

**KIMIKA**

**QUÍMICA**

***Proposatutako hamar ariketa hauetako BOSTi erantzun behar diezu.  
Ez ahaztu azterketa-orrialde guztietan kodea jartzea.  
Ez erantzun ezer inprimaki honetan.***

- Proba idatzi honek 10 ariketa ditu.
- Ariketak hiru multzotan banatuta daude:  
**A Multzoa:** 2,5 puntuko 4 problema ditu, **2ri erantzun behar diezu.**  
**B Multzoa:** 2 puntuko bi galdera ditu, **1i erantzun behar diozu.**  
**C Multzoa:** 1,5 puntuko lau galdera ditu, **2ri erantzun behar diezu.**
- Nota gorena izateko (parentesi artean agertzen da galdera bakoitzaren amaieran), ariketak zuzen ebazteaz gainera, argi azaldu eta ongi arrazoitu behar dira, eta ahalik eta egokien erabili behar dira sintaxia, ortografia, hizkuntza zientifikoa, kantitate fisikoen arteko erlazioak, sinboloak eta unitateak.
- **Jarraibideetan adierazitakoei baino galdera gehiagori erantzunez gero, erantzunak ordenari jarraituta zuzenduko dira, harik eta beharrezko kopurura iritsi arte.**
- Galdera guztiei erantzuteko behar diren **datu orokorrak** orrialde honen atzealdean daude. Erabil itzazu kasu bakoitzean behar dituzun datuak soilik.

***Debes responder a CINCO de los siguientes diez ejercicios propuestos.  
No olvides incluir el código en cada una de las hojas de examen.  
No contestes ninguna pregunta en este impreso.***

- Esta prueba escrita se compone de 10 ejercicios.
- Los ejercicios están distribuidos en tres bloques:  
**Bloque A:** consta de 4 problemas de 2,5 puntos, **debes responder 2** de ellos.  
**Bloque B:** consta de 2 cuestiones de 2 puntos, **debes responder a 1** de ellas.  
**Bloque C:** consta de 4 cuestiones de 1,5 puntos, **debes responder a 2** de ellas.
- La calificación máxima (entre paréntesis al final de cada pregunta) la alcanzarán aquellos ejercicios que, además de bien resueltos, estén bien explicados y argumentados, cuidando la sintaxis y la ortografía y utilizando correctamente el lenguaje científico, las relaciones entre las cantidades físicas, símbolos, unidades, etc.
- **En caso de responder a más preguntas de las estipuladas, las respuestas se corregirán en orden hasta llegar al número necesario.**
- Los **datos generales** necesarios para completar todas las preguntas se incluyen conjuntamente en el reverso de esta hoja. Aplica únicamente los datos que necesites en cada caso.
- Los **datos específicos** están en cada pregunta.

## DATU OROKORRAK

Konstante unibertsalak eta unitate baliokideak:

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \quad R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

Zenbaki atomikoak: H (Z = 1); C (Z = 6); N (Z = 7); S (Z = 16); Cl (Z = 17); Ar (Z = 18);  
Ca (Z = 20)

Laburdurak:

B.N.: Presio- eta temperatura-baldintza normalak

(aq): ur-disoluzioa

## DATOS GENERALES

Constantes universales y equivalencias de unidades:

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \quad R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm-Hg}$$

Números atómicos: H (Z=1); C (Z=6); N (Z=7); S (Z=16); Cl (Z= 17); Ar (Z= 18);  
Ca (Z= 20)

Abreviaturas:

C.N.: Condiciones Normales de presión y temperatura

(aq): disolución acuosa

**KIMIKA**

**QUÍMICA**

**BLOQUE A: Problemas**

(Consta de cuatro problemas, **debes responder a 2** de ellos)

**PUNTOS**

**A1.** Cuando se calienta el amoníaco se disocia según:



Se sabe que a una temperatura de 573 K y a la presión de 6 atm, el amoníaco está disociado en sus elementos en un 60%.

