

## OPCIÓN DE EXAMEN N° 2

1. [2 PUNTOS] Explica las siguientes observaciones utilizando las diferentes teorías de enlace químico:

- a) [0,5 PUNTOS] La longitud del enlace C – C en el  $C_2H_4$  es 0,134 nm, mientras que el enlace C – C en el  $C_2H_6$  es de 0,154 nm.
- b) [0,5 PUNTOS] El  $NH_3$  es una molécula piramidal pero el  $BH_3$  es plana.
- c) [0,5 PUNTOS] El cloro molecular es un gas a temperatura ambiente mientras que el bromo molecular es un líquido a la misma temperatura.
- d) [0,5 PUNTOS] La temperatura de ebullición del  $H_2O$  es 373 K mientras que la del  $H_2S$  es de 212 K.

DATOS: Números atómicos C = 6; O = 8; Be = 4; B = 5; N = 7; Cl = 17; H = 1; Br = 35; S = 16.

2. [2 PUNTOS]

- a) [1 PUNTO] Escribe el equilibrio de solubilidad de yoduro de plomo (II),  $PbI_2$ . Calcula la solubilidad en agua del yoduro de plomo (II) en moles  $\cdot L^{-1}$ .
- b) [1 PUNTO] Explica, justificando la respuesta, hacia donde se desplaza el equilibrio de precipitación si se añade a una disolución saturada de  $PbI_2$  volúmenes de otra disolución de  $PbSO_4$ . ¿Se disolverá más o menos el yoduro de plomo (II)?

DATOS:  $K_{ps}(PbI_2) = 1,4 \cdot 10^{-8}$ .

3. [2 PUNTOS] Se tiene una disolución de ácido nítrico de pH 2,30.

- a) [0,5 PUNTOS] Determina el número de moles de ión nitrato en disolución sabiendo que el volumen de la misma es de 250 mL.
- b) [0,5 PUNTOS] Calcula la masa de hidróxido de sodio necesaria para neutralizar 25 mL de la disolución anterior.
- c) [0,5 PUNTOS] Determina el pH de la disolución obtenida al añadir 25 mL de hidróxido de sodio 0,001 M a 25 mL de la primera disolución de ácido nítrico, suponiendo que los volúmenes son aditivos.
- d) [0,5 PUNTOS] Variará el pH de la disolución inicial de ácido nítrico si se diluye con agua.

DATOS: Masas atómicas, (Na) = 23; (O) = 16; (H) = 1.

4. [2 PUNTOS] Los electrodos de una pila galvánica son de aluminio (Al) y cobre (Cu), introducidos en disoluciones 1 M de  $AlCl_3$  y  $CuCl_2$  respectivamente. Ambas disoluciones están unidas por un puente salino.

- a) [0,5 PUNTOS] Escribe las reacciones que se producen en cada electrodo, indicando cuál será el ánodo y cuál será el cátodo.
- b) [0,5 PUNTOS] Indica la especie oxidante y la reductora.
- c) [0,5 PUNTOS] Calcula la fuerza electromotriz de la pila.
- d) [0,5 PUNTOS] Razona si alguno de los dos metales produciría hidrógeno gaseoso al ponerlo en contacto con ácido clorhídrico (HCl). En caso afirmativo, escribe la reacción global correspondiente.

DATOS:  $E^\circ(Al^{3+}/Al) = -1,67 V$ ;  $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0,34 V$ ;  $E^\circ(H^+/H_2) = 0,00 V$ .

5. [2 PUNTOS]

- a) [1 PUNTO] Formula y nombra un compuesto en cada uno de los siguientes casos de isomería: 1) Un isómero del butano. 2) Uno de los isómeros geométricos de 2-buteno. 3) Un isómero de posición del 2-propanol. 3) Un isómero de función del propanal.
- b) [1 PUNTO] Escribe y nombra el producto que resulta de la adición de  $Cl_2$  a  $CH_2 = CH - CH_3$ .

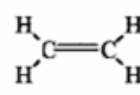
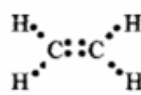
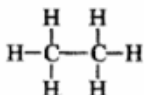
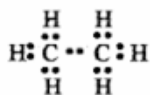
1.- Explica las siguientes observaciones utilizando las diferentes teorías de enlace químico:

**DATOS:** Números atómicos  $C = 6$ ;  $O = 8$ ;  $Be = 4$ ;  $B = 5$ ;  $N = 7$ ;  $Cl = 17$ ;  $H = 1$ ;  $Br = 35$ ;  $S = 16$ .

