
29ª OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
16 DE AGOSTO DE 2019
CERTAMEN INTERCOLEGIAL – NIVELES 2 y 2-BIS
RESPUESTAS

Utiliza la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios. A menos que se indique lo contrario, puedes suponer que las sustancias en estado gaseoso se comportan idealmente.

Ejercicio 1 (40 Puntos)

Justifica los siguientes hechos experimentales de manera clara y breve:

(a) El proceso de hidratación de iones ($X^-(g) \rightarrow X^-(ac)$) es exotérmico.

(8 Puntos) La hidratación de un ión es un proceso que libera energía debido a que el cambio energético asociado a la reacción esencialmente consiste en la formación de interacciones intermoleculares de tipo Ion-dipolo con el agua. Dichas interacciones estabilizan al sistema, y generan que la energía del producto se encuentre por debajo de la del reactivo.

(b) Si un sistema gaseoso obedece la ecuación de estado $p(\bar{V} - b) = RT$, (con $b > 0$) su presión será siempre mayor a la presión de un gas ideal en idénticas condiciones de volumen, temperatura y número de moles.

(8 Puntos) Esta ecuación de estado corresponde a la de un “gas de esferas rígidas”. El término b da cuenta del volumen real que poseen las moléculas/átomos en sistema gaseoso que disminuye el volumen total, y consecuentemente aumenta la presión. En ecuaciones, puede demostrarse fácilmente del siguiente modo:

$$p = \frac{RT}{(\bar{V} - b)} > \frac{RT}{\bar{V}} = p^{ideal}$$

(c) En el sistema sólido NaF, las interacciones entre Na^+ y F^- son esencialmente iónicas. Dicho sistema presenta muy baja covalencia.

(8 Puntos) Para que un sólido iónico presente elevada covalencia en su estructura se necesita que el mismo esté formado por aniones polarizables y cationes polarizantes. En el caso del NaF se espera una covalencia muy baja debido a que la especie está formada por el catión Na^+ que

resulta poco polarizante (baja carga y radio elevado) y el anión F^- poco polarizable (baja carga y radio pequeño).

(d) La energía de ionización de los metales alcalinos disminuye al bajar en el grupo.

(8 Puntos) La energía de ionización es la energía necesaria para sustraer un electrón de un átomo en fase gaseosa, generando el catión correspondiente: $A(g) \rightarrow A^+(g) + e^-$

Este proceso es endotérmico porque requiere romper interacciones electrón-núcleo. Al bajar en un grupo dentro de la tabla periódica, se espera que el proceso de ionización resulte cada vez menos costoso energéticamente porque los electrones sustraídos pertenecen a capas cada vez más externas y poseen un núcleo cada vez más apantallado, lo que resulta en interacciones electrón-núcleo cada vez más débiles lo que facilita su sustracción.

(e) El radio del ión $X^-(g)$ es mayor que el del átomo $X(g)$.

(8 Puntos) Al agregar un electrón a un átomo los radios aumentan. Esto se debe a dos factores fundamentalmente:

- 1- Al haber más electrones en el átomo aumentan las repulsiones interelectrónicas, por lo que en promedio la nube electrónica se expande.
- 2- Disminuye la carga nuclear efectiva que perciben los electrones, lo cual genera interacciones más débiles electrón-núcleo y consecuentemente la nube electrónica se expande.

Si el estudiante responde alguna de estas opciones otorgarle el puntaje total.

Ejercicio 2 (40 Puntos)

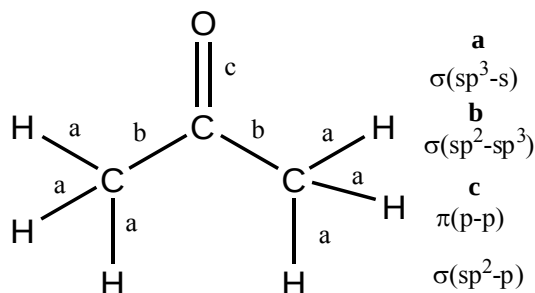
Describe la estructura electrónica de las siguientes moléculas empleando la teoría de enlace que se indica en cada caso:

(a) Dicianógeno (N_2C_2) empleando estructuras de Lewis. **Nota:** En esta molécula, la conectividad es N-C-C-N.



(5 Puntos)

(b) Propanona empleando Teoría de Enlace de Valencia.



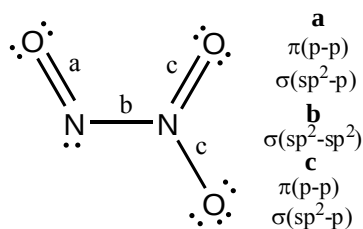
(5 Puntos)

(c) C_2^{2-} empleando estructuras de Lewis y Teoría de Enlace de Valencia.



