

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Dados los elementos A, B y C de números atómicos 19, 17 y 12, respectivamente, indica razonando las respuestas:

- Estructura electrónica de sus respectivos estados fundamentales y el grupo de la tabla periódica al que pertenece cada uno de ellos.
- Tipo de enlace formado cuando se unen A y B.

Solución:

a) Las configuraciones electrónicas de cada elemento son:

A ($Z = 19$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$; B ($Z = 17$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$; C ($Z = 12$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$.

De las configuraciones se deduce que: el elemento A, por poseer un sólo electrón en su capa de valencia pertenece al grupo 1, alcalinos; el elemento B al grupo 17 ($12 + 5$ electrones p); y el C al grupo 2 por poseer dos electrones en su capa de valencia.

b) Los elementos A y B, por su situación en el sistema periódico, son muy electropositivo, el A, y muy electronegativo, el B, por lo que forman fácilmente los correspondientes iones A^+ y B^- , por cesión y captación de un electrón, para adquirir configuración electrónica estable de gas noble. Entre estos iones aparece una fuerza atractiva de naturaleza electrostática, enlace iónico, que los unen.

CUESTIÓN 2.- a) Escribe todos los isómeros posibles de la propanona ($CH_3 - CO - CH_3$).

b) Indica la hibridación que cabe esperar de cada uno de los átomos de carbono que participan en los siguientes compuestos: b₁) Propanona ($CH_3 - CO - CH_3$); b₂) Propino ($CH \equiv C - CH_3$).

Solución:

a) Su fórmula molecular es C_3H_6O , y sus isómeros son todos los compuestos orgánicos con la misma fórmula. Son isómero de función el $CH_3 - CH_2 - CHO$ propanal; $CH_2 = CH - CH_2OH$ 2-propen-1-ol; $CH_3 - CH = CHOH$ 1-propen-1-ol; $CH_3 - COH = CH_2$ 1-propen-2-ol; Ciclopropanol; Ciclopropanona.

b) En la propanona los carbonos 1 y 3 presentan hibridación sp^3 , pues cada uno forman 4 enlaces covalentes con los tres hidrógenos y el carbono 2; y el carbono 2 hibridación sp^2 , pues forma dos enlaces covalentes simples, uno con cada átomo de carbono 1 y 3, y uno doble con el oxígeno.

En el propino, los carbonos 1 y 2 se unen mediante un triple enlace. Para ello, cada uno de los carbonos utiliza 2 orbitales híbridos sp para unirse mediante enlaces σ , entre ellos, con un átomo de hidrógeno el carbono 1 y con el átomo de carbono 3 el carbono 2. Además, mediante solapamiento lateral de los orbitales atómicos 2p de estos átomos de carbono, 1 y 2, se forman los otros dos enlaces π . Por último, el carbono 3 se une mediante cuatro enlaces covalente sencillos, tipo σ , a tres hidrógeno y al carbono 2, por lo que su hibridación es sp^3 .

PROBLEMA 1.- La reacción: $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons H_2(g) + CO_2(g)$, tiene una constante K_c de 8,25 a 900 °C. En un recipiente de 25 L se mezclan 10 moles de CO y 5 moles de H_2O a 900 °C. Calcula en el equilibrio:

- Las concentraciones de todos los compuestos.
- La presión total de la mezcla.

DATOS: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1}$.

Solución:

a) Llamando x a los moles de CO (g) y H_2O (g) que reaccionan, los moles de cada especie al inicio y en el equilibrio son:

	CO (g)	+ H ₂ O (g)	$\rightleftharpoons$	H ₂ (g)	+ CO ₂ (g)
Moles iniciales:	10	5		0	0
Moles en el equilibrio:	10 - x	5 - x		x	x

y las correspondientes concentraciones en el equilibrio son los moles partido el volumen del reactor, es decir: $[CO] = \frac{10-x}{25 L} M$; $[H_2O] = \frac{5-x}{25 L} M$; $[H_2] = [CO_2] = \frac{x}{25 L} M$; que llevadas a la constante de equilibrio y operando sale:

$$K_c = \frac{[H_2] \cdot [CO_2]}{[CO] \cdot [H_2O]} \Rightarrow 8,25 = \frac{\frac{x^2}{25^2}}{\frac{(10-x) \cdot (5-x)}{25 \cdot 25}} = \frac{x^2}{(10-x) \cdot (5-x)} \Rightarrow 7,25 \cdot x^2 - 123,75 \cdot x + 412,5 = 0$$

La resolución de la ecuación de segundo grado da para x el valor: 4,54 moles, pues la solución, 12,53 moles no es válida por ser superior a los moles de CO introducidos.

Las concentraciones de las distintas especies en el equilibrio son pues:

$$[CO] = \frac{10-x}{V} = \frac{10-4,54 \text{ moles}}{25 L} = 0,22 M; \quad [H_2O] = \frac{5-x}{25 L} = \frac{5-4,54 \text{ moles}}{25 L} = 0,018 M;$$

$$[H_2] = [CO_2] = \frac{x}{25 L} = \frac{4,54 \text{ moles}}{25 L} = 0,18 M;$$

b) Sumando los moles en el equilibrio y llevándolos a la ecuación de estado de los gases ideales, despejando la presión y operando después de sustituir las variables por sus valores, se tiene:

$$P \cdot V = n_t \cdot R \cdot T \Rightarrow P = \frac{n_t \cdot R \cdot T}{V} = \frac{15 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 1173 K}{25 L} = 57,71 \text{ atm.}$$

