



XXX OLIMPIADA DE QUÍMICA

Fase Local de Sevilla

Sevilla, 10 de marzo de 2017

Apellidos y nombre _____

EJERCICIO TEÓRICO

Duración: 1h 15 min

A) CUESTIONES TIPO TEST

Conteste en el mismo papel del examen, rodeando con un círculo **la única** respuesta correcta para cada pregunta. En caso de corrección (cambio de respuesta), tache la que no desee señalar y rodee con un círculo la respuesta correcta. **Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto y las incorrectas con 0,20 negativo.** Se autoriza el empleo de calculadora no programable.

1. Se calienta una barra de cobre que pesa 3,178 g en una corriente de oxígeno hasta que se convierte en un óxido negro. El polvo negro resultante pesa 3,978 g. La fórmula de este óxido es: (Masas atómicas: Cu: 63,5 u; O: 16 u)

- a) CuO_2
- b) Cu_2O_3
- c) CuO_3
- d) Cu_2O
- e) CuO

2. En el aire que respiramos se encuentran principalmente los siguientes gases:

- a) Oxígeno, cloro y vapor de agua.
- b) Nitrógeno, oxígeno, vapor de agua y dióxido de carbono.
- c) Hidrógeno, oxígeno y dióxido de carbono.
- d) Neón, cloro y oxígeno.

3. Para tener una disolución de ácido clorhídrico 0,0135 M a partir de otra 0,135 M se ha de tomar:

- a) 1 mL de la disolución y añadir agua hasta un volumen final de 100 mL.
- b) 10 mL de la disolución y añadir agua hasta un volumen final de 20 mL.
- c) 25 mL de la disolución y añadir agua hasta un volumen final de 250 mL.
- d) 10 mL de la disolución y añadir agua hasta un volumen final de 250 mL.

4. Si la reacción entre las sustancias A y B transcurre de acuerdo a la ecuación $A(g) + 2B(g) \rightarrow xC$, puede afirmarse que:

- a) Puesto que A y B son gaseosos, C debe ser también un gas.
- b) La relación entre las masas de A y B que reaccionan es $\frac{1}{2}$.
- c) Como 1 mol de A reacciona con 2 moles de B, x debe valer 3.
- d) Nada de lo anterior es cierto.

5. El ion más estable que forma el sodio es isoelectrónico con:

- a) El átomo de magnesio.
- b) El ion más estable del flúor.
- c) El átomo de argón.
- d) El átomo de sodio.

6. Señala la reacción en la que el signo de ΔG es siempre positivo, independientemente del valor de la temperatura.

- a) $H_2(g) \rightarrow 2 H(g) \Delta H = + 436 \text{ KJ}$
- b) $2 SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2 SO_3(g) \Delta H = - 197,8 \text{ KJ}$
- c) $N_2H_4(g) \rightarrow N_2(g) + 2 H_2(g) \Delta H = - 95,4 \text{ KJ}$
- d) $N_2(g) + 2 O_2(g) \rightarrow N_2O_4(g) \Delta H = + 9,1 \text{ KJ}$

7. ¿Cuál de las siguientes sustancias no produce una disolución ácida al disolverla en agua?

- a) Cloruro de amonio
- b) Carbonato de sodio
- c) Cloruro de hidrógeno
- d) Hidrogenosulfato de sodio

8. El valor del producto de solubilidad de las sales MX , QX_2 y A_2X_3 es igual a $4,0 \times 10^{-12}$. ¿Cuál de las sales es más soluble?

- a) MX
- b) QX_2
- c) A_2X_3
- d) Las tres tienen la misma solubilidad.

9. La posición de equilibrio no se verá afectada por un cambio en el volumen del recipiente en:

- a) $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 NO(g)$
- b) $P_4(g) + 6 Cl_2(g) \rightleftharpoons 4 PCl_3(g)$
- c) $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$
- d) $H_2(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2 HI(g)$
- e) $H_2O_2(l) \rightleftharpoons H_2O(l) + \frac{1}{2} O_2(g)$

10. Señale la afirmación que sea correcta:

- a) Un reductor se reduce oxidando a un oxidante.
- b) Un oxidante se reduce oxidando a un reductor.
- c) Un oxidante reduce a un reductor y él se oxida.
- d) Un reductor se oxida oxidando a un oxidante.

