

Materia: QUÍMICA

Esta prueba consta de dos opciones de las que sólo se contestará una. La puntuación de cada problema o cuestión se especifica en el enunciado. Se podrá utilizar cualquier tipo de calculadora

OPCIÓN A:

1.- (3 puntos) Cuando se hace reaccionar plata con ácido nítrico (trioxonitrato (V) de hidrógeno) los productos obtenidos son nitrato de plata (trioxonitrato (V) de plata), monóxido de nitrógeno y agua.

- Ajusta la ecuación iónica y molecular por el método del ion-electrón.
- ¿Qué volumen del gas monóxido de nitrógeno, medido a 20 °C y 750 milímetros de mercurio, se formará por reacción de 26,95 gramos de plata con un exceso de ácido nítrico?

(Datos: Masa atómica $A_g = 107,8$; $R = 0,082 \text{ atm.l/K.mol}$)

2.- (3 puntos) En la combustión a 25°C del gas propano (C_3H_8) utilizado para calefacción se desprenden 5046 kJ de energía por cada 100 g (quedando el agua en estado líquido). Por otro lado, se sabe que las entalpías estándar de formación del $CO_{2(g)}$ y del $H_2O_{(l)}$ son $-393,51 \text{ kJ mol}^{-1}$ y $-285,83 \text{ kJ mol}^{-1}$, respectivamente.

- Calcula la entalpía estándar de combustión del gas propano.
- Escribe las reacciones ajustadas de los tres procesos mencionados anteriormente.
- Calcula la entalpía estándar de formación del propano gaseoso. (Datos: Masas atómicas: C = 12 ; H = 1)

3.- (2 puntos) Dadas las moléculas de CH_4 , NH_3 , Cl_2 y CO_2 , responde razonadamente a las siguientes cuestiones:

- Clasifica estas moléculas como polares o apolares.
- ¿Qué compuesto forma una molécula tetraédrica?

4.- (1 punto) Las concentraciones de iones hidroxilo de dos disoluciones A y B son 10^{-6} M y 10^{-12} M , respectivamente. Indica razonadamente cuál de ellas corresponde a un ácido fuerte y cuál de ellas a una sal de ácido débil y base fuerte.

5.- (1 punto) Formula la molécula del 3-clorofenol (ó 3-clorohidroxibenceno) e indica alguno de los enlaces polarizados que posee, especificando la carga parcial de cada átomo del enlace (δ^+ ó δ^-).

OPCIÓN B:

1.- (3 puntos) Una muestra de 0,15 g de hidróxido sódico impuro ha necesitado para su neutralización 20 ml de ácido clorhídrico 0,15 M.

- ¿Cuántos moles de ácido clorhídrico se han utilizado?
- ¿Cuántos moles de hidróxido sódico se neutralizan?
- ¿Cuál es el porcentaje de pureza de la muestra de hidróxido sódico?

(Datos: Masas atómicas Na = 23; O = 16; H = 1)

2.- (3 puntos) Se calientan 12,5 g de PCl_5 a 150°C en un recipiente de 1 litro de volumen, estableciéndose el equilibrio $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$. Si la presión total en el equilibrio es 2,29 atm, calcula: a) el número total de moles en el equilibrio; b) el grado de disociación del $PCl_{5(g)}$; c) el valor de las constantes de equilibrio K_C y K_P a 150°C.
(Datos: $R = 0,082 \text{ atm.l/K.mol}$; Masas atómicas: P = 31; Cl = 35,5)

3.- (2 puntos) Compara los elementos Mg, N, Al y P y responde razonadamente:

- ¿Cuál tiene el radio atómico menor? ¿Y el mayor carácter metálico?
- Ordena esos elementos de mayor a menor energía de ionización

4.- (1 punto) La reacción $A + B \longrightarrow$ productos, es de segundo orden respecto a A. Razona qué ecuación de velocidad de entre las siguientes no puede ser correcta:

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

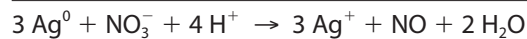
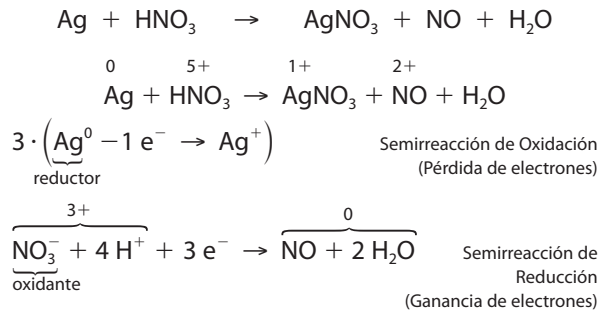
5.- (1 punto) Tres electrones de la capa de valencia de tres elementos químicos poseen las siguientes combinaciones de números cuánticos: A (4, 0, 0, -1/2), B (2, 1, 0, -1/2) y C (4,1, 0, 1/2). Explica qué elementos pertenecen al mismo periodo.

