuerzas cohesivas entre las moléculas
- b) Las interacciones dipolo permanente-dipolo permanente
- c) El enlace de hidrógeno
- d) El enlace covalente C–C

C 24.- La pandemia COVID-19 estimuló el desarrollo de nuevos medicamentos antivirales. La estructura de uno ellos se muestra en la figura A. ¿Cuántos carbonos e hidrógenos tiene el compuesto?

- a) 13 carbonos y 16 hidrógenos
- b) 13 carbonos y 18 hidrógenos
- c) 12 carbonos y 18 hidrógenos
- d) 12 carbonos y 16 hidrógenos

Pregunta anulada, se contesta R-1

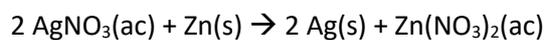


C 25.- Indica qué grupos funcionales se encuentran en el compuesto A mostrado en la pregunta anterior:

- a) Alcohol, ácido carboxílico y amida
- b) Amina, éter y ácido carboxílico
- c) Éter, cetona y amida
- d) Éter, alcohol y éster

Preguntas de reserva (sólo se tendrán en consideración en caso de que alguna de las cuestiones planteadas tuviera que ser anulada, por cualquier error).

R-1.- 15 mL de una disolución $0,25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ de nitrato de plata ($M_r = 169,9$), reaccionan con 0,10 g de zinc, de acuerdo con la siguiente reacción ajustada:



¿Qué cantidad de plata metálica se espera obtener en el proceso?

- a) 0,17 g b) 0,20 g c) 0,33 g d) 0,66 g

R-2.- ¿Cuál es la geometría molecular del ion yodato, IO_3^- ?

- a) Pirámide trigonal
- b) En forma de T
- c) Triangular
- d) Zig-zag