Resultado: a) $[CO] = 0,22 M$; $[H_2O] = 0,018 M$; $[H_2] = [CO_2] = 0,18 M$; b) $P_t = 57,71 \text{ atm}$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Dada la siguiente reacción: $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 NO(g)$; $\Delta H = 90,4 \text{ kJ} \cdot mol^{-1}$, $\Delta G = 86,7 \text{ kJ} \cdot mol^{-1}$. Justifica cuales de las siguientes afirmaciones son ciertas:

- La reacción es espontánea de izquierda a derecha.
- La reacción es exotérmica de derecha a izquierda y un aumento de temperatura desplaza el equilibrio a la derecha.
- El equilibrio se desplaza a la izquierda aumentando su presión.

$$d) K_p = \frac{P_{NO}}{P_{N_2} \cdot P_{O_2}}.$$

Solución:

a) Falsa. Para que la reacción sea espontánea ha de cumplirse que $\Delta G < 0$, y como esta condición no se cumple, puesto que según el enunciado $\Delta G > 0$, la reacción no es espontánea de izquierda a derecha.

b) Verdadera. Si la reacción tal cual está escrita tiene para ΔH el valor $90,4 \text{ kJ} \cdot mol^{-1}$, indica que en ese sentido es endotérmica, por lo que la inversa, es decir, la reacción de derecha a izquierda ha de ser exotérmica, $\Delta H < 0$.

Si se aumenta la temperatura se suministra calor a la reacción, y ésta se desplaza en el sentido en el que se absorbe el calor suministrado, es decir, en el sentido endotérmico, hacia la derecha.

c) Falsa. Por ser la variación del número de moles entre los productos de reacción y reactivos 0, o lo que es lo mismo, por ser iguales el número de moles de reactivos y productos de reacción, un cambio de la presión no provoca desplazamiento alguno del equilibrio.

d) Falsa. Esta expresión de la constante de equilibrio no es correcta, pues el numerador ha de ir elevado al cuadrado por ser 2 los moles de NO que aparecen en el miembro de los productos.

$$K_p = \frac{P_{NO}^2}{P_{N_2} \cdot P_{O_2}}.$$

PROBLEMA 1.- Se prepara una disolución acuosa de ácido acético ($\text{CH}_3\text{--COOH}$) 0,1 M. Calcula:

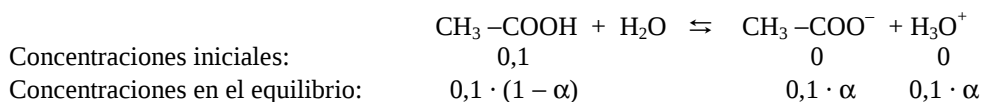
a) El pH de la disolución.

b) El grado de disociación del ácido acético en dicha disolución.

DATOS: $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Solución:

a) Siendo α el grado de disociación del ácido acético, las concentraciones de cada especie en el inicio y equilibrio son:



y llevando estos valores a la constante ácida del acético se obtiene:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{0,1^2 \cdot \alpha^2}{0,1 \cdot (1 - \alpha)} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 1,36 \cdot 10^{-2}, \text{ siendo}$$

la concentración de iones $\text{H}_3\text{O}^+ = 0,1 \cdot 0,0136 = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, y el pH de la disolución:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1,36 \cdot 10^{-3} = 3 - \log 1,36 = 3 - 0,134 = 2,866.$$

b) Conocido α (tanto por uno disociado), el coeficiente de disociación expresado en tanto por ciento es $\alpha = 1,36 \%$.

Resultado: a) pH = 2,866; b) $\alpha = 1,36 \%$.

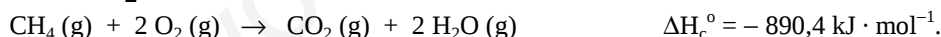
PROBLEMA 2.- a) Calcula el calor de formación a presión constante del metano gaseoso a partir de los calores de combustión del C (s), H_2 (g) y CH_4 (g) cuyos valores son, respectivamente, $-393,5$, $-285,9$ y $-890,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

b) ¿Qué cantidad de calor se desprende en la combustión de 1 kg de metano gaseoso?

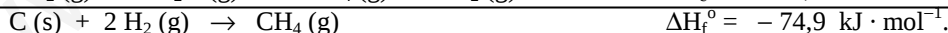
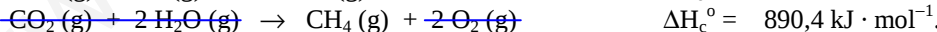
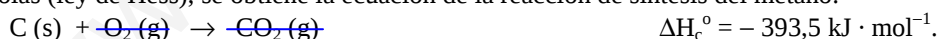
DATOS: $A_r(\text{C}) = 12 \text{ u}$; $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$.

Solución:

a) Las reacciones de combustión del carbono, hidrógeno y metano son:



Multiplicando la ecuación de la reacción de combustión del hidrógeno, incluida su entalpía, por 2, invirtiendo el sentido de la ecuación de la reacción de combustión, incluido el signo de su entalpía, y sumándolas (ley de Hess), se obtiene la ecuación de la reacción de síntesis del metano:



b) Multiplicando la masa de metano por los correspondientes factores de conversión y por la relación calor de combustión-mol CH_4 , se obtiene el calor desprendido:

$$1 \text{ kg } \text{CH}_4 \cdot \frac{1000 \text{ g } \text{CH}_4}{1 \text{ kg } \text{CH}_4} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{CH}_4}{16 \text{ g } \text{CH}_4} \cdot \frac{-890 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } \text{CH}_4} = -55.650 \text{ kJ}.$$

Resultado: a) $\Delta H_f^\circ = -74,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; b) $Q = -55.650 \text{ kJ}$.