- a) Ajustar la reacción. (0,25)
- b) Determinar la presión parcial de cada componente de la mezcla. (0,75)
- c) Calcular  $K_p$  para ese equilibrio a esa temperatura. (1,00)
- d) Calcular  $K_c$  para ese equilibrio a esa temperatura. (0,50)

**A2.** Se tiene una disolución acuosa 0,5 M de un ácido monoprótico débil, HA, con una constante de acidez  $K_a = 1,9 \cdot 10^{-5}$ . Calcular:

- a) El pH de la disolución. (1,50)
- b) El grado de disociación del ácido. (0,50)
- c) La molaridad que debería tener una disolución de HCl para que su pH fuese igual al de la disolución del ácido HA. (0,50)

**A3.** El magnesio reacciona con ácido nítrico según la siguiente ecuación:



- a) Escribir las semireacciones de oxidación y de reducción (0,50)
- b) Indicar cuál es la especie oxidante y cuál la especie reductora. (0,50)
- c) Ajustar la ecuación por el método del ión-electrón. (0,50)
- d) Calcular el potencial de la pila en condiciones estándar. (1,00)

(Datos:  $\mathcal{E}_{\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}}^0 = -2,37 \text{ V}$  ;  $\mathcal{E}_{\text{NO}_3^-/\text{NO}_2}^0 = +0,78 \text{ V}$ )

**A4.** El producto de solubilidad del sulfato de bario ( $\text{BaSO}_4$ ) es  $1 \cdot 10^{-10}$  a 25 °C. Calcular la solubilidad del sulfato de bario a esa temperatura:

- a) En agua pura. (1,00)
- b) En una disolución de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 0,1 M (totalmente disuelto e ionizado). (1,50)

**BLOQUE B: Cuestiones**

(Consta de dos cuestiones, **responde a 1** de ellas)

**PUNTOS**

**B1.** Dadas las moléculas:  $\text{CS}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{NH}_3$ .

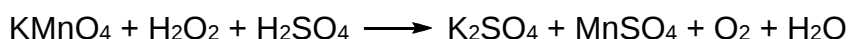
- a) Escribir sus estructuras de Lewis. (0,50)
- b) Justificar sus geometrías según la teoría de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia (TRPECV) y la polaridad de las mismas. (0,75)

**KIMIKA**

**QUÍMICA**

- c) Explicar razonadamente qué tipo de enlace o fuerza intermolecular hay que vencer para pasar de estado líquido a gaseoso cada una de estas sustancias. (0,75)

**B2.** Se quiere determinar la concentración de un agua oxigenada comercial mediante su valoración con una disolución de permanganato de potasio de concentración conocida (permanganimetría). En disolución ácida el permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ) oxida el  $\text{H}_2\text{O}_2$  a  $\text{O}_2$ , reduciéndose a  $\text{Mn}^{2+}$  según la ecuación siguiente (sin ajustar):



- a) Indicar los instrumentos y materiales que serán necesarios. (0,25)  
 b) Explicar el procedimiento de la valoración acompañándolo de un dibujo. (0,75)  
 c) Explicar por qué no se necesita indicador para esta valoración. (0,25)  
 d) Escribir la reacción ajustada que tiene lugar en esta valoración. (0,75)

**BLOQUE C: Cuestiones**

(Consta de cuatro cuestiones, responde a 2 de ellas)

**PUNTOS**

**C1.** Una reacción química presenta a 300 K de temperatura los siguientes valores termodinámicos:  $\Delta G = -500 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$  y  $\Delta S = 10 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . Calcular:

- a) El valor de  $\Delta H$  de la reacción a esa temperatura. (0,75)  
 b) Suponiendo que  $\Delta H$  y  $\Delta S$  no varían con la temperatura, determinar a partir de qué temperatura la reacción será espontánea. (0,75)

**C2.** Para los siguientes grupos de números cuánticos: (4,2,0,+1/2); (3,3,2,-1/2); (2,0,1,+1/2); (2,0,0,-1/2)

- a) Indicar cuáles son posibles y cuáles no para un electrón en un átomo, justificándolo. (0,50)  
 b) En aquellas combinaciones que son posibles, indicar el orbital en el que se encuentra el electrón. (0,50)  
 c) Ordenar razonadamente los orbitales del apartado anterior en orden creciente de energía. (0,50)

**C3.** Dadas las siguientes especies: Ar,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Cl}^-$

- a) Escribir sus configuraciones electrónicas. (0,50)  
 b) Ordenarlas, razonando la respuesta, en orden creciente de sus radios. (1,00)

**C4.** Completar las siguientes reacciones químicas, indicando en cada caso de qué tipo de reacción se trata. Nombrar los reactivos y formular y nombrar los productos resultantes.

- a)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2 + \text{HBr} \longrightarrow$  (0,50)  
 b)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (en caliente)  $\longrightarrow$  (0,50)  
 c)  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3$  (en medio sulfúrico)  $\longrightarrow$  (0,50)



## **CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK**

### **QUÍMICA (ORDINARIA 2021)**

#### **CRITERIOS GENERALES DE CORRECCIÓN**

1. Los alumnos y alumnas deben reconocer por su símbolo y nombre los elementos de la Clasificación Periódica, y saber situar en ella, al menos, los elementos representativos. Deberán ser capaces de reconocer la periodicidad que es característica a la posición de los elementos en la Clasificación Periódica.
2. Las alumnas y alumnos deberán saber nombrar y/o formular, indistintamente, mediante los sistemas usuales, los compuestos químicos sencillos (óxidos, ácidos comunes, sales, compuestos orgánicos sencillos con una única función orgánica. etc.)
3. Si en una cuestión o en un problema se hace referencia a uno o varios procesos químicos, los alumnos y alumnas deberán ser capaces de escribir estos procesos y ajustarlos adecuadamente. Si no escribe y ajusta correctamente la/s ecuación/es, la cuestión o problema no podrá ser calificado con máxima puntuación.
4. Cuando sea necesario, se facilitarán las masas atómicas, los potenciales electroquímicos (siempre los de reducción), las constantes de equilibrio, etc. No obstante, el alumno podrá utilizar datos adicionales de conocimiento general.
5. Se valorará positivamente la inclusión de diagramas explicativos, esquemas, gráficas, dibujos, etc. que evidencien madurez de conocimientos químicos. La claridad y coherencia de la expresión, así como el rigor y la precisión en los conceptos involucrados serán igualmente valorados positivamente.
6. El profesorado específico de la asignatura Química que forma parte de los Tribunales calificadores, en uso de su discrecionalidad, podrá ayudar a resolver las dudas que pudieran suscitarse en la interpretación de los enunciados del examen.
7. Se valorará positivamente la utilización de un lenguaje científico apropiado, la presentación del ejercicio (orden, limpieza), la correcta ortografía y la calidad de redacción. Por errores ortográficos graves, deficiente presentación o redacción, podrá bajarse hasta un punto la calificación.

#### **CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN**

1. Son de aplicación específica los criterios generales de corrección antes expuestos.
2. En las cuestiones y problemas la evaluación reflejará claramente si se ha utilizado la nomenclatura y formulación correcta, y si los conceptos involucrados se han aplicado adecuadamente.
3. Se valorará fundamentalmente la coherencia del planteamiento, la aplicación de los conceptos y el razonamiento continuado hasta la consecución de las respuestas, teniendo menor valor las manipulaciones matemáticas que conducen a la resolución del ejercicio. La presentación de una mera secuencia de expresiones matemáticas, sin ningún tipo de razonamiento o explicación, no podrá dar lugar a una puntuación máxima.



## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

4. Se valorará positivamente el uso correcto de unidades, especialmente las correspondientes al S.I. (y derivadas) y las que son habituales en Química. Se penalizará la utilización incorrecta de unidades o su ausencia
5. El procedimiento a seguir en la resolución de los ejercicios es libre, no se debería valorar con mayor o menor puntuación el hecho de que se utilicen “factores de conversión”, “reglas de tres”, etc. salvo que en el enunciado se requiera una actuación concreta (p.ej. el método de ión-electrón en el ajuste de reacciones redox). En todo caso, un resultado incorrecto por un error algebraico no debería invalidar un ejercicio. Se penalizarán los resultados manifiestamente incoherentes.
6. En los ejercicios de varios apartados donde la solución obtenida en uno de ellos sea necesaria para la resolución del siguiente, se valorará éste independientemente del resultado del anterior, excepto si el resultado es claramente incoherente.

### ANEXOS

1. Con el único propósito de facilitar la labor de los correctores, se adjuntan las soluciones de los ejercicios de los exámenes en varios anexos.
2. El objeto de los anexos no es ofrecer “exámenes perfectos”, sino recopilar brevemente las respuestas correctas.
3. En los anexos se detallan las puntuaciones máximas que los correctores podrán otorgar a cada ejercicio y cada apartado.



## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

### BLOQUE A. SOLUCIONES (Anexo)

#### A1. Solución

[2,50p]

- a) La reacción ajustada es:  $2 \text{NH}_3(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 3 \text{H}_2(g)$  [0,25p]
- b) La estequiometría de la reacción indica que por cada  $\alpha$  moles que se disocian de amoníaco, se forman  $\alpha/2$  moles de nitrógeno y  $3\alpha/2$  moles de hidrógeno. Si denominamos  $C_0$  a la concentración inicial de amoníaco, en el equilibrio la concentración de cada especie en función del grado de disociación  $\alpha$  será:

|                          |                    |                      |                      |   |                       |
|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---|-----------------------|
|                          | $2 \text{NH}_3(g)$ | $\rightleftharpoons$ | $\text{N}_2(g)$      | + | $3 \text{H}_2(g)$     |
| Conc. inicio (mol/L)     | $C_0$              |                      | 0                    |   | 0                     |
| Conc. equilibrio (mol/L) | $C_0(1 - \alpha)$  |                      | $C_0 \cdot \alpha/2$ |   | $C_0 \cdot 3\alpha/2$ |

La concentración total de especies en la mezcla (C) será la suma de sus concentraciones parciales y será proporcional a la presión total de la mezcla en equilibrio ( $P_T$ ):

$$C = C_0(1 - \alpha) + C_0 \frac{\alpha}{2} + C_0 \frac{3\alpha}{2} = C_0(1 + \alpha)$$

Puesto que las presiones parciales de cada uno de los componentes de la mezcla son proporcionales a sus concentraciones:

$$P_{\text{NH}_3} = X_{\text{NH}_3} \cdot P_T = \frac{C_0(1 - \alpha)}{C_0(1 + \alpha)} \cdot P_T = \frac{1 - 0,6}{1 + 0,6} \cdot 6 \text{ atm} = 1,50 \text{ atm}$$

$$P_{\text{N}_2} = X_{\text{N}_2} \cdot P_T = \frac{C_0 \cdot \alpha/2}{C_0(1 + \alpha)} \cdot P_T = \frac{0,6/2}{1 + 0,6} \cdot 6 \text{ atm} = 1,125 \text{ atm}$$

$$P_{\text{H}_2} = X_{\text{H}_2} \cdot P_T = \frac{C_0 \cdot \frac{3\alpha}{2}}{C_0(1 + \alpha)} \cdot P_T = \frac{3 \cdot \frac{0,6}{2}}{1 + 0,6} \cdot 6 \text{ atm} = 3,375 \text{ atm}$$

[0,75p]

- c) Para calcular  $K_p$ , se aplica la ley de acción de masas:

$$K_p = \frac{P_{\text{N}_2} \cdot (P_{\text{H}_2})^3}{(P_{\text{NH}_3})^2} = \frac{1,125 \text{ atm} \cdot (3,375 \text{ atm})^3}{(1,50 \text{ atm})^2} = 19,2$$

[1,00p]

- d) La relación entre  $K_p$  y  $K_c$  viene dada por la expresión:  $K_p = K_c (R \cdot T)^{\Delta n}$

$$K_c = K_p / (RT)^{\Delta n} \quad \text{luego: } K_c = 19,2 / (0,082 \cdot 573)^{4-2} = 8,70 \cdot 10^{-3}$$

[0,50p]

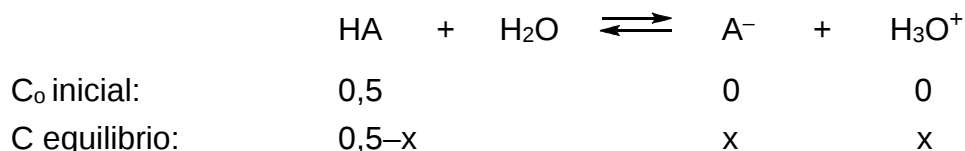


## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

### A2. Solución

[2,50p]

- a) La ecuación de equilibrio de ionización del ácido es:



Escribiendo la expresión de la constante de equilibrio, K<sub>a</sub>, y sustituyendo datos:

$$K_{a1} = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{x \cdot x}{0,5 - x} = 1,9 \cdot 10^{-5} \Rightarrow 1,9 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{0,5 - x} = \frac{x^2}{0,5}$$

Suponiendo que lo que se disocia de ácido es despreciable frente a la concentración inicial, tenemos que:

$x^2 = 9,5 \cdot 10^{-6}$  ó  $x = 3,08 \cdot 10^{-3}$  (lo que confirma que la aproximación es aceptable).

