

**NOTA IMPORTANTE**

El examen consta de 10 cuestiones, de las que se ha de contestar un **MÁXIMO DE CINCO** (2 puntos cada una). En el caso de que se responda a un número de preguntas superior, **SÓLO SE CORREGIRÁN LAS CINCO QUE PRIMERO SE HAYAN RESUELTO**.

No firme ni haga marcas en el cuadernillo de respuestas. Lo que se escriba en las dos caras marcadas con "borrador" no se corregirá. La duración del examen es de 75 minutos.

1. I) Escriba la configuración electrónica del Selenio (Z=34). **(0,6 puntos)**

Se: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$

II) Explique si el conjunto de números cuánticos (3, 2, -1, 1/2) es posible o no para un electrón en un átomo. En caso de ser posible, indique en qué nivel de energía (capa) y tipo de orbital (subcapa) se encontraría el electrón. **(0,6 puntos)**

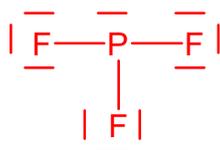
Sí es posible. Está en un orbital 3d (nivel 3, subcapa d).

III) Considere los elementos: F (Z=9), Na (Z=11), Al (Z=13), Cl (Z=17). Indique cuál de ellos tendrá el mayor radio atómico y cuál de ellos será el más electronegativo. **(0,8 puntos)**

El mayor radio atómico lo tendrá el Na (se encuentra más hacia abajo y hacia la izquierda en la Tabla Periódica).

El más electronegativo será el F (se encuentra más arriba y más hacia la derecha en la Tabla Periódica; de hecho, es el elemento más electronegativo de todos).

2. I) Represente la estructura de Lewis del PF_3 y en base a ella explique la geometría y polaridad de dicha molécula **(1 punto)**.



El átomo central está rodeado por 4 pares de electrones, tres enlazantes y un par solitario (molécula tipo AB_3E). Por tanto, la geometría de la molécula es de pirámide trigonal y la molécula será polar.

II) Considere los haluros de sodio NaCl y NaBr, que cristalizan en el mismo tipo de red:

a) Justifique brevemente cuál de ellos tendrá un punto de fusión mayor. **(0,5 puntos)**

Tendrá mayor punto de fusión el NaCl, pues según la ecuación de Born-Landé, la energía reticular es inversamente proporcional a la distancia interiónica. Como el anión Cl^- tiene un radio menor que el Br^- , la distancia interiónica será menor en el NaCl, y por tanto su energía de red será mayor y también su punto de fusión, que es proporcional a la energía de red. (En concreto, el pf del NaCl es 801°C y el del NaBr es 747°C).

b) Explique si los haluros NaCl y NaBr son buenos conductores. **(0,5 puntos)**

No son buenos conductores en estado sólido, porque son sólidos iónicos, en los que los iones están fijos en la red cristalina y no tienen movilidad. (Sí que serían buenos conductores al fundirse, o en disolución).

3. Si una reacción $2A + B \longrightarrow C$ es de primer orden con respecto al reactivo A y de segundo orden con respecto al reactivo B:

a) Escriba la ecuación de velocidad para dicha reacción. **(0,6 puntos)**

$$v = k[A][B]^2$$

b) ¿Cómo variará la velocidad de reacción si se duplica la concentración de B? **(0,7 puntos)**

La velocidad de reacción se multiplicará x4, porque la reacción es de segundo orden en B.

c) Si en un determinado instante el producto C se está formando a una velocidad de $0,6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, explique a qué velocidad se estará consumiendo el producto A, en ese mismo instante. **(0,7 puntos)**

El producto A se estará consumiendo al doble de velocidad, $1.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, (o $-1.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) porque por cada mol de C que se forma se consumen dos moles de A.

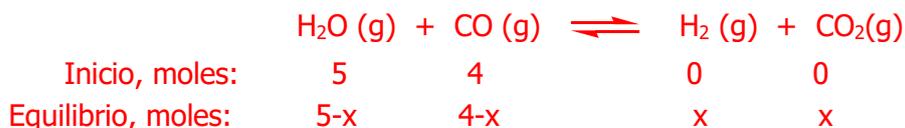
4. En un recipiente vacío se introducen inicialmente 5 moles de H_2O y 4 moles de CO , estableciéndose el siguiente equilibrio, a una determinada temperatura:



Una vez alcanzado el equilibrio, el contenido de CO_2 en el recipiente es de 2 moles.

a) ¿Qué cantidad de los otros gases habrá presente en el equilibrio? **(1 punto)**

Planteamos el equilibrio:



Como nos dicen que en el equilibrio hay 2 moles de CO_2 , sabemos que $x = 2$

Por tanto, las cantidades de los otros gases presentes en el equilibrio son:

$$\text{H}_2\text{O}: 5-x = 3 \text{ moles}$$

$$\text{CO}: 4-x = 2 \text{ moles}$$

$$\text{H}_2: x = 2 \text{ moles}$$

b) ¿Cuál es el valor de K_c y K_p a la temperatura de trabajo? **(1 punto)**

$$K_c = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{2^2}{3 \cdot 2} = 0.67$$

(No necesito conocer el V del recipiente, porque los volúmenes "se van" en la ecuación)

$$K_p = K_c (R T)^{\Delta n} = K_c \cdot (0.082 \cdot T)^0 = K_c = 0.67$$



5. Se dispone de una disolución de HCl que contiene 3,65 g de HCl por litro de disolución, y otra disolución de NaOH que contiene 20 g de NaOH por litro de disolución.

a) Calcule el pH de cada una de estas disoluciones. (1 punto)

El Pm del HCl es $36.5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; 3.65 g son 0.1 moles, y por tanto la disolución es 0.1 M

El HCl es un ácido fuerte, que está totalmente disociado en disolución:



Por tanto, la $[\text{H}^+]$ será también 0.1 M y como $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$, $\text{pH} = -\log(0.1) = 1$

El Pm del NaOH es $40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; 20 g son 0.5 moles y por tanto la disolución es 0.5 M

El NaOH es una base fuerte, que está totalmente disociada en disolución:



Por tanto, la $[\text{OH}^-]$ será también 0.5 M y el $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (0.5) = 0.3$

$$\text{pH} = 14 - 0.3 = 13.7$$

- b) Calcule el pH de la disolución generada al mezclar 50 mL de ambas disoluciones, suponiendo que los volúmenes son aditivos. (1 punto)

Se trata de una reacción de neutralización entre un ácido fuerte y una base fuerte:



En 50 mL de HCl 0.1 M hay 0.005 moles de HCl

En 50 mL de NaOH 0.5 M hay 0.025 moles de NaOH

Como la reacción es mol a mol, sobrarán 0.020 moles de NaOH que estarán en 100 mL de la disolución final, por lo que la concentración será 0.2 M. Esa será también la $[\text{OH}^-]$ y, por tanto:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (0.2) = 0.7 \quad \text{pH} = 14 - 0.7 = 13.3$$

Datos: Masas atómicas: H=1; O=16; Na=23; Cl=35,5 ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

6. I) Se preparan 100 mL de una disolución disolviendo 30 g de ácido acético en agua. Calcule el pH de dicha disolución, sabiendo que $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.5 \cdot 10^{-5}$ a la temperatura de trabajo. **(1.2 puntos)**

El CH_3COOH es un ácido débil (nos dan su K_a). El equilibrio de disociación será:



Concentraciones, inicio:	c	0	0
Conc. Equilibrio:	c-x	x	x

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log x$$

x lo podemos sacar de la expresión de K_a :

$$K_a = 1.5 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{c-x}$$

Hay que calcular la concentración inicial, c. Como el Pm del CH_3COOH es $60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 30 g son 0.5 moles, que en 100 mL de agua dan una concentración inicial de 5 M. Como se trata de un ácido débil, podemos suponer que $x \ll c$:

$$1.5 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{c} ; \quad 1.5 \cdot 10^{-5} \cdot 5 = x^2 ; \quad 7.5 \cdot 10^{-5} = x^2 ; \quad x = 8.66 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Luego, } \text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log x = -\log (8.66 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{2.06}$$

- II) Explique si una disolución de acetato sódico en agua será ácida, básica o neutra. No es necesario realizar cálculos numéricos, pero sí explicar los procesos químicos que tienen lugar. **(0.8 puntos)**

El acetato sódico (CH_3COONa) es una sal y estará completamente ionizada en agua:



El catión Na^+ no sufre hidrólisis, pues el ácido conjugado de una base fuerte (el NaOH). Sin embargo, el anión CH_3COO^- es la base conjugada de un ácido débil (el CH_3COOH , ver el apartado anterior), y por tanto sí sufre hidrólisis según el siguiente equilibrio:

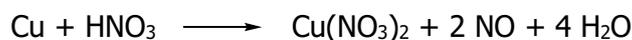


Por tanto, la disolución de CH_3COONa será básica ($\text{pH} > 7$):

Datos: Masas atómicas: H=1; C=12; O=16; Na=23 ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



7. Ajuste la siguiente reacción de oxidación-reducción mediante el método del ion-electrón, indicando cuál es el agente oxidante y cuál el agente reductor: (**2 puntos**)



El agente oxidante es el HNO_3 , que se reduce a NO (el N pasa de e.o. +5 a +2)

El agente reductor es el Cu , que se oxida a Cu^{2+} (pasa de e.o. 0 a +2)

Semirreacción de reducción: $\text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \longrightarrow \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$

Semirreacción de oxidación: $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-$

Hay que multiplicar la primera semirreacción x2 y la segunda x3 y sumarlas:



En forma molecular será:



(De los 8 nitratos del HNO_3 , 2 se reducen a NO y 6 quedan como tales en el $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$)

Comprobamos que haya el mismo número de átomos de cada tipo a cada lado de la reacción:

N: 8, Cu: 3, O: 24, H: 8

8. En una celda electrolítica se está produciendo la obtención de níquel metálico por electrolisis de NiCl_2 .

- a) Indique en qué electrodo (cátodo o ánodo) se depositará el níquel, y escriba la semirreacción que tendrá lugar en él, indicando si se trata de una oxidación o una reducción. (**0,5 p**)

Se depositará en el cátodo: $\text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Ni}$ (reducción)

- b) Calcule el tiempo necesario para obtener 300 mg de Ni, si la intensidad de la corriente empleada es de 5 A. Datos: $F = 96.500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$, Masa atómica del Ni = $58,69 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (**1.5 p**)

La expresión para la masa (en gramos) depositada en función de la I y del tiempo es:

$$m = \frac{M_r \cdot I \cdot t \cdot}{n \cdot F}$$

donde n es el número de electrones intercambiado y M_r el peso atómico del elemento

Sustituyendo por los valores correspondientes:

$$0.3 = \frac{58.69 \cdot 5 \cdot t \cdot}{2 \cdot 96500}$$

Despejando t, se obtiene $t = 197$ segundos

9. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (1 punto)

- a) pentanal $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$ b) hexa-1,3-dieno $\text{CH}_2=\text{CH-CH}=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3$
c) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$ **anilina / fenilamina / aminobenceno** d) $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ **acetona / propanona**
e) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CN}$ **butanonitrilo / butironitrilo**

II) Complete las siguientes reacciones orgánicas con todos los productos mayoritarios esperados, según el tipo de reacción indicado: (0,6 puntos)

- a) Sustitución: $\text{CH}_3\text{Br} + \text{KCN} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CN} + \text{KBr}$
b) Adición: $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + 2 \text{I}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{-CI}_2\text{-CHI}_2$
c) Condensación: $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{-NH}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{-CO-NH-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

III) Indique el tipo de reacción orgánica (una sola palabra es suficiente): (0,4 puntos)

- a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{H}^+} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} + \dots$ **Oxidación**
b) $\text{C}(\text{CH}_3)_3\text{OH} \xrightarrow[180^\circ\text{C}]{\text{H}^+ (\text{cat.})} \text{C}(\text{CH}_3)_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ **Eliminación (deshidratación)**

10. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (0,4 puntos)

- a) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$ **butanal / butiraldehído / aldehído butílico**
b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NO}_2$ **nitroetano**

II) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes pares de compuestos orgánicos y explique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí: (1 punto)

- a) hepta-1,3-dieno y hepta-2,4-dieno. **hepta-1,3-dieno: $\text{CH}_2=\text{CH-CH}=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$**
hepta-2,4-dieno: $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH-CH}=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3$

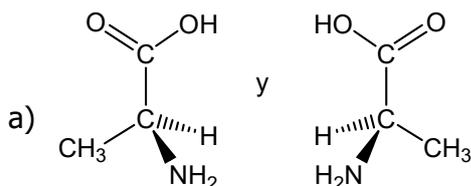
Isomería estructural (o constitucional) de posición, porque los grupos funcionales son los mismos, cambiando sólo su posición

- b) Ácido propanoico y acetato de metilo.

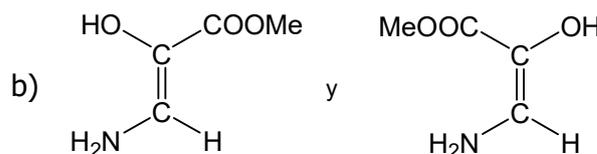
ácido propanoico: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ acetato de metilo: $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_3$

Isomería estructural (o constitucional) de función, porque el grupo funcional cambia

III) Explique el tipo y subtipo de isomería que presentan los siguientes pares de compuestos orgánicos: (0,6 puntos)



Isomería espacial (o estereoisomería) óptica (son enantiómeros), porque son imágenes especulares no superponibles (debido a la presencia de un C quiral)



Isomería espacial (o estereoisomería) geométrica (Z/E), porque cambia la disposición espacial de los sustituyentes en un alqueno