

27ª OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA

15 DE AGOSTO DE 2017

RESPUESTAS CERTAMEN INTERCOLEGIAL – NIVEL 2 y 2-BIS

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 (35 puntos totales)

Determina si las siguientes afirmaciones son Verdaderas o Falsas, justificando clara pero brevemente tu respuesta: (7 puntos parciales cada respuesta correcta)

- (a) El 1-pentanol es un líquido a temperatura ambiente debido únicamente a las interacciones de puente hidrógeno dadas por los grupos $-\text{OH}$.

FALSO. Si bien los grupos $-\text{OH}$ interactúan mediante puentes de hidrógeno, el largo de la cadena carbonada generará que las interacciones dispersivas (Van der Waals) también sean apreciables. Este tipo de interacciones escalan con la polarizabilidad del sistema y consecuentemente con el tamaño.

- (b) Si un sistema gaseoso obedece la ecuación de estado $p(V - b) = nRT$, (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.

VERDADERO. Se puede ver cualitativamente o cuantitativamente. (cualquier forma de responder debe ser considerada correcta)

Cualitativamente: El parámetro b da cuenta del volumen molecular real de las especies dentro del sistema gaseoso, generando en última instancia que el volumen disponible sea menor al volumen del recipiente y consecuentemente aumentando la presión.

Cuantitativamente: $p(V - b) = nRT \rightarrow p = \frac{nRT}{(V-b)} > \frac{nRT}{V} = p^{\text{ideal}}$

- (c) En el NaCl(s) se espera una baja covalencia debido a que el Na^+ es una especie muy polarizante.

FALSO: El catión Na^+ es muy poco polarizante (el poder polarizante escala como q/r) debido a su baja carga y elevado radio, lo cual genera que no tenga predisposición a dar interacciones covalentes fuertes (característica típica de los metales alcalinos). Es cierto que en el NaCl se espera que haya baja covalencia, pero es falso que eso se deba a que el Na^+ es muy polarizante (no lo es).

- (d) La energía de hidratación de iones (cambio energético asociado al proceso “ $\text{ion(g)} \rightarrow \text{ion(ac)}$ ”) es siempre negativa.

VERDADERO: En el proceso de hidratación, el ion pasa de fase gaseosa donde no hay interacciones de ningún tipo, a fase acuosa donde hay presentes interacciones con el solvente de tipo ión-dipolo (eso como mínimo). Dichas interacciones contribuyen a la estabilización del sistema y consecuentemente disminuyen la energía, generando que el proceso global sea exotérmico.

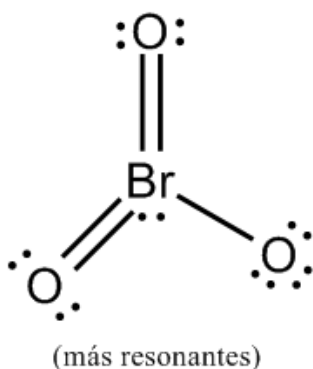
- (e) La energía de ionización aumenta a lo largo del período 2 en la dirección $B \rightarrow F$ debido a que aumenta la carga nuclear efectiva.

VERDADERO: Al moverse a la derecha en el período 2, aumenta la carga nuclear y también el número de electrones en la capa $2s2p$. Como la contribución principal al apantallamiento está dada por los electrones internos y no los de valencia, el efecto global es un aumento de la carga nuclear percibida por los electrones de valencia ("carga nuclear efectiva") a apantallamiento razonablemente constante. Dicho aumento de la carga nuclear efectiva es finalmente el responsable de que sea más costoso energéticamente extraer un electron a los átomos en la dirección $B \rightarrow F$.

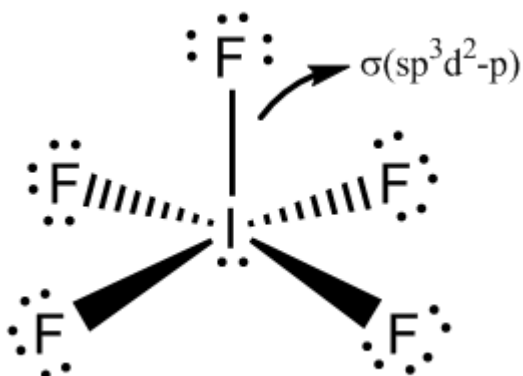
Ejercicio 2(30 Puntos Totales)

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

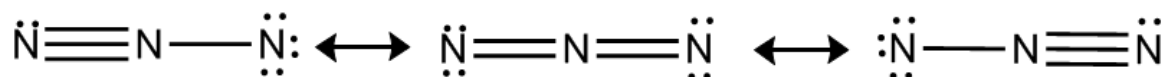
- (a) BrO_3^- empleando estructuras de Lewis. **5 Puntos Parciales**



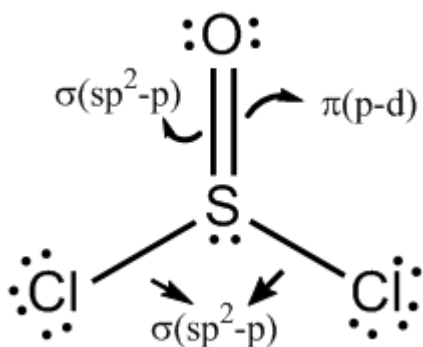
- (b) IF_5 empleando Teoría de Enlace de Valencia. **5 Puntos Parciales**