SOLUCIÓN DE LA PRUEBA DE ACCESO

AUTOR: Julio Egea Egea

Opción A

1 a) Se plantea la ecuación según el enunciado:



Los 4 H⁺ se van utilizar en el HNO₃. Se simplifica y se escribe la ecuación en forma molecular:



b) Teniendo en cuenta la estequiometría de la reacción y que el reactivo limitante es la plata, se calculan los moles de NO que se obtienen a partir de los moles de Ag.

$$n_{\text{Ag}} = \frac{m}{M_a} = \frac{26,95 \text{ g}}{107,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,25 \text{ mol de Ag}$$

$$0,25 \text{ mol de Ag} \cdot \frac{1 \text{ mol de NO}}{3 \text{ mol de Ag}} = 0,084 \text{ mol de NO}$$

Aplicando la ley de gases se obtiene el volumen en las condiciones solicitadas:

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,084 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} (20 + 273) \text{ K}}{\frac{750 \text{ mmHg}}{760 \frac{\text{mmHg}}{1 \text{ atm}}}} = 2,05 \text{ L}$$

Se producen 0,084 mol de NO que ocupan 2,05 L a 20°C y 750mmHg.

2 a) $M_m(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \text{ g/mol}$

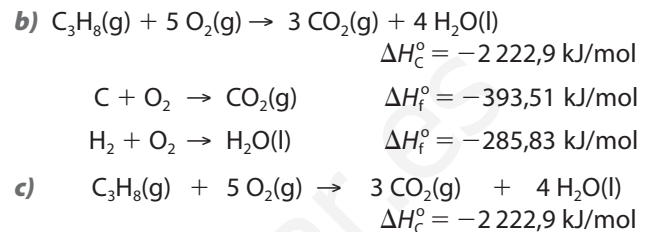
$$n_{\text{C}_3\text{H}_8} = \frac{100 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 2,27 \text{ mol de C}_3\text{H}_8$$

Calor desprendido por un mol de propano:

$$1 \text{ mol de C}_3\text{H}_8 \cdot \frac{5 \text{ 046 kJ}}{2,27 \text{ mol de C}_3\text{H}_8} = 2 \text{ 222,9 kJ/mol}$$

$$\Delta H_c^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) = 2 \text{ 222,9 kJ/mol}$$

Como el calor se desprende la reacción es exotérmica y el signo es negativo.

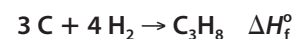


$$\Delta H_f^\circ \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right) ? \quad -393,51 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \quad -285,83 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

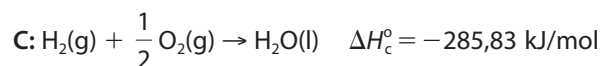
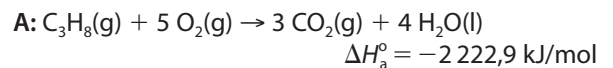
$$\begin{aligned} \Delta H_c^\circ &= \sum n \Delta H_{\text{productos}}^\circ - \sum n \Delta H_{\text{reactivos}}^\circ = \\ &= [3 \cdot (-393,51) + 4 \cdot (-285,83)] - [\Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8)] = \\ &= -2 \text{ 222,9} \Rightarrow \\ &\Rightarrow [3 \cdot (-393,51) + 4 \cdot (-285,83)] - [\Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8)] = \\ &= -2 \text{ 222,9} \Rightarrow \Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) = -100,95 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Otra forma de resolverlo es aplicando la ley de Hess:

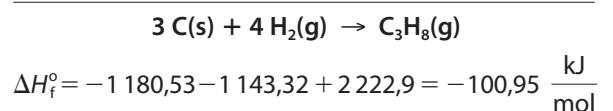
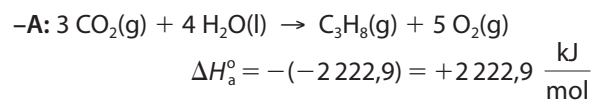
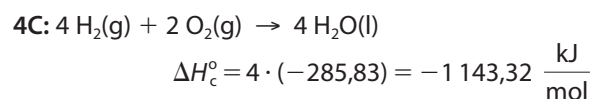
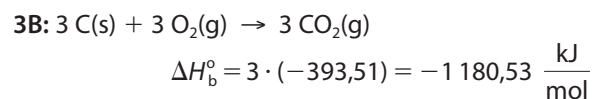
Para calcular:



Se plantean las reacciones dadas con sus entalpías:



Se disponen las ecuaciones en el orden de la principal y se multiplican por los coeficientes necesarios para obtener esta, cambiando el signo de la entalpía si se invierte la reacción:



$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) = -100,95 \text{ kJ/mol}$$

3 a) El CH₄ es una molécula apolar.

