

**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.

NOTA: Los comentarios entre paréntesis no son necesarios para obtener la máxima puntuación

1. I) Dada la siguiente configuración electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$

a) Indique el nombre y símbolo atómico del elemento al que corresponde. **(0,3 puntos)**

Kriptón (Kr)

b) Indique la posición (grupo y periodo) del elemento en la Tabla Periódica. ¿Cómo se suele denominar a ese grupo? **(0,3 puntos)**

4º periodo, grupo 18 (también se acepta VIIIA y VIIIB).

A este grupo se le denomina como "gases nobles".

c) Escriba un posible conjunto de números cuánticos (n, l, m, s) para el electrón diferenciador de este elemento. **(0,25 puntos)**

El electrón diferenciador es un electrón 4p. Cualquiera de los siguientes es un posible conjunto de números cuánticos: (4, 1, -1, +1/2); (4, 1, -1, -1/2); (4, 1, 0, +1/2); (4, 1, 0, -1/2); (4, 1, 1, +1/2); (4, 1, 1, -1/2)

d) Describa y justifique brevemente cómo será la reactividad de este elemento. **(0,4 puntos)**

Al tratarse de un gas noble, su reactividad será prácticamente nula porque su capa electrónica de valencia está completa

II) Dados los elementos Ne (Z = 10), Se (Z = 34) y Te (Z = 52), ordénelos según su radio atómico y según su electronegatividad. **(0,75 puntos)**

Según su radio atómico: $Te > Se > Ne$ (porque el radio atómico disminuye hacia arriba y hacia la derecha en la tabla periódica)

Según su electronegatividad; $Se > Te$ (porque la electronegatividad aumenta hacia arriba en la tabla periódica, pero el Ne, por ser un gas noble, no está incluido en la escala de electronegatividad, pues no forma compuestos covalentes). (También se aceptará la respuesta $Se > Te > Ne$).

2. I) Los halógenos se encuentran en la naturaleza como moléculas diatómicas, pero sus propiedades físicas son muy distintas a temperatura ambiente: el F_2 y el Cl_2 son gases, el Br_2 es un líquido y el I_2 es un sólido que sublima fácilmente. Explique razonadamente a qué se deben estas diferencias. **(0,75 puntos)**

Todos ellos son sustancias covalentes moleculares, formadas por moléculas diatómicas apolares que interactúan entre sí mediante fuerzas de dispersión de London (interacciones dipolo instantáneo-dipolo inducido). Estas fuerzas aumentan al aumentar el tamaño de las moléculas (debido a que la nube electrónica es más grande y, por tanto, más polarizable) y por tanto aumentan en el orden $F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$, lo que hace que los puntos de fusión y ebullición aumenten también en ese orden, explicando sus distintos estados físicos a t.a.

- II) Explique brevemente si los halógenos descritos en el apartado anterior serán conductores de la electricidad a temperatura ambiente. **(0,5 puntos)**

No lo serán, porque son sustancias covalentes. Los electrones están localizados en los enlaces y por tanto no son buenos conductores

- III) Explique por qué el punto de ebullición del HF ($19.5^\circ C$) es mucho mayor que el del HCl ($-85^\circ C$). **(0,75 puntos)**

Ambos haluros de hidrógeno son moléculas covalentes polares que están unidas entre sí mediante enlaces de Van der Waals del tipo dipolo permanente-dipolo permanente. Pero entre las moléculas de HF se establecen además enlaces de H, ya que el H está unido a un átomo de pequeño tamaño y muy electronegativo (F, O ó N). Esto no ocurre en el HCl, por lo que su punto de ebullición es mucho menor

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

- I) Escriba la ecuación de velocidad para dicha reacción, indique el orden total de reacción y las unidades de la constante de velocidad (k). **(0,8 puntos)**

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

La reacción es de tercer orden.

Las unidades de k son: $L^2 \cdot mol^{-2} \cdot s^{-1}$

- II) Explique brevemente cómo variarán la velocidad de reacción (v) y la constante de velocidad (k):

- a) Si se triplica la concentración de A. **(0,4 puntos)**

La velocidad de reacción se multiplicará x9, porque la reacción es de segundo orden en A.

La constante de velocidad no se ve afectada por un cambio en la concentración de A

- b) Durante el transcurso de la reacción. **(0,4 puntos)**

La velocidad de reacción disminuirá durante el transcurso de la reacción, porque disminuirán las concentraciones de los reactivos

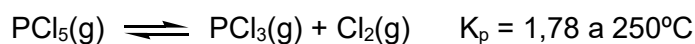
La constante de velocidad no variará durante el transcurso de la reacción.

