

2º D - BACHILLERATO - QUÍMICA - 3ª evaluación - (8-mayo-2009)

CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN.

La calificación máxima 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.

DATOS GENERALES.

Los valores de las constantes de equilibrio que aparecen en los problemas deben entenderse que hacen referencia a presiones expresadas en atmósferas y concentraciones expresadas en mol.L⁻¹.

Constantes universales:

$$N_A = 6,0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$u = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ caloría} = 4,18 \text{ J}$$

$$1 \text{ atm} = 101.400 \text{ N m}^{-2}$$

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Densidad del agua líquida 1 g/mL ;

Entalpía de vaporización del agua a 100°C = 539 cal/g

Masas atómicas C = 12,0 ; Ca = 40,0 ; Cl = 35,5 ; K = 39,0 ; H = 1,0 ; Li = 6,9 ; N = 14,0 ; O = 16,0 ; S = 32,0

ELIJA CINCO PREGUNTAS DE LAS SEIS PROPUESTAS

1- Se quiere proceder a la valoración de 200 mL de una disolución de H₂SO₄ empleando para ello una disolución 0,1 M de KOH. Al realizar la neutralización resulta que se han consumido 300 mL de la disolución básica. Calcular:

a) ¿Cual será la concentración del ácido?

B) Cual será el pH de la disolución inicial del ácido? ¿Y el de la disolución resultante de la neutralización?

2ª ¿Qué concentración debería tener una disolución acuosa de un ácido monoprótico HA, cuya constante de ionización es $K_a = 1,5 \cdot 10^{-5}$, para tener el mismo pH que una disolución acuosa de ácido clorhídrico 10^{-2} M.

3ª - Se dispone de una disolución acuosa de un ácido HA y su concentración es de 8 g/L. Sabiendo que su masa molecular es 62 y que está disociado en un 30%, . Calcule la constante de disociación del ácido

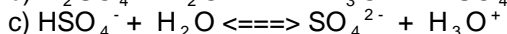
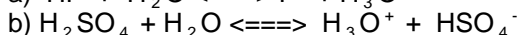
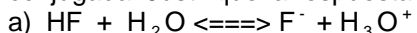
4ª - Aplicando la teoría de Brönsted y Lowry razona si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

a) Un ácido fuerte reacciona con su base conjugada dando una disolución neutra.

b) La base conjugada de un ácido débil ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) es una base fuerte.

c) Un ácido y su base conjugada se diferencian en un protón.

5ª .Para cada una de las siguientes reacciones acuosas identifique el ácido, la base, el ácido conjugado y la base conjugada. Justifique la respuesta.



6ª - Indique el nombre y grupo funcional de los compuestos que responden a las siguientes fórmulas moleculares:

A) CH₄O ; B) CH₂O ; C) C₂H₆O ; D) C₃H₆O

SOLUCIONES

1º- Se quiere proceder a la valoración de 200 mL de una disolución de H₂SO₄ empleando para ello una disolución 0,1 M de KOH. Al realizar la neutralización resulta que se han consumido 300 mL de la disolución básica.

Calcular:

a) ¿Cual será la concentración del ácido?

B) Cual será el pH de la disolución inicial del ácido? ¿Y el de la disolución resultante de la neutralización?

RESOLUCIÓN

La reacción que tiene lugar es: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$, y para aplicarle la estequiometría a las cantidades que reaccionan, hemos de determinar la cantidad que conocemos, que es la de KOH: 300 mL de concentración 0,1 M, por lo que el nº de moles del mismo que intervienen en la reacción lo calculamos a partir de la

expresión de la Molaridad de una disolución, y es: $M = \frac{n_{\text{SOLUTO}}}{L_{\text{DISOLUC}}}$; $0,1 = \frac{n_{\text{SOLUTO}}}{0,3} \Rightarrow n_{\text{SOLUTO}} = 0,03 \text{ moles}$

de KOH, que son las que intervienen en la reacción, por lo que a partir de la estequiometría de la misma calculamos la cantidad de ácido que se tenía en la muestra:

H ₂ SO ₄ +	2 KOH	→	K ₂ SO ₄ +	2 H ₂ O
1 mol	2 moles			
X	0,03			

de donde: $X = \frac{0,031}{2} = 0,015$ moles de H_2SO_4 había en la muestra inicial.