El NH₃ es una molécula polar.

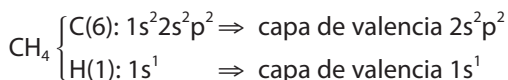
El Cl₂ es una molécula apolar.

El CO₂ es una molécula apolar.

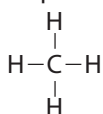
b) El CH₄ es una molécula tetraédrica.

A continuación se justifican estas moléculas por la teoría de Lewis:

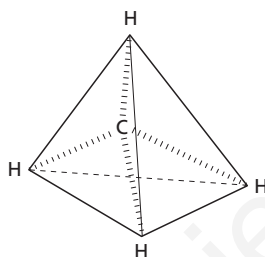
Molécula de CH₄



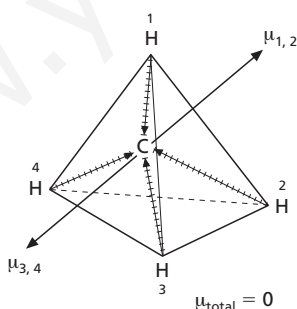
Nota: Según Lewis cada átomo se rodea de un octeto, (salvo las excepciones de hipovalencia e hipervalencia, y el H de un par electrónico), por lo que el C se sitúa como átomo central y se puede representar como se indica en el esquema adjunto.



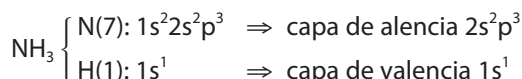
Geometría: Según la teoría RPECV, los pares de electrones se situarán lo más alejados posibles unos de otros, lo que corresponde con una geometría tetraédrica, el átomo de carbono se sitúa en el centro del tetraedro regular, y los otros cuatro átomos en los vértices, como consecuencia la molécula es **tetraédrica**.



Polaridad: Al ser el átomo de carbono más electronegativo que el de hidrógeno atraerá a los electrones de enlace hacia sí, con lo que se creará un momento dipolar diferente de cero en cada enlace, pero como los momentos dipolares «μ» están dirigidos desde el centro del tetraedro hacia los vértices del mismo, se anulan los efectos puesto que la suma total de los cuatro vectores es nula por lo tanto el momento dipolar total es cero, por todo ello la molécula será **apolar**.

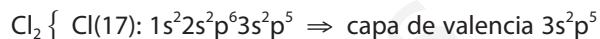


Molécula de NH₃



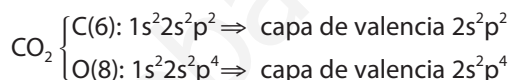
Polaridad: Como el nitrógeno es más electronegativo que el hidrógeno atraerá a los electrones de enlace hacia sí con lo que se creará un momento dipolar «μ» distinto de cero y como la molécula es trigonal el momento dipolar total será diferente de cero por ello la molécula será **polar**.

Molécula de Cl₂



Polaridad: Como los dos son átomos de cloro y poseen la misma electronegatividad el momento dipolar «μ» es cero por ello la molécula es **apolar**.

Molécula de CO₂



Polaridad: El oxígeno por ser más electronegativo que el carbono, atrae hacia sí los pares de electrones compartidos creando unos momentos dipolares, que por ser iguales y de sentido opuesto se compensan siendo el resultado final de la suma de los vectores «μ» cero por lo que la molécula es **apolar**.

4 Se han de tener en cuenta las siguientes pautas:

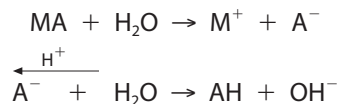
- Un ácido fuerte en disolución produce un pH ácido es decir pH < 7.
- Una sal procedente de ácido débil y base fuerte en disolución proporciona un pH básico, es decir, pH > 7.
- **Disolución A:** [OH⁻] = 10⁻⁶

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log [10^{-6}] = 6$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 6 = 8 \Rightarrow \text{pH} = 8$$

La disolución A es básica pues su pH > 7.

Como la disolución A es básica corresponde a la sal procedente de ácido débil y base fuerte.