11. ¿Cuál de las siguientes moléculas es apolar?

- a) Amoníaco
- b) Ácido sulfhídrico
- c) Dióxido de carbono
- d) Diclorometano

12. Seis gramos de un alcohol dieron al quemarse 13,2 g de CO₂, ¿de qué alcohol se trata? (Masas atómicas: C: 12 u; O: 16 u; H: 1 u)

- a) Butanol
- b) Propanol
- c) 2-metilpentanol
- d) Etanol
- e) 3-metilpentanol

13. ¿Qué tipo de isomería presentan los compuestos etanol y éter metílico?

- a) Posición
- b) Función
- c) Óptica
- d) Geométrica

14. La propiedad que presenta, en conjunto, valores más altos en la familia de los halógenos que en la de los metales alcalinos es:

- a) El punto de fusión.
- b) La afinidad electrónica.
- c) El poder reductor.
- d) La densidad.

15. Cuando una disolución acuosa se hace muy diluida, ¿cuál de las siguientes proposiciones es falsa?

- a) La molalidad es proporcional a la fracción molar.
- b) La molalidad es prácticamente igual a la molaridad.
- c) La molaridad es mayor que la molalidad.
- d) La densidad tiende a uno.



XXX OLIMPIADA DE QUÍMICA

Fase Local de Sevilla

Sevilla, 10 de marzo de 2017

Apellidos y nombre _____

EJERCICIO TEÓRICO

Duración: 1h 15 min

B) EJERCICIO DE NOMENCLATURA Y FORMULACIÓN

Formule o nombre los siguientes compuestos siguiendo las normas de la IUPAC. Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto y las incorrectas con 0,3 negativo.

FORMULAR:

Ácido sulfúrico

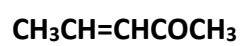
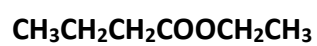
Dihidrogenofosfato de estroncio

Hipoclorito de bario

Ácido 2-fenilpentanodioico

3-oxohexanal

NOMBRAR:





XXX OLIMPIADA DE QUÍMICA

Fase Local de Sevilla

Sevilla, 10 de marzo de 2017

Apellidos y nombre _____

EJERCICIO DE PROBLEMAS

Duración: 2h



Problema 1

Para determinar la fórmula empírica de un compuesto orgánico muy utilizado en la industria alimentaria y cosmética como aromatizante - cuyo aroma es similar al del extracto de ron- se llevó a cabo un análisis de sus productos de combustión.

Al quemar completamente 1,152 g de este compuesto se obtienen 1,116 g de agua y 1,514 L de CO₂ medidos a 25 °C y 1 atm de presión. Si la masa molecular de este compuesto es 130,2 g/mol.

- Determine la fórmula molecular de esta sustancia.
- Si la hidrólisis básica de este compuesto seguida de acidificación conduce a la formación de un ácido carboxílico saturado de 3 carbonos y un alcohol sin insaturaciones de 4 carbonos, indique qué tipo de compuesto orgánico es el aromatizante, cuál es el nombre del ácido y de los posibles alcoholes isómeros.
- Dibuje las estructuras de Lewis del carboxilato obtenido por hidrólisis básica del compuesto orgánico. Si la sal sódica del carboxilato se aislara y se pusiera en disolución acuosa, ¿cómo sería el pH de la disolución? Razone la respuesta.
- Indique la hibridación de los átomos de carbono del ácido carboxílico del apartado b), el orden de enlace entre carbono y oxígenos y la geometría de enlace del carbono unido a los oxígenos en el ácido carboxílico (Dibujar la estructura orbitalica de los enlaces C-O).
- El compuesto orgánico aromatizante es un líquido inmiscible en agua mientras que el ácido procedente de su hidrólisis es completamente miscible en agua. ¿A qué se debe esta diferencia de solubilidad en agua? Razone la respuesta.

Datos: Masas atómicas: C: 12,01 u; H: 1,01 u; O: 15,99 u; R = 0,082 atm·L·K⁻¹·mol⁻¹.



XXX OLIMPIADA DE QUÍMICA

Fase Local de Sevilla

Sevilla, 10 de marzo de 2017

Apellidos y nombre _____

EJERCICIO DE PROBLEMAS

Duración: 2h

Problema 2

A. El tetraóxido de dinitrógeno se descompone de acuerdo con la siguiente reacción: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$

- A la temperatura de 25°C, ¿se trata de un proceso espontáneo? ¿Se trata de un proceso endotérmico?
- Calcular las constantes de equilibrio K_p y K_c a 25°C. ¿Hacia dónde se encuentra desplazado el equilibrio?
- Si en un recipiente de 1 litro se introducen 3 moles de tetraóxido de dinitrógeno, calcular el valor de las presiones parciales de reactivo y producto cuando se alcanza el equilibrio a la temperatura de 25°C.
- Si se añade un catalizador a la reacción anterior, ¿ejercerá algún efecto sobre el equilibrio? Explica brevemente la respuesta.

Datos:

T = 298 K	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	$\text{NO}_2(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	9,16	33,28
$S^\circ / \text{J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$	304,29	240,06

Masas atómicas: N: 14 u; O: 16 u; R = 0,082 atm·L·K⁻¹·mol⁻¹ = 8,314 J·K⁻¹·mol⁻¹.



XXX OLIMPIADA DE QUÍMICA

Fase Local de Sevilla

Sevilla, 10 de marzo de 2017

Apellidos y nombre _____

EJERCICIO DE SUPUESTO PRÁCTICO

Duración: 1h

El dióxido de azufre (SO_2) tiene propiedades desinfectantes, por ello ha sido utilizado durante siglos en la desinfección, por ejemplo, de las cubas de vino quemando azufre en su interior. Se utiliza actualmente en la industria alimentaria, como tal o sus sales, como conservante y antioxidante (E220), en, entre otros alimentos: zumos, frutos secos, mermeladas, vino, cerveza, etc. No obstante, está perfectamente documentada la elevada sensibilidad que muchas personas presentan al dióxido de azufre y a los sulfitos, por lo que, además de su declaración obligatoria en el etiquetado como aditivo, la declaración de la presencia de sulfitos en los alimentos y las bebidas es obligatoria cuando su concentración sobrepasa los 10 mg/litro, no obstante, son muchas las marcas que advierten su presencia, incluso a niveles muy inferiores.



El dióxido de azufre, y por extensión el ácido sulfuroso y sus sales, puede ser fácilmente eliminado de las disoluciones que los contienen por adición de ácidos fuertes y posterior calentamiento, y se puede recoger, por burbujeo, en disolución acuosa, aunque al ser especies fácilmente oxidables se prefiere que dicha disolución contenga un oxidante energético, obteniéndose una solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4), que puede ser fácilmente valorado como cualquier ácido fuerte.

Por otro lado, las bebidas carbonatas hacen uso de la solubilidad del dióxido de carbono (CO_2) mediante el envasado hermético en condiciones de sobrepresión, lo que proporciona las conocidas burbujas una vez abierto el recipiente.

El CO_2 disuelto puede ser fácilmente eliminado mediante adición de ácidos fuertes, calentamiento, agitación o aplicación de ultrasonidos.

El dióxido de carbono (CO_2) y el dióxido de azufre (SO_2) son dos gases con una elevada solubilidad en agua mediante la formación de ácido carbónico (H_2CO_3) y ácido sulfuroso (H_2SO_3), respectivamente.



La cerveza es una bebida carbonatada que contiene dióxido de azufre y/o sulfitos, por lo que uno de los procedimientos para su determinación puede ser su evaporación y posterior recogida sobre una disolución de peróxido de hidrógeno (solución oxidante) a fin de valorar la disolución de ácido sulfúrico resultante.

Contestar a las siguientes cuestiones que se plantean:

- 1) De acuerdo con lo anteriormente expuesto, diseñar, describiéndolo con detalle y con la ayuda de dibujos, un procedimiento experimental que permita la **determinación conjunta de dióxido de azufre y sulfitos en cerveza** teniendo en cuenta que la presencia de ácido carbónico es una interferencia en la valoración con bases fuertes de soluciones diluidas de ácido sulfúrico.
- 2) **Calcular la concentración (en mg/litro) de dióxido de azufre total** (SO_2 + sulfitos) en una cerveza en la que al tratar 100 ml de la misma (mediante el procedimiento adecuado) se obtiene una disolución que consume en su valoración 30 ml de hidróxido sódico 0.003 M usando fenolftaleína como indicador.

Datos: Masa molecular SO_2 : 64 u