Dado que el volumen de la misma era de 200 mL, su Molaridad se determina aplicando la expresión de la misma:

$$M = \frac{n_{SOLUTO}}{L_{DISOLUC.}}; M = \frac{0,015}{0,2}; \mathbf{M = 0,075 \text{ Molar}}$$

Para determinar el pH de esta disolución inicial del ácido, hemos de tener en cuenta que el ác. Sulfúrico es un ácido fuerte, y por tanto está completamente disociado, así, tendremos:

	H_2SO_4	\rightleftharpoons	$2 H^+ +$	SO_4^{2-}
Inicial	0,075		---	---
En equilibrio			$2 \cdot 0,075 = 0,15$	0,075

y de ahí, calculamos su pH: $\mathbf{pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,15 = 0,82}$

El pH de la disolución final resultante de la neutralización será **7 (Disolución neutra)**, ya que se ha añadido a la disolución ácida la cantidad equivalente de base, con lo que se habrá neutralizado y no sobra nada de ácido ni de base.

2ª ¿Qué concentración debería tener una disolución acuosa de un ácido monoprótico HA, cuya constante de ionización es $K_a = 1,5 \cdot 10^{-5}$, para tener el mismo pH que una disolución acuosa de ác. clorhídrico 10^{-2} M.

RESOLUCIÓN

El ácido clorhídrico es un ácido fuerte totalmente disociado, como consecuencia la concentración de protones será:

	HCl	\rightleftharpoons	$H^+ +$	Cl^-
Inicial	10^{-2}		----	-----
En equilibrio	----		10^{-2}	10^{-2}

y su $pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-2} = 2$

El ácido HA es un ácido débil, la concentración de protones será debida a su disociación, así:

	HA	\rightleftharpoons	$H^+ +$	A^-
Inicial	a		----	-----
En equilibrio	a - 10^{-2}		10^{-2}	10^{-2}

$$K_a = \frac{[H^+].[A^-]}{[HA]}$$

considerando $[H^+] = [A^-] = 10^{-2}$ y siendo "a" la concentración inicial de ese ácido HA

Puestoo que la constante de disociación es muy pequeña, podríamos despreciar 10^{-2} frente a la concentración inicial, por lo que la expresión de la constante de disociación nos queda:

$$1,5 \cdot 10^{-5} = \frac{10^{-2} \cdot 10^{-2}}{a} \quad \text{Y de ahí: } a = \frac{10^{-4}}{1,5 \cdot 10^{-5}} = \mathbf{6,67 \text{ Molar}}$$

Si no hubiéramos despreciado 10^{-2} frente a "a", nos hubiera quedado:

$$1,5 \cdot 10^{-5} = \frac{10^{-2} \cdot 10^{-2}}{a - 10^{-2}} \quad \text{Y de ahí: } a - 10^{-2} = \frac{10^{-4}}{1,5 \cdot 10^{-5}}; \mathbf{a = 6,68 \text{ Molar}}$$

3ª Se tiene una disolución acuosa de un ácido monobásico, HA, cuya concentración es de 8 g/L. Sabemos que su masa molecular es 62 y que Está disociado en un 30%. Calcule la constante de disociación de dicho ácido.

RESOLUCIÓN

La molaridad del ácido se calcula aplicando directamente la expresión que nos la da: $M = \frac{g}{Pm \cdot L}$, en la cual

conocemos todos los datos: $M = \frac{8}{62.1} = 0,13 \text{ Molar}$.

El equilibrio de disociación de este ácido es:

	HA	<====>	H ⁺ +	A ⁻
Inicial	0,13		----	----
En equilibrio	0,13-0,039 = 0,091		0,039	0,039

Si el grado de disociación es 0,30, la cantidad de ácido disociada será:
 $x = 0,30 \cdot 0,13 = 0,039 \text{ mol/L}$, quedando el resto sin disociar

La constante de disociación para este equilibrio es:

$$K_a = \frac{[H^+].[A^-]}{[HA]} \text{ donde, al sustituir: } K_a = \frac{0,039 \cdot 0,039}{0,091}; \mathbf{K_a = 1,7 \cdot 10^{-2}}$$

4ª Aplicando la teoría de Bronsted y Lowry razona si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones: a) Un ácido fuerte reacciona con su base conjugada dando una disolución neutra. b) La base conjugada de un ácido débil ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) es una base fuerte. c) Un ácido y su base conjugada se diferencian en un protón.

RESOLUCIÓN

La teoría de Brønsted y Lowry establece el concepto de ácido y base conjugados, de tal manera que un ácido es aquella sustancia capaz de ceder un protón al disolvente, mientras que una base es aquella sustancia capaz de aceptar un protón del disolvente.