- **Disolución B:** [OH⁻] = 10⁻¹²

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log [10^{-12}] = 12$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 12 = 2 \Rightarrow \text{pH} = 2$$

La disolución B es ácida pues su pH < 7.

Como la disolución B es ácida corresponde a un ácido fuerte.

Otra forma de resolverlo es a partir de la autoionización del H₂O y su constante K_w.

■ **Disolución A:**

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7}$$

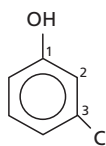
Exceso de iones OH⁻, por lo tanto la disolución es básica.

■ **Disolución B:**

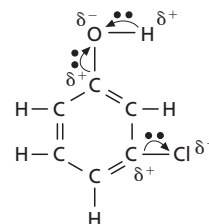
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-12}} = 10^{-2} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7}$$

Exceso de iones H₃O⁺, por lo tanto la disolución es ácida.

5

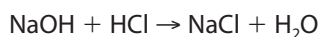


3-clorofenol (m-clorofenol)



Opción B

1 La reacción de neutralización es:



a)
$$M_a = \frac{n_a}{V_a} \Rightarrow n_a = M_a V_a = 0,15 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,02 \text{ L} = 0,003 \text{ mol de HCl}$$

b) Como la reacción transcurre mol a mol, se han necesitado los mismos moles de NaOH que de HCl, es decir 0,003 moles.

c) Se calculan los gramos de NaOH que contienen los 0,003 moles de base.

$$m = nM_m = 0,003 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 0,12 \text{ de NaOH puro}$$

$$\text{pureza} = \frac{\text{g puros}}{\text{g impuros}} \cdot 100 = \frac{0,12}{0,15} \cdot 100 = 80\% \text{ de pureza}$$

El NaOH posee una pureza del 80 %.

Otra forma de resolución:

$$\frac{\text{si en } 0,15 \text{ g impuros}}{\text{existen } 0,12 \text{ g puros}} = \frac{\text{en } 100 \text{ g impuros}}{\text{exsten } x \text{ g puros}} \Rightarrow x = 80\% \text{ de pureza}$$

También se puede resolver teniendo en cuenta los moles:

Si los 0,15 g de la muestra fuesen puros serían:

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{0,15 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,00375 \text{ mol}$$

Según la valoración con el ácido hay 0,003 mol de NaOH.

$$\text{pureza} = \frac{\text{moles puros}}{\text{moles impuros}} \cdot 100 = \frac{0,003}{0,00375} \cdot 100 = 80\% \text{ de pureza}$$

2 **Comentario:** En este caso hay que expresar los gramos de pentacloruro de fósforo, en moles, para continuar después con la pauta normal de resolución:

$$M_m \text{ PCI}_5 = 208,5 \text{ g/mol}$$

a) Cálculo de los moles iniciales del PCI₅:

$$n = \frac{m}{M_m} = \frac{12,5 \text{ g}}{208,5 \text{ g/mol}} = 0,06 \text{ mol}$$

V = 1 L	PCI ₅ (g)	⇌	PCI ₃ (g)	+	Cl ₂ (g)
n _{iniciales}	0,06		—		—
n _{reaccionan}	x		—		—
n _{formados}	—		x		x
n _{equilibrio}	0,06 - x		x		x
[] _{equilibrio}	$\frac{0,06 - x}{1}$		$\frac{x}{1}$		$\frac{x}{1}$

Cálculo de los moles en el equilibrio:

$$n_T = 0,06 - x + x + x = 0,06 + x$$

$$pV = n_T RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_T = \frac{pV}{RT} = \frac{2,29 \text{ atm} \cdot 1 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 423 \text{ K}} = 0,066 \text{ mol}$$

$$n_T = 0,06 + x = 0,066 \Rightarrow x = 0,006$$

$$\alpha = \frac{\text{moles disociados}}{\text{moles iniciales}} = \frac{0,006}{0,06} = 0,1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = 0,1 \cdot 100 = 10,0\% \Rightarrow \alpha = 10,0\%$$

$$[\text{PCI}_5] = \frac{0,06 - 0,006}{1} = 0,054 \text{ M}$$

$$[\text{PCI}_3] = \frac{0,006}{1} = 0,006 \text{ M}$$

$$[\text{Cl}_2] = \frac{0,006}{1} = 0,006 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{0,006 \cdot 0,006}{0,054} = 6,6 \cdot 10^{-4} \Rightarrow K_c = 6,6 \cdot 10^{-4}$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 6,6 \cdot 10^{-4}(0,082 \cdot 423)^{1+1-1} = 0,023$$

Se puede resolver aplicando el grado de disociación (α):

$V = 1 \text{ L}$	$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$		
$n_{\text{iniciales}}$	n_0	—	—
$n_{\text{reaccionan}}$	$n_0 \alpha$	—	—
n_{formados}	—	$n_0 \alpha$	$n_0 \alpha$
$n_{\text{equilibrio}}$	$n_0(1-\alpha)$	$n_0 \alpha$	$n_0 \alpha$
$[]_{\text{equilibrio}}$	$n_0(1-\alpha)/1$	$n_0 \alpha/1$	$n_0 \alpha/1$

$$n_T = n_0 - n_0 \alpha + n_0 \alpha + n_0 \alpha = n_0 + n_0 \alpha = n_0(1 + \alpha) = 0,06(1 + \alpha) = 0,06 + 0,06\alpha$$

Como:

$$pV = n_T RT \Rightarrow n_T = \frac{pV}{RT} = \frac{2,29 \text{ atm} \cdot 1 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 423 \text{ K}} = 0,066 \text{ mol}$$

$$0,066 = 0,06 + 0,06\alpha \Rightarrow \alpha = 0,1 \Rightarrow \alpha = 10\%$$

$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{(n_0 \cdot \alpha) \cdot (n_0 \cdot \alpha)}{n_0 \cdot (1 - \alpha)} = \frac{n_0 \cdot \alpha^2}{(1 - \alpha)} = \frac{0,06 \cdot \alpha^2}{(1 - \alpha)} = 6,6 \cdot 10^{-4}$$

3 Teniendo en cuenta sus respectivos números atómicos (Z) se tiene que:



a) **Radio atómico:** Es la distancia que separa el núcleo del átomo de su electrón más periférico.

Por tanto ocurre que a mayor número de capas (número cuántico n), mayor radio.

De los elementos propuestos el que menos capas tiene es el N pues posee 2, ya que está en el 2º periodo $n = 2$, por lo tanto este es el que tiene menor radio atómico.

Carácter metálico: Es la tendencia que tiene un elemento para ceder electrones. Para actuar como cationes y ser buenos conductores de la electricidad deben ser capaces de ceder electrones con facilidad (baja energía de ionización) y presentar poca tendencia a captarlos (baja afinidad electrónica). Los metales más activos se encuentran en la parte izquierda e inferior de la tabla periódica.

De los elementos propuestos el que menos electrones tiene en la capa de valencia es el Mg ($3s^2$), por lo tanto es el que más carácter metálico posee.

b) La **energía de ionización (EI)** o **potencial de ionización (PI)** es la energía necesaria que hay que proporcionar a un átomo, en estado fundamental y gaseoso, para arrancar el último electrón de una capa de valencia.

Un átomo poseerá tantos valores de energía de ionización como número de electrones tenga.

La primera energía de ionización es la energía necesaria para arrancar el último electrón de la capa más exterior, su valor es el menor de todas las demás pues los electrones de valencia estarán menos atraídos por el núcleo.

La mayor energía de ionización la poseerá aquella especie que tenga el electrón más próximo al núcleo. Se puede deducir que corresponde al N pues es la que menos capas posee.

De las especies que poseen tres capas, la especie que tendrá más energía de ionización será la que posee p^3 , pues tiene mayor estabilidad por tener el orbital semilleno, es decir, el P.

De las dos restantes será la que posee la capa de valencia con el orbital s completo la que necesitará más energía de ionización es decir el Mg.

Por lo tanto, queda: $N > P > Mg > Al$

4 La ecuación general de la velocidad de reacción viene dada por $v = k [A]^\alpha [B]^\beta$ donde α y β son los respectivos órdenes de reacción.

Según el enunciado $\alpha = 2$.

En la ecuación **b)** donde $v = k [A] [B]$, el orden de reacción de A vale 1. Por lo tanto esta ecuación de velocidad no es correcta.

5 En el siguiente cuadro se resumen los diferentes números cuánticos y su significado.

Símbolo	Nombre	Posibles valores	Significado
n	Principal	1, 2, 3, 4, ...	Nivel de energía o capa
l	Secundario	Para cada n : 0, 1, 2, 3, ..., $n - 1$	Número de subniveles en cada nivel de energía y forma (tipo) del orbital
m	Magnético	Para cada l : $-l, \dots, 0, \dots, +l$	Número de orbitales de cada tipo que hay en un nivel de energía
s	Espín	$+1/2, -1/2$	Momento magnético intrínseco del electrón

Según la tabla, pertenecen al mismo periodo los elementos que poseen el mismo número cuántico principal, $n = 4$, es decir, los elementos A y C.