Puesto que  $x = [\text{H}_3\text{O}^+]$ , al aplicar la definición de pH y sustituir datos numéricos, nos queda:

$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$  es decir:  $\text{pH} = -\log [3,08 \cdot 10^{-3}] = 2,5$  [1,50p]

- b) Teniendo en cuenta el concepto de grado de disociación ( $\alpha$ ) planteamos la siguiente proporción:  $x = c \cdot \alpha$

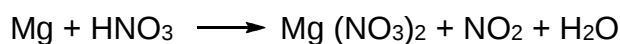
$\alpha = 3,08 \cdot 10^{-3} / 0,5 = 6,2 \cdot 10^{-3}$  (0,62 %) [0,50p]

- c) Puesto que el HCl es un ácido fuerte frente al agua, es decir, está totalmente disociado en sus iones, se cumple que  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCl}]$ .

Por tanto, la molaridad del HCl ha de ser  $3,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  [0,50p]

### A3. Solución

[2,50p]



- a) En medio ácido:



- b) El magnesio se oxida, pues aumenta su número de oxidación de 0 a +2, por lo que es el reductor.

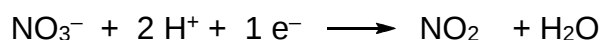
El anión  $\text{NO}_3^-$  se reduce y el nitrógeno disminuye su número de oxidación de +5 a +4, así que es el oxidante.

[0,50p]

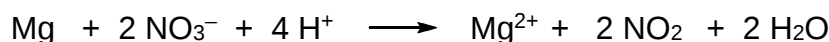
- c) De las dos semireacciones:



## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK



Multiplicando por dos la segunda y sumando se obtiene la reacción iónica:



La reacción molecular ajustada tras hacer los ajustes correspondientes será:

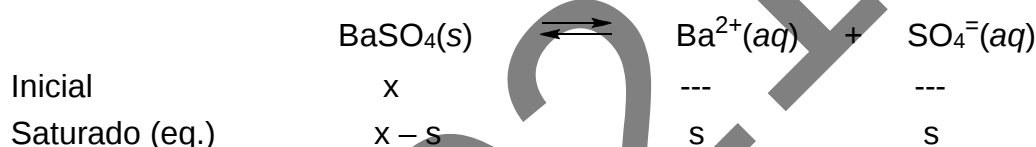


d) El potencial standard de la pila será:

$$\mathcal{E}_{pila}^0 = \mathcal{E}_{cátodo}^0 - \mathcal{E}_{ánodo}^0 = \mathcal{E}_{\text{NO}_3^{-}/\text{NO}_2}^0 - \mathcal{E}_{\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}}^0 = 0,78 - (-2,37) = 3,15V \quad [1,00p]$$

### A4. Solución. [2,50p]

La ecuación de solubilidad del sulfato de bario es:

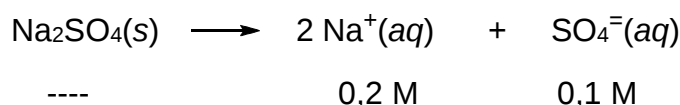


Si s es la solubilidad del sulfato de bario en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  y su producto de solubilidad es:  $K_{ps} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-10}$

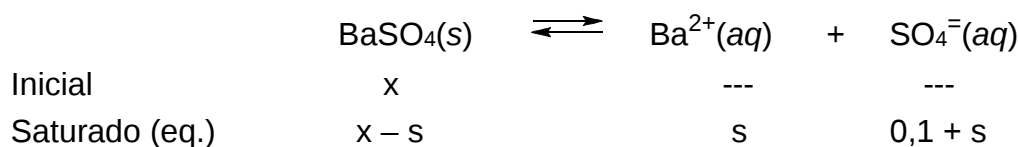
a) En una disolución saturada en agua pura, la solubilidad del  $\text{BaSO}_4$  será:

$$K_{ps} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = s \cdot s = s^2 = 10^{-10} \Rightarrow s_{\text{BaSO}_4} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad [1,00p]$$

b) En una disolución 0,1M de sulfato de sodio, completamente disociada, la concentración de iones sulfato será:



y las nuevas concentraciones de la ecuación de solubilidad del  $\text{BaSO}_4$  serán:



El producto de solubilidad del  $\text{BaSO}_4$  en la nueva disolución saturada también cumplirá el producto de solubilidad. Teniendo en cuenta que el valor de s es despreciable frente al del ión sulfato total:

$$K_{ps} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = s \cdot (0,1 + s) \cong s \cdot 0,1 = 10^{-10} \Rightarrow$$

$$s_{\text{BaSO}_4} = \frac{10^{-10}}{0,1} = 10^{-9} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