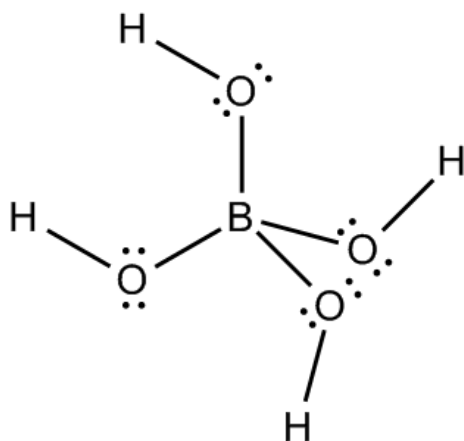
- (c) N_3^- empleando estructuras de Lewis. **7 Puntos Parciales**



(d) SOCl_2 empleando estructuras de Lewis y Teoría de Enlace de Valencia. **8 Puntos Parciales**



(e) $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ empleando estructuras de Lewis. **5 Puntos Parciales**



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(35 Puntos Parciales)

La boracina es un sólido formado por los elementos Boro, Hidrógeno y Nitrógeno. Dicho compuesto, posee un 40,29% de Boro y un 7,51% de Hidrógeno.

(a) Determina el %N en la boracina y la fórmula mínima del compuesto.

$\%N = 100 - \%H - \%B = 100\% - 7,51\% - 40,29\% = 52,2\%$ **(3 Puntos Parciales el cálculo del porcentaje)**

$\%N/14,010 = 3,726$; $\%H/1,007 = 7,458$; $\%B/10,811 = 3,726$

La fórmula mínima es $\text{B}_1\text{N}_1\text{H}_2$ **(7 Puntos Parciales el cálculo de la fórmula mínima)**

10 Puntos Totales

La boracina se disuelve completamente en ciclohexano. Con el objetivo de determinar la fórmula molecular de la misma, se realizó un experimento de crioscopia en el cual se encontró que una solución formada mezclando 0,3g de boracina en 100 mL de ciclohexano fundía a 5,59°C.

- (b) Determina la fórmula molecular de la boracina. Datos: $T_f^*(\text{ciclohexano}) = 6,59^\circ\text{C}$,
 $K_c(\text{ciclohexano}) = 20,8 \text{ K.kg.mol}^{-1}$, $\delta(\text{ciclohexano}) = 0,779 \text{ g.cm}^{-3}$

Teniendo en cuenta que $T_f^* - T_f = K_c \times m$, entonces $(6,59^\circ\text{C} - 5,59^\circ\text{C}) = 1^\circ\text{C} = (20,8 \text{ K.kg.mol}^{-1}) \times m$

De ese modo, $m = 0,04784 \text{ mol.kg}^{-1}$ **(3 Puntos parciales el cálculo de la molalidad)**

Por otro lado, se agregan 0,3 g de boracina en 100 mL de ciclohexano. Para trabajar con molalidades necesito la masa de solvente, que se calcula empleando la densidad del mismo:

$(100\text{mL}) \times (0,779 \text{ g.cm}^{-3}) = 77,9 \text{ g} = 0,0779 \text{ kg}$ **(1 Punto parcial usar la densidad correctamente)**

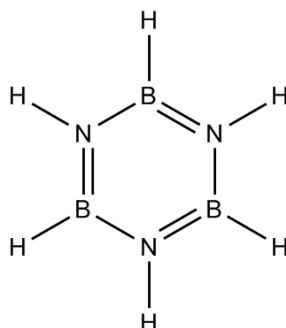
Una solución 0,3 molal de boracina en ciclohexano poseerá $(0,04784 \text{ mol.kg}^{-1}) \times (0,0779 \text{ kg}) = 0,003727$ moles de boracina.

Finalmente, el Mr de la boracina se calcula como $(\text{masa}) / (\text{numero de moles}) = (0,3 \text{ g}) / (0,003727 \text{ moles}) = 80,5 \text{ g.mol}^{-1}$. **(3 Puntos parciales calcular el Mr)**

La fórmula mínima de la boracina es BNH_2 , cuyo Mr es $26,8 \text{ gr.mol}^{-1}$. La fórmula molecular de la boracina será $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$. **(3 Puntos parciales calcular la fórmula molecular. Notar que si no pudo calcular la fórmula mínima en el ítem anterior, igualmente puede proponer una estructura que posea H, B y N que cumpla con ese Mr. Haber realizado correctamente el ítem anterior simplifica este ítem pero no es estrictamente necesario)**

10 Puntos Totales.

- (c) Propone una estructura de Lewis razonable para la boracina. **Nota:** Recuerda que se entiende por razonable una estructura que posea todos los electrones del sistema y a su vez complete el octeto del boro y el nitrógeno y el dueto del hidrógeno.



(10 Puntos por proponer una estructura razonable. Si los participantes proponen otra estructura que tenga sentido químico, darle todos los puntos)

(d) ¿Qué interacciones esperas que posea un sistema líquido formado únicamente por moléculas de boracina?

La boracina es isoelectrónica con el benceno pero posee los enlaces B-N polarizados. Las interacciones predominantes serán de tipo dispersivas (al igual que el benceno), pero también estarán presentes interacciones de tipo dipolo-dipolo. Si bien pueden haber interacciones de tipo puente hidrógeno (los hidrógenos unidos a nitrógeno), este análisis no resulta trivial y no es necesario que los participantes la contemplen (obviamente, no restar puntos por indicarla!).

(5 Puntos. Si en el ítem anterior determinó una estructura diferente a la publicada en esta resolución, esta respuesta debe ser consistente con lo hallado.)