- a) (0,5 p) La longitud del enlace  $C - C$  en el  $C_2H_4$  es 0,134 nm, mientras que el enlace  $C - C$  en el  $C_2H_6$  es de 0,154 nm.

$C (Z = 6): 1s^2 2s^2 2p^2$

Si establecemos las estructuras de Lewis de ambas sustancias:



En el eteno ( $C_2H_4$ ) existe un enlace covalente doble entre los dos átomos de carbono, mientras que en el etano ( $C_2H_6$ ) existe un enlace covalente sencillo entre los dos átomos de carbono. Esta es la razón de que la longitud de enlace entre los dos átomos de carbono sea menor en el eteno que en el etano.

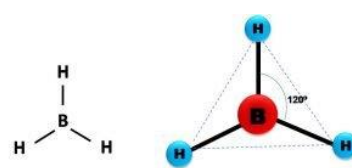
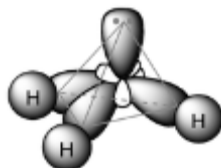
- b) (0,5 p) El  $NH_3$  es una molécula piramidal pero el  $BH_3$  es plana.

$N (Z = 7): 1s^2 2s^2 2p^3$

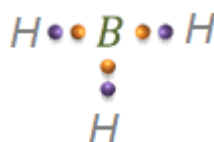
$H (Z = 1): 1s^1$

El nitrógeno en el amoníaco forma una hibridación  $sp^3$ , pero donde solo tres de los orbitales híbridos  $sp^3$  son enlazantes (el cuarto es ocupado por un par de electrones no-enlazantes del átomo de nitrógeno). **La geometría del amoníaco es de pirámide trigonal.**

El boro cuando se combina con el hidrógeno adquiere una hibridación  $sp^2$ . **La geometría del trihidruro de boro es triangular plana.**



También podemos responder utilizando el modelo de Lewis y el modelo de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia (los pares de electrones que rodean al átomo central se disponen espacialmente lo más alejados posibles para disminuir la repulsión).

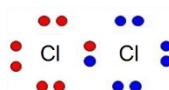


En el amoníaco el átomo de nitrógeno se rodea de 4 pares de electrones, de los cuales uno es no-enlazante y tres son enlazantes. **La geometría más probable es la pirámide trigonal.**

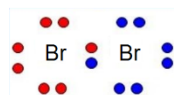
En el trihidruro de boro el átomo central, el B, está rodeado de 3 pares de electrones enlazantes, por lo que su geometría más probable es la **triangular plana.**

- c) (0,5 p) El cloro molecular es un gas a temperatura ambiente mientras que el bromo molecular es un líquido a la misma temperatura.

$Cl (Z = 17): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$



Br (Z = 35):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$



Ambas son sustancias covalentes moleculares apolares donde existe un enlace covalente sencillo entre los dos átomos de halógeno.

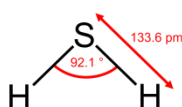
Por tratarse de sustancias apolares entre sus moléculas las únicas fuerzas intermoleculares son débiles fuerzas de dispersión o fuerzas de London. La intensidad de estas fuerzas aumenta con la masa molecular, esta es la razón por la que el bromo molecular, que tiene mayor masa molecular, es líquido, mientras que el cloro molecular, con menor masa molecular, es un gas.

d) (0,5 p) La temperatura de ebullición del  $H_2O$  es 373 K mientras que la del  $H_2S$  es de 212 K.

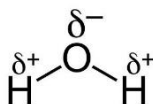
Ambas son sustancias covalentes moleculares polares, ya que ambas tienen estructura angular.



El átomo de azufre se rodea de 4 pares de electrones, de los cuales dos son no-enlazantes y dos son enlazantes. La geometría más probable es angular.



El átomo de azufre se rodea de 4 pares de electrones, de los cuales dos son no-enlazantes y dos son enlazantes. La geometría más probable es angular.



En ambas moléculas existen fuerzas intermoleculares de tipo Van der Waals, pero en el agua existen, además, enlaces de hidrógeno debido a la gran diferencia de electronegatividad entre el O y el H. La existencia de enlace de hidrógeno en el agua, que es el tipo de fuerza intermolecular más intensa, es lo que explica su mayor temperatura de ebullición.