- c) Si se disminuye la temperatura. **(0,4 puntos)**

La constante de velocidad disminuirá (según la ecuación de Arrhenius: $k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$), y por tanto la velocidad de reacción también disminuirá

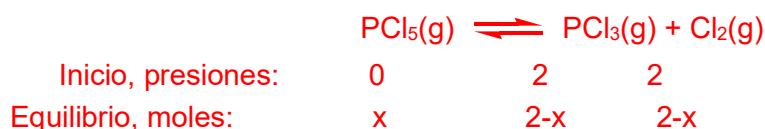


4. Considere el siguiente equilibrio químico:



I) Si en un recipiente cerrado en el que se ha hecho previamente el vacío se introduce $\text{PCl}_3(\text{g})$ y $\text{Cl}_2(\text{g})$ de forma que las presiones iniciales de estos dos gases son de 2 atm, ¿cuál será la presión total dentro del recipiente una vez alcanzado el equilibrio, a 250°C ? **(1.5 puntos)**

II) Calcule el valor de K_c , a 250°C . **(0.5 puntos)** Datos: $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$



La expresión de la constante de equilibrio es:

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{(2-x)^2}{x} = 1,78$$

Operando, la ecuación de segundo grado queda: $x^2 - 5,78x + 4 = 0$ Y las dos soluciones son:

$x = 4,97$, que no tiene sentido porque no se pueden consumir más de 2 atm de presión

$x = 0,80 \text{ atm}$, que sí tiene sentido. Por tanto, en el equilibrio, las presiones de cada gas serán:

De PCl_5 : 0.80 atm De PCl_3 y de Cl_2 : 1.2 atm

Y la presión total en el recipiente será de **3.2 atm**.

II) K_c se calcula con la siguiente ecuación: $K_p = K_c (R T)^{\Delta n}$

teniendo en cuenta que $\Delta n = 1$ y que la T en Kelvin será $250 + 273 = 523 \text{ K}$

$$1,78 = K_c (0,082 \cdot 523) ; \quad K_c = 4,15 \cdot 10^{-2}$$

5. I) Escriba la reacción de neutralización entre $\text{Ba}(\text{OH})_2$ y HNO_3 (base fuerte y ácido fuerte). **(0,5 puntos)**



II) Si se mezcla 1 L de una disolución 1 M de HNO_3 con 1 L de una disolución 1 M de $\text{Ba}(\text{OH})_2$, explique cómo será el pH de la disolución resultante (ácido, básico o neutro). **(0,5 puntos)**

Tendríamos 1 mol de HNO_3 y 1 mol de $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Como la estequiometría de la neutralización es 2 a 1, habría exceso de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (sobran 0.5 moles) y el pH de la disolución resultante sería básico

III) Calcule el pH de una disolución de 10 g de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ en 250 mL de agua **(1,0 puntos)**.

Masas atómicas: Ba: 137,3; O: 16,0; H: 1,0 ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)



El Pm del $\text{Ba}(\text{OH})_2$ es $171.3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

10 g son 0.0584 moles de $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Como por cada mol de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ se generan dos de aniones hidroxilo, habrá 0.117 moles de $[\text{OH}^-]$ en 250 mL de agua (0.25 L), así que la $[\text{OH}^-]$ será de 0.467 M.

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (0.467) = 0.33$$

Como $\text{pH} + \text{pOH} = 14$; $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = \mathbf{13.67}$



6. I) Calcule la masa de NH_3 , en gramos, necesaria para preparar 3 L de una disolución acuosa de NH_3 de $\text{pH} = 11$. Datos: $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \cdot 10^{-5}$; masas atómicas: N: 14,0; H: 1,0 ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) (1.5 puntos)

El NH_3 es una base débil (nos dan su K_b). Si el $\text{pH} = 11$, el $\text{pOH} = 3$ ($\text{pH} + \text{pOH} = 14$), y la concentración de aniones hidroxilo $[\text{OH}^-]$ en la disolución de NH_3 que hay que preparar puede obtenerse a partir del pOH :

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \quad , \quad [\text{OH}^-] = 10^{-3} = 0.001$$

Planteamos el equilibrio de disociación del NH_3 . Las concentraciones de NH_4^+ y OH^- en el equilibrio serán iguales, y sabemos su valor porque lo acabamos de calcular:



Concentraciones, inicio:	c	0	0
Conc. Equilibrio:	c-0.001	0.001	0.001

$$K_b = 1.8 \cdot 10^{-5} = \frac{(0.001)^2}{c - 0.001}$$

En el denominador podemos aproximar $c - 0.001 \cong c$

Despejando de la ecuación de K_b , sale $c = 0.056 \text{ M}$

Luego la concentración inicial de la disolución tiene que ser 0.056 M. Como hay que preparar 3 L de disolución, se necesitarán 0.168 moles de NH_3 . Como su peso molecular es $17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, necesitaremos 2.86 g de NH_3 .