De esta manera, cuando un ácido cede un protón al disolvente se convierte en una especie que es capaz de aceptar un protón del disolvente, es decir, se ha convertido en una base, llamada base conjugada.



donde el ácido es el HA, pues le cede su protón al agua, convirtiéndose en el ion A⁻, que es su base conjugada ya que si acepta un protón del disolvente, se convertirá de nuevo en el ácido HA.

Cuando se trata de un ácido fuerte (aquel que se encuentra totalmente disociado) esa reacción está muy desplazada hacia la derecha, lo cual indica que el ácido tiene mucha tendencia a ceder el protón (ácido fuerte) mientras que su base conjugada tiene muy poca tendencia a aceptar el protón del disolvente (base débil). Si se tratase de un ácido débil, la reacción anterior se encontrará muy desplazada hacia la izquierda dado que el ácido al ser débil tiene poca tendencia a ceder protones al disolvente, mientras que su base conjugada tendrá mucha tendencia a aceptar protones del disolvente, de manera que en la disolución se encontrará mayoritariamente en forma de ácido HA.

A) Por todo lo anterior, podemos deducir que un ácido NO REACCIONA con su base conjugada ya que ésta es, en sí misma, una parte del propio ácido. Por tanto la afirmación A) es FALSA

B) Si el ácido es débil su base conjugada es fuerte: Esta afirmación es CIERTA, como ya hemos explicado antes.

C) La propia definición de ácido y base conjugados ya nos indican que se diferencian ambos en un protón, por lo que esta afirmación es también CIERTA.

5ª Para cada una de las siguientes reacciones acuosas identifique el ácido, la base, el ácido conjugado y la base conjugada. Justifique la respuesta.

- a) $HF + H_2O \rightleftharpoons F^- + H_3O^+$
- b) $H_2SO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HSO_4^-$
- c) $HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$

RESOLUCIÓN

El concepto de ácido y base conjugado procede de la teoría ácido-base de Brønsted, que define los ácidos como

“aquellas sustancias que son capaces de ceder protones al disolvente”, mientras que las bases serán “aquellas sustancias capaces de aceptar protones del disolvente”, teniendo en cuenta estas definiciones, cuando una sustancia cede un protón al disolvente, se comporta como un ácido y, al ceder ese protón, se convierte en una especie susceptible de volver a aceptarlo (es su base conjugada) y viceversa: Cuando una sustancia acepta un protón del disolvente, se convierte en una especie susceptible de perderlo, es decir, en un ácido (el ácido conjugado).

Por tanto un ácido y su base conjugada se diferenciarán en un protón (el ácido tiene un protón más que la base).

Para las sustancias dadas son:

ÁCIDO 1	BASE 2		BASE 1	ÁCIDO 2
$\text{HF} +$	H_2O	\rightleftharpoons	$\text{F}^- +$	H_3O^+
$\text{H}_2\text{SO}_4 +$	H_2O	\rightleftharpoons	$\text{HSO}_4^- +$	H_3O^+
$\text{HSO}_4^- +$	H_2O	\rightleftharpoons	$\text{SO}_4^{2-} +$	H_3O^+

Siendo BASE 1 la base conjugada del ÁCIDO 1 y BASE 2 la base conjugada del ÁCIDO 2

6^a Indique el nombre y grupo funcional de los compuestos que responden a las siguientes fórmulas moleculares:

A) CH_4O ; B) CH_2O ; C) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$; D) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

RESOLUCIÓN:

a) CH_4O Solamente puede corresponder a un ALCOHOL CH_3OH : **METANOL**; Grupo funcional: **-OH**

b) CH_2O Solamente puede corresponder a un ALDEHÍDO: **HCHO**: **METANAL**; Grupo funcional: **-CHO**

c) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ Puede corresponder a dos compuestos:

- Un ALCOHOL: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ **ETANOL**; Grupo funcional: **-OH**

- Un ÉTER : $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ **DIMETILÉTER** ; Grupo funcional: **-O-**

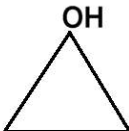
d) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ Puede corresponder a bastantes compuestos, a saber

- Un ALDEHÍDO: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$: **PROPANAL**; Grupo funcional: **-CHO**

- Una CETONA: $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$: **PROPANONA**; Grupo funcional: **-CO-**

- Un alcohol no saturado: $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{OH}$: **2-PROPENOL** , el cual tiene dos grupos funcionales: Principal; Grupo alcohol: **-OH**

Secundario **Doble enlace: C = C**

- Un alcohol cíclico:  **CICLOPROPANOL** Grupo alcohol: **-OH**