La solubilidad del  $\text{BaSO}_4$  ahora será mucho menor que en agua pura. [1,50p]

### BLOQUE B. SOLUCIONES (Anexo)

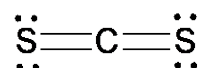
#### B1. Solución

[2,00p]

a) Estructuras de Lewis a partir de las configuraciones electrónicas:

Para  $\text{CS}_2$

Configuraciones electrónicas:

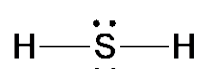


C:  $1s^2 2s^2 2p^2$

S:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

Para  $\text{H}_2\text{S}$ :

Configuraciones electrónicas:

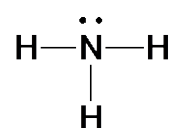


H:  $1s^1$

S:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

Para  $\text{NH}_3$

Configuraciones electrónicas:



H:  $1s^1$

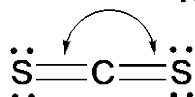
N:  $1s^2 2s^2 2p^3$

[0,50p]

b) Según la TRPECV, los pares de electrones de la capa de valencia del átomo central se ordenan de forma que la separación entre ellos sea máxima para minimizar las repulsiones.

$\text{CS}_2$ : Molécula del tipo  $\text{AB}_2$ , sin pares de electrones no enlazantes en el átomo central. La ordenación espacial de los 4 pares enlazantes será lineal y la geometría de la molécula también, con un ángulo S-C-S de  $180^\circ$ . Los enlaces son polares pero la molécula es APOLAR, ya que la geometría hace que su momento dipolar resultante sea nulo ( $\mu_R = 0$ ).

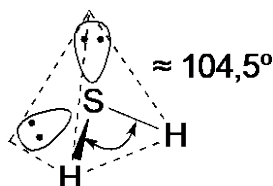
$\approx 180,0^\circ$



Lineal

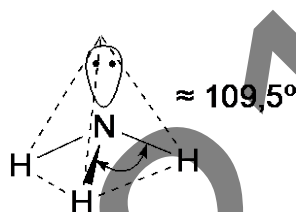
$\text{H}_2\text{S}$ : Alrededor del azufre hay 2 pares de electrones enlazantes y 2 pares solitarios o no enlazantes. La ordenación espacial de éstos será tetraédrica, pero la geometría de la molécula es angular por la repulsión entre los dos pares de electrones no enlazantes, formando un ángulo H-S-H menor de  $109,5^\circ$ . La molécula es POLAR porque tiene enlaces polares y su geometría da un momento dipolar resultante no nulo ( $\mu_R \neq 0$ )

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK



Angular

**NH<sub>3</sub>** Alrededor del nitrógeno hay 3 pares de electrones enlazantes y 1 par no enlazante. La ordenación espacial de éstos será tetraédrica pero la geometría de la molécula es una pirámide trigonal, con ángulos de enlace H–N–H menores que el exactamente tetraédrico debido a las repulsiones entre el par no enlazante y los pares enlazantes. La molécula es POLAR porque sus enlaces son polares y, dada su geometría, el momento dipolar resultante es no nulo: ( $\mu_R \neq 0$ ).



Piramidal

[0,75p]

- c) NH<sub>3</sub>: El nitrógeno es muy electronegativo y además es un átomo de pequeño tamaño, y está unido al hidrógeno. Por eso, las fuerzas intermoleculares existentes entre las moléculas son enlaces de hidrogeno.

H<sub>2</sub>S: Esta es una molécula polar, y las fuerzas intermoleculares existentes serán fuerzas de Van Der Waals dipolo-dipolo.

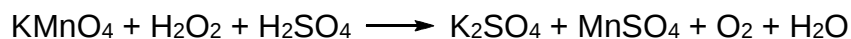
CS<sub>2</sub>: Es una molécula apolar y las fuerzas intermoleculares son las fuerzas de dispersión de London.

[0,75p]

### B2. Solución

[2,00p]

Valoración de un agua oxigenada comercial con KMnO<sub>4</sub>



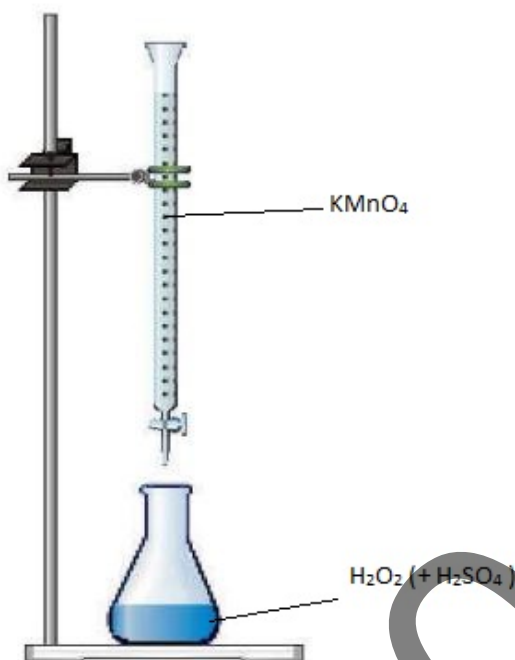
- a) Instrumentos y materiales
- Aspirapipetas (o pera)
  - Bureta de 25 mL graduada
  - Erlenmeyer 250 mL
  - Pinza de bureta con nuez
  - Soporte
  - Pipeta de 5 mL
  - Probeta de 100 mL

[0,25p]

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

### b) Procedimiento y esquema:

1. Se prepara la bureta limpiándola, homogeneizándola con una pequeña porción de la disolución de  $\text{KMnO}_4$  y llenándola hasta el punto de enrase con esta disolución.



2. En un Erlenmeyer de 250 mL se añaden un volumen conocido de la disolución de agua oxigenada comercial y a continuación un volumen dado de ácido sulfúrico, por ejemplo, 1 M. (este ácido sulfúrico se habrá tomado con una pipeta ayudándose de la pera  $\text{KMnO}_4$  pipetas.) Se agita para mezclar la  $\text{KMnO}_4$ .

3. Se añade la disolución de  $\text{KMnO}_4$  gota a gota sobre la disolución de  $\text{H}_2\text{O}_2$  agitando continuamente el Erlenmeyer después de cada adición hasta observar la aparición de un color violáceo persistente, momento en el cual se habrá terminado la valoración.

4. Se anota el volumen de  $\text{KMnO}_4$  consumido, leyendo  $\text{H}_2\text{O}_2 (+\text{H}_2\text{SO}_4)$  la bureta a la altura de los ojos.

5. Se repite la valoración rellenando la bureta si es necesario y haciendo una nueva lectura inicial antes de comenzar la valoración. (opcional).

[0,75p]

c) No se necesita indicador porque en disolución ácida el permanganato ( $\text{MnO}_4^-$ ) es de color violeta y cuando se reduce a  $\text{Mn}^{2+}$ , éste es de color incoloro.

[0,25p]

b)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Escribimos las semireacciones de oxidación y reducción respectivamente:

Oxidación:  $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+$

Reducción:  $\text{MnO}_4^- + 5\text{e}^- + 8\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

Multiplicamos la primera por 5 y la segunda por dos y sumamos:

$5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 10\text{e}^- + 16\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{O}_2 + 10\text{e}^- + 10\text{H}^+ + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$

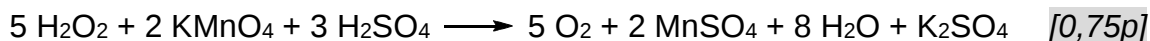
Simplificando, obtenemos la ecuación iónica:

$5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{O}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$

y trasladando esto a la ecuación global, obtenemos la ecuación global ajustada:



## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK



### BLOQUE C. SOLUCIONES (Anexo)

#### C1. Solución [1,50p]

a) Sabemos que:  $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \Rightarrow \Delta H = \Delta G + T \cdot \Delta S$

Aplicando:  $\Delta H = -500 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} + 300 \text{ K} \cdot 10 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 2500 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$

[0,75p]

b) La reacción será espontánea cuando:

$$\Delta G < 0 \Rightarrow \Delta H - T \cdot \Delta S < 0 \Rightarrow \Delta H < T \cdot \Delta S$$

$$\text{Luego: } 2500 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} < T \cdot 10 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \Rightarrow T > 250 \text{ K}$$

La reacción será espontánea para  $T > 250 \text{ K}$

[0,75p]

#### C2. Solución [1,50p]

a) Teniendo en cuenta que:

$n$  debe ser un número entero positivo: 1, 2, 3, ....

$l$  debe ser un número entero cuyo valor va de 0 a  $(n - 1)$

$m$  debe ser un número entero de  $+l$  a  $-l$  incluido el 0

$s$  puede ser  $+1/2$  o  $-1/2$

Entonces tenemos:

Combinaciones posibles:  $(4, 2, 0, +1/2)$ ;  $(2, 0, 0, -1/2)$

Combinaciones no posibles:  $(3, 3, 2, -1/2)$ ;  $(2, 0, 1, +1/2)$

[0,50p]

b) Para las combinaciones posibles los orbitales son:

$(4, 2, 0, +1/2)$   $n=4$ ,  $l=2$ , orbital 4d

$(2, 0, 0, -1/2)$   $n=2$ ,  $l=0$ , orbital 2s

[0,50p]

c) El orden sería  $2s < 4d$ . Es el número cuántico principal el que marca el nivel energético del orbital atómico, por lo que será de menor energía el que tiene menor valor de " $n$ ".

[0,50p]

#### C3. Solución [1,50p]

a) El Ar tiene 18 protones y 18 electrones. Ar ( $Z=18$ )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

El Ca neutro tiene 20 protones y 20 electrones. Ca ( $Z=20$ )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

El  $\text{Ca}^{+2}$  tiene 20 protones y 18 electrones.  $\text{Ca}^{+2}$  ( $Z=20$ )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

El Cl neutro tiene 17 protones y 17 electrones. Cl ( $Z=17$ )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

El  $\text{Cl}^-$  tiene 17 protones y 18 electrones.  $\text{Cl}^-$  ( $Z=17$ )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$



## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

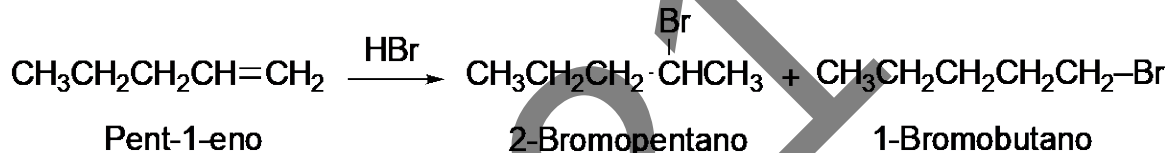
Los tres átomos son isoelectrónicos porque tienen idéntica configuración electrónica. [0,50p]

- b) Los tres átomos tienen el mismo número de electrones en su corteza, sin embargo en el núcleo tienen distinto número de protones. Cuanto menor número de protones, con menor fuerza serán atraídos los 18 electrones y estos estarán más alejados del núcleo.

Por tanto: Radio  $\text{Cl}^- > \text{Radio Ar} > \text{Radio Ca}^{+2}$  [1,00p]

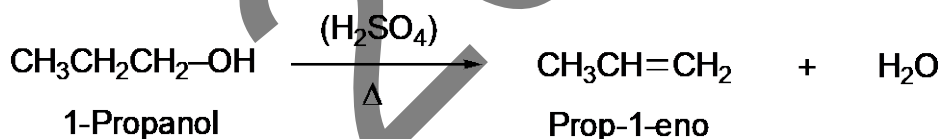
### C4. Solución [1,50p]

- a) Reacción de **adición** electrófila en la que según la regla de Markonivkov se obtiene 2-bromopentano como producto mayoritario y el 1-bromopentano en una proporción mucho menor.

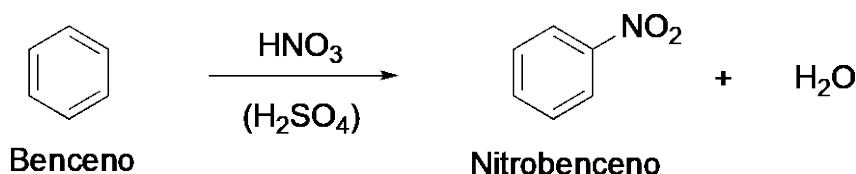


(NOTA: Si el alumnado solo nombra el 2-bromopentano como producto resultante se dará igualmente por totalmente correcta la respuesta).

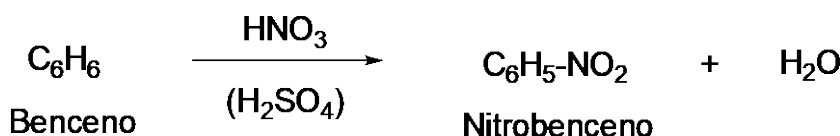
- b) Se trata de una reacción de **eliminación** (deshidratación) en la que se obtiene propeno y agua.



- c) Se trata de una reacción de **sustitución** aromática en la que se obtiene nitrobenceno y agua.



O también:



[3 x 0,50p]