- II) Explique si una disolución de cloruro amónico (NH_4Cl) en agua será ácida, básica o neutra. No es necesario realizar cálculos numéricos. (0.5 puntos)

El NH_4Cl es una sal y estará completamente ionizada en agua:



El anión Cl^- no sufre hidrólisis, pues es la base conjugada de un ácido fuerte (el HCl). Sin embargo, el catión NH_4^+ es el ácido conjugado de una base débil (el NH_3 , ver el apartado anterior), y por tanto sí sufre hidrólisis según el siguiente equilibrio:



Por tanto, la disolución de NH_4Cl será ácida ($\text{pH} < 7$):

7. Dada la siguiente reacción de oxidación-reducción (sin ajustar):



I) Explique cuál es el agente oxidante y cuál el agente reductor, y qué cambios se producen en sus números de oxidación. (0,6 puntos)

El agente oxidante es el NO_3^- (o el HNO_3), que se reduce a NO_2 . De N(V) a N(IV)

El agente reductor es la Ag , que se oxida de $\text{Ag}(0)$ a $\text{Ag}(I)$

II) Ajuste la reacción mediante el método del ion electrón, escribiendo correctamente las semirreacciones de oxidación y reducción. (1.4 puntos)



Se suman las dos semirreacciones:



Pongo en forma el ácido,:



Añado un NO_3^- a ambos lados de la reacción



COMPROBAMOS que hay el mismo número de átomos de cada tipo a cada lado de la reacción:





8. Se construye una pila que consta de un electrodo de Cd sumergido en una disolución de Cd^{2+} (1 M) y otro electrodo de Ag sumergido en una disolución de Ag^+ (1 M):

I) Justifique qué electrodo actuará como ánodo y cuál como cátodo. **(0,5 puntos)**

II) Escriba las semirreacciones que tienen lugar en cada electrodo, y la reacción global. **(1 punto)**

III) Calcule la fuerza electromotriz (E^0) de la pila **(0,5 puntos)**

Datos: $E^0(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0.40 \text{ V}$; $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0.80 \text{ V}$

I) En el ánodo tiene lugar la oxidación. Actuará como **ánodo** el par redox que tenga un menor potencial normal de reducción (menor tendencia a reducirse, mayor facilidad para oxidarse). En este caso, el **electrodo de Cd**.

En el **cátodo** tiene lugar la reducción. Actuará como cátodo el par redox que tenga un mayor potencial normal de reducción (mayor tendencia a reducirse). En este caso, el **electrodo de Ag**.

II) Las semirreacciones son:

Ánodo (oxidación): $\text{Cd} \rightarrow \text{Cd}^{2+} + 2 \text{e}^-$

Cátodo (reducción): $\text{Ag}^+ + 1 \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$

Para escribir la reacción global hay que igualar el nº de electrones intercambiados, multiplicando la Semirreacción de reducción por 2, y entonces sumar:



III) La fuerza electromotriz de la pila será: $E^0_{\text{pila}} = E^0_{\text{cátodo}} - E^0_{\text{ánodo}} = 0.80 - (-0.40) = 1.20 \text{ V}$

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

- a) $\text{CH}\equiv\text{CH}$ **etino / acetileno** b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$ **butan-2-ol / 2-butanol**
c) difenil éter **$\text{C}_6\text{H}_5\text{-O-C}_6\text{H}_5$** d) propanonitrilo **$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CN}$**
e) hexan-2-ona **$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$**

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

- a) Condensación: $\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow \text{HCO-O-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
b) Reducción: $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 \xrightarrow{\text{NaBH}_4} \text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$
c) Eliminación: $\text{C(CH}_3)_3\text{-CHOH-CH}_3 \xrightarrow[180\text{ }^\circ\text{C}]{\text{H}^+ \text{ (cat.)}} \text{C(CH}_3)_3\text{-CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$

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

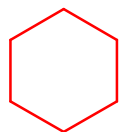
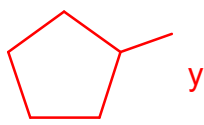
- a) $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3 \xrightarrow{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{H}^+} \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \dots$ **Oxidación**
b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHI-CH}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O}$ **Eliminación**

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

- a) dimetilamina **$\text{NH(CH}_3)_2$** b) heptanal **$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$**

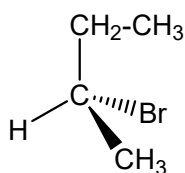
II) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes pares de compuestos e indique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí: (1,2 puntos)

- a) butan-2-ol y dietil éter: **$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$ y $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$**
Isomería estructural de función
b) 2-nitropropano y 1-nitropropano **$\text{CH}_3\text{-CH(NO}_2\text{)-CH}_3$ y $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NO}_2$**
Isomería estructural de posición
c) metilciclopentano y ciclohexano

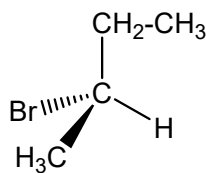


Isomería estructural de cadena

III) Explique el tipo y subtipo de isomería que presenta el siguiente par de compuestos: (0,4 puntos)



y



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