(5 Puntos. 2 punto Lewis y 3 puntos TeV)

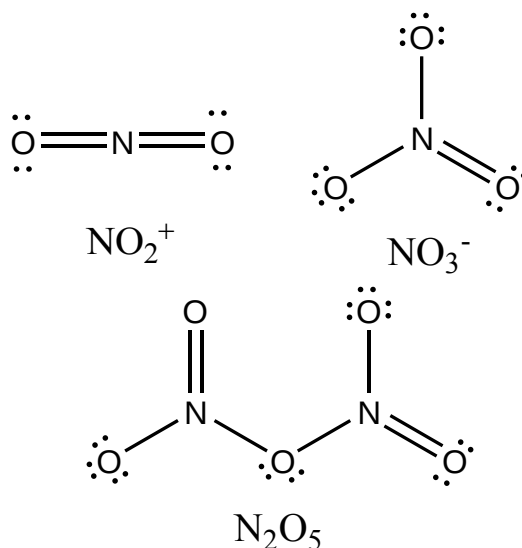
(d) N_2O_3 empleando estructuras de Lewis y Teoría de Enlace de Valencia.



+ resonantes

(10 Puntos. 5 puntos Lewis y 5 puntos TeV)

(e) En fase sólida, el N_2O_5 es un sólido iónico formado por los iones $[NO_2]^+[NO_3]^-$. Dicho sólido sublima a temperaturas altas y presiones bajas y en fase gaseosa se presenta como moléculas de N_2O_5 , en la cual una de las conectividades es del tipo N-O-N. Describe la estructura electrónica de NO_2^+ , NO_3^- y $N_2O_5(g)$ empleando estructuras de Lewis.



+ resonantes en los casos de NO_3^- y N_2O_5

15 Puntos. 5 puntos la Lewis de NO_2^+ , 5 puntos la Lewis de NO_3^- y 10 puntos la Lewis de $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$

Recordatorio: Describir la estructura electrónica de una molécula empleando Teoría de Enlace de Valencia implica determinar la cantidad y el tipo de enlaces químicos presentes en el sistema y también describir qué orbitales atómicos forman los mismos.

Ejercicio 3 (20 Puntos)

El proceso de ósmosis inversa permite desalinizar agua salada (por ejemplo agua de mar). Para ello es necesario aplicar a la solución salina una presión superior a su presión osmótica. De esta forma el solvente es obligado a fluir desde la solución salina al compartimento del solvente puro.

Teniendo en cuenta que la composición promedio del agua de mar es $[\text{Cl}^-] = 0,546 \text{ M}$; $[\text{Mg}^{2+}] = 0,053 \text{ M}$; $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,028 \text{ M}$; $[\text{Ca}^{2+}] = 0,010 \text{ M}$; $[\text{K}^+] = 0,010 \text{ M}$; $[\text{Na}^+] = x \text{ M}$ y que la temperatura de trabajo es 25°C , determina:

- (a) ¿Cuál es la concentración de Na^+ en el agua de mar? Asume que el agua analizada no presenta otros iones que los descriptos en el enunciado. **Ayuda:** Recuerda que la solución debe ser electroneutra; esto es, la cantidad de cargas negativas deben estar compensadas por las positivas.

Teniendo en cuenta que la solución debe ser electroneutra, puede plantearse la siguiente ecuación para hallar la concentración incógnita:

Concentración de cargas negativas = concentración de cargas negativas

$$[Cl^-] + 2[SO_4^{2-}] = 2[Mg^{2+}] + 2[Ca^{2+}] + [K^+] + [Na^+]$$

$$0,546M + 2 \times 0,028M = 2 \times 0,053M + 2 \times 0,01M + 0,01M + x$$

$$x = 0,466M = [Na^+]$$

10 Puntos

(b) ¿Cuál es la presión mínima que debe aplicarse a una muestra de agua de mar confinada por una membrana semipermeable al agua, para que pueda producirse el fenómeno de ósmosis inversa? **Nota:** En caso de que no hayas podido calcular el ítem (a), supone que $[Na^+] = 0,45 M$

La presión osmótica total de la solución puede calcularse como la suma de las presiones osmóticas generadas por cada ion, por lo que

$$\pi^{Total} = \pi^{Cl^-} + \pi^{SO_4^{2-}} + \pi^{Mg^{2+}} + \pi^{Ca^{2+}} + \pi^{K^+} + \pi^{Na^+}$$

$$\pi^{Total} = \{[Cl^-] + [SO_4^{2-}] + [Mg^{2+}] + [Ca^{2+}] + [K^+] + [Na^+]\}RT$$

$$\pi^{Total} = 27,21 atm$$

Para producir el fenómeno de ósmosis inversa, se necesita aplicar una presión de al menos 27,21 atm.

10 Puntos