2.-

a) (1 p) Escribe el equilibrio de solubilidad de yoduro de plomo (II),  $PbI_2$ . Calcula la solubilidad en agua del yoduro de plomo (II) en  $mol/L^{-1}$ .

DATOS:  $K_{ps} (PbI_2) = 1,4 \cdot 10^{-8}$

	$PbI_2 (s)$	$\rightleftharpoons$	$Pb^{+2} (ac)$	+	$2 I^- (ac)$
Concentración inicial (mol/L)	a		--		--
Variación (mol/L)	-s		+s		+2s
Concentración en equilibrio (mol/L)	a - s		s		2s

$$K_{ps} = [Pb^{+2}] \cdot [I^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_{ps}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1,4 \cdot 10^{-8}}{4}} = 1,52 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

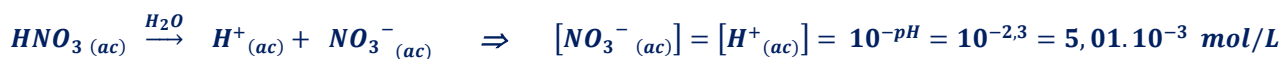
b) (1 p) Explica, justificando la respuesta, hacia donde se desplaza el equilibrio de precipitación si se añade a una disolución saturada de  $PbI_2$  volúmenes de otra disolución de  $PbSO_4$ . ¿Se disolverá más o menos el yoduro de plomo (II)?

El aumento de la concentración de iones  $Pb^{+2}$  en la disolución, desplaza el equilibrio hacia la izquierda, de acuerdo al principio de Le Chatelier, **disminuyendo la solubilidad del yoduro de plomo**. Este proceso se conoce como "efecto del ion común".

3.- Se tiene una disolución de ácido nítrico de pH 2,30.

- a) **(0,5 p)** Determina el número de moles de ión nitrato en disolución sabiendo que el volumen de la misma es de 250 mL.

**El ácido nítrico es fuerte por lo que se disocia completamente:**

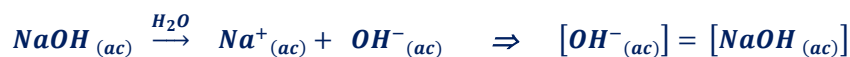


$$n_{NO_3^-} = 5,01 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,25 \text{ L} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

- b) **(0,5 p)** Calcula la masa de hidróxido de sodio necesaria para neutralizar 25 mL de la disolución anterior.

**DATOS:** Masas atómicas, (Na) = 23; (O) = 16; (H) = 1.

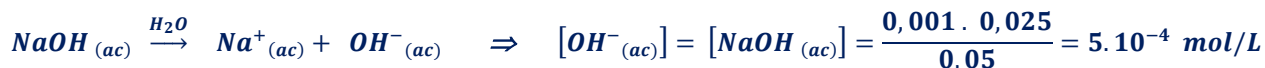
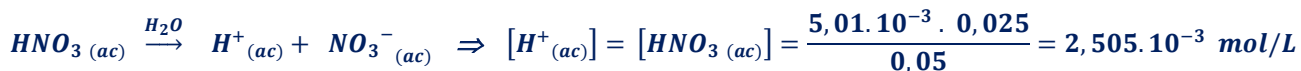
**El hidróxido de sodio es una base fuerte que está completamente disociada:**



$$n_{NO_3^-} = n_{OH^-} \Rightarrow n_{NO_3^-} = n_{NaOH} \Rightarrow n_{NO_3^-} = \frac{m_{NaOH}}{M_{molar}} \Rightarrow m_{NaOH} = n_{NO_3^-} \cdot M_{molar}$$

$$m_{NaOH} = n_{NO_3^-} \cdot M_{molar} = 5,01 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,025 \text{ L} \cdot 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5,01 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

- c) **(0,5 p)** Determina el pH de la disolución obtenida al añadir 25 mL de hidróxido de sodio 0,001 M a 25 mL de la primera disolución de ácido nítrico, suponiendo que los volúmenes son aditivos.



**En esta mezcla hay un exceso de concentración de protones, lo que determinará que el pH final sea ácido.**

$$[H^+_{(ac)}]_{exc} = 2,505 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-4} = 2,005 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$pH = -\log [H^+_{(ac)}]_{exc} = -\log 2,005 \cdot 10^{-3} = 2,7$$

- d) **(0,5 p)** Variará el pH de la disolución inicial de ácido nítrico si se diluye con agua.

**Si, ya que disminuye la concentración de protones como consecuencia de la dilución.**

**Si la disolución de ácido nítrico tiene una concentración molar M, una disolución de x mL de dicha disolución tiene una concentración de protones:**

$$[H^+_{(ac)}] = M$$

**Si diluimos los x mL de ácido con y mL de agua, la disolución tiene una concentración de protones:**

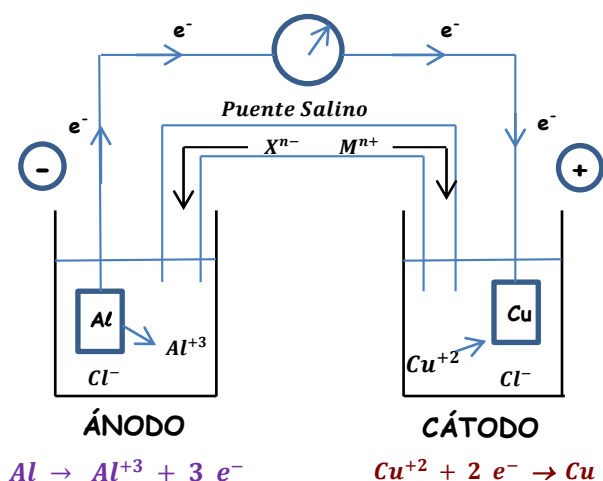
$$[H^+_{(ac)}]' = \frac{x \cdot M}{x + y} \Rightarrow [H^+_{(ac)}]' < [H^+_{(ac)}] \Rightarrow pH' > pH$$

4.- Los electrodos de una pila galvánica son de aluminio (Al) y cobre (Cu), introducidos en disoluciones 1 M de  $AlCl_3$  y  $CuCl_2$  respectivamente. Ambas disoluciones están unidas por un puente salino.

- (0,5 p) Escribe las reacciones que se producen en cada electrodo, indicando cuál será el ánodo y cuál será el cátodo.
- (0,5 p) Indica la especie oxidante y la reductora.
- (0,5 p) Calcula la fuerza electromotriz de la pila.

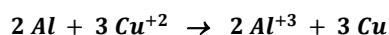
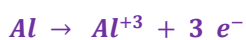
Contesto estos tres apartados a la vez.

En esta pila el electrodo de cobre actuará de cátodo, ya que al poseer un mayor potencial normal de reducción los iones  $Cu^{+2}$  se reducen más fácilmente que los iones  $Al^{+3}$ . La especie oxidante son los iones  $Cu^{+2}$ , ya que experimentan una reducción; mientras que el reductor es el aluminio metálico, ya que experimenta una oxidación.



$$E_{pila}^0 = E_{cátodo}^0 - E_{ánodo}^0$$

$$E_{pila}^0 = (0,34) - (-1,67) = 2,01 V$$



- (0,5 p) Razona si alguno de los dos metales produciría hidrógeno gaseoso al ponerlo en contacto con ácido clorhídrico (HCl). En caso afirmativo, escribe la reacción global correspondiente.

**DATOS:**  $E^0 (Al^{3+}/Al) = -1,67 V$ ;  $E^0 (Cu^{2+}/Cu) = 0,34 V$ ;  $E^0 (H^+/H_2) = 0,00 V$ .

Para que un metal pueda reducir los protones a hidrógeno gaseoso debe tener un potencial normal de reducción inferior al del  $H^+/H_2$ , por lo que solo el aluminio tiene esta capacidad.

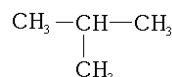


5.-

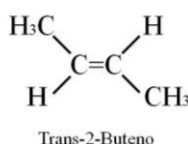
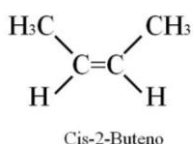
- (1 p) Formula y nombra un compuesto en cada uno de los siguientes casos de isomería: 1) Un isómero del butano. 2) Uno de los isómeros geométricos de 2-buteno. 3) Un isómero de posición del 2-propanol. 3) Un isómero de función del propanal.

Isómero del butano:

Metilpropano (isómero de cadena)



Isómero geométrico del 2-buteno: Hay dos posibles isómeros el cis-2-buteno y el trans-2-buteno.



Isómero de posición del 2-propanol:

1-propanol



Isómero de función del propanal:

Propanona



b) (1 p) Escribe y nombra el producto que resulta de la adición de  $\text{Cl}_2$  a  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$ .

Se trata del 1,2-dicloropropano:

