

XX OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA

Córdoba 27-30 de Abril de 2007



Asociación Nacional de
Químicos de España



Universidad de Córdoba



INSTRUCCIONES

Clave de Identificación _____

- A) Este examen consta de tres apartados. Para todos ellos conteste en este mismo cuadernillo. La duración de la prueba será de 2 horas y 30 minutos.
- B) El primer apartado consta de 45 preguntas tipo TEST (**Puntuación máxima, 45 puntos**).
- B.1. Señalar con una X en el recuadro correspondiente a la respuesta correcta. En caso de corrección, señalar con X la nueva respuesta correcta e indicar al margen derecho de la anterior la palabra ANULADA. En caso de elección de una respuesta anulada, volver a escribir, al final de la pregunta, la opción elegida y un recuadro adjunto señalado con X.
- B.2. Sólo hay una respuesta correcta para cada cuestión.
- B.3. Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto, las incorrectas con 0,20 negativo y las respuestas en blanco con 0 puntos.
- C) El segundo apartado consta de una prueba de FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA (**Puntuación máxima, 10 puntos**)
- D) El tercer apartado es un COMENTARIO PERSONAL DE UN TEMA CIENTÍFICO (**Puntuación máxima 5 puntos**).
- E) No se permite la utilización de libros de texto o Tabla Periódica.
- F) Se autoriza el empleo de calculadora no programable.

1. CUESTIONES TEÓRICAS Y DE APLICACIÓN (TEST)

1. Cuando dos elementos X e Y reaccionan entre sí de forma que las relaciones de las masas combinadas de los mismos son:

Operación	X (g)	Y (g)
1	3,00	1,44
2	3,00	0,72
3	6,00	2,88
4	2,50	0,40

A la vista de los datos de la tabla se puede decir que es falsa la afirmación:

- A) Los datos registrados en las operaciones 1 y 3 justifican la ley de las proporciones definidas de Proust.
- B) Los datos registrados en 1, 2 y 4 justifican la ley de las proporciones múltiples de Dalton.
- C) Los datos registrados en 1, 2 y 3 justifican la ley de las proporciones recíprocas de Richter.
- D) Los compuestos formados en 1 y 3 son iguales.
- E) Los compuestos formados en 1 y 4 son diferentes.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input checked="" type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

2. Señale la opción que está de acuerdo con el efecto fotoeléctrico.

- A) El número de electrones emitidos depende de la intensidad o brillo de la luz, pero sus energías no.
- B) El número de electrones emitidos depende de la energía de los fotones incidentes, y su velocidad de la intensidad de la luz.
- C) Una luz roja de alta intensidad libera electrones de mayor energía que una luz azul de baja intensidad.
- D) Los electrones emitidos pueden ser acelerados a cualquier velocidad si se emplea la fuente luminosa adecuada.
- E) La intensidad de la corriente producida sólo depende del tipo de luz incidente.

A	X
B	
C	
D	
E	

3. Si hablamos de tamaños atómicos, elija la opción cuyo orden sea incorrecto.

- A) Cs > Fe > He.
- B) F⁻ > Cr⁶⁺ > Mn⁷⁺.
- C) Ti > Fe > Zn.
- D) Be < Ca < Ba.
- E) Na⁺ < Ne < F⁻.

A	
B	X
C	
D	
E	

4. De las siguientes moléculas: BCl₃ ; CH₃OH ; SF₂ y ClF₃ ¿cuántas son polares?

- A) 0.
- B) 1.
- C) 2.
- D) 3.
- E) 4.

A	
B	
C	
D	X
E	

5. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera.

- A) A temperatura y volumen fijos, la presión ejercida por un gas contenido en un recipiente disminuye cuando se introduce más cantidad del mismo.
- B) A temperatura fija, el volumen de un gas contenido en un recipiente aumenta con la presión.
- C) Volúmenes iguales de gases diferentes siempre tienen el mismo número de moléculas.
- D) Cuando se mezclan varios gases, la presión ejercida por la mezcla es directamente proporcional a la suma del número de moles de todos los gases.
- E) Volúmenes iguales de hidrógeno y dióxido de azufre, SO₂, en condiciones normales, contienen el mismo número de átomos.

A	
B	
C	
D	X
E	

6. Indique la opción en la que los dos electrones están apareados.

- A. Electrón 1: $n = 1, l = 0, m_l = 1, m_s = \frac{1}{2}$; Electrón 2: $n = 1, l = 0, m_l = 1, m_s = \frac{1}{2}$.
- B) Electrón 1: $n = 1, l = 1, m_l = 1, m_s = \frac{1}{2}$; Electrón 2: $n = 1, l = 1, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$.
- C) Electrón 1: $n = 1, l = 1, m_l = 1, m_s = \frac{3}{4}$; Electrón 2: $n = 1, l = 1, m_l = 1, m_s = -\frac{3}{4}$.
- D) Electrón 1: $n = 3, l = 2, m_l = 0, m_s = \frac{1}{2}$; Electrón 2: $n = 3, l = 2, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$.
- E) Electrón 1: $n = 2, l = 2, m_l = 0, m_s = \frac{1}{2}$; Electrón 2: $n = 2, l = 2, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$.

A	
B	
C	
D	X
E	

7. De la reacción en fase gaseosa: $2A + B \rightleftharpoons C + D$ se conoce que es espontánea hasta los 1200°C , y que $\Delta H^{\circ} = -12,8 \text{ kJ}$. Suponiendo que ΔH° y ΔS° no varían con la temperatura, ¿cuál es el cambio de energía libre de la reacción, ΔG° , a 298 K ?

- A) $-8,69 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$.
- B) 0.
- C) $15,38 \text{ kJ}$.
- D) $-10,21 \text{ kJ}$.
- E) $-15,38 \text{ kJ}$.

A	
B	
C	
D	X
E	

8. Cuando se ordenan los siguientes elementos del 2º periodo de la Tabla Periódica, según el orden creciente de su primera energía de ionización, la serie correcta es:

- A) C, N, O, F.
- B) C, O, N, F.
- C) F, O, N, C.
- D) C, N, F, O.
- E) C, O, F, N.

A	
B	X
C	
D	
E	

9. En un recipiente de 2,5 litros se introducen cantidades equimoleculares de NO_2 gaseoso y N_2O_4 gaseoso a la temperatura de 25°C . Si la masa total de gas en el matraz es de 30 g , la presión total en su interior será:

- A) 1,54 bar.
- B) 5,45 bar.
- C) 4,30 bar.
- D) 2,63 bar.
- E) 3,85 bar.

A	
B	
C	X
D	
E	

Masas atómicas: N=14,0; O=16,0.

10. Indique cuáles de los siguientes compuestos son gases a temperatura ambiente y 1 atm de presión. 1) HCl 2) CO_2 3) I_2 4) KCl 5) NH_3 .

- A) 2 y 5.
- B) 2, 3 y 5.
- C) 1, 2 y 5.
- D) 1, 2 y 4.
- E) 1, 3 y 5.

A	
B	
C	X
D	
E	

11. La reacción $2A \rightarrow B + C$ es de orden 2 en A) La velocidad de la reacción cuando $[A]=0,2 \text{ M}$ es $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. ¿Cuál es la constante de velocidad?

- A) $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{min}^{-1}$.
- B) $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.
- C) $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{min}^{-1}$.
- D) $5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{min}^{-1}$.
- E) $10^{-3} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{min}^{-1}$.

A	
B	
C	X
D	
E	

12. Las energías libres estándar de formación de $\text{NO}_2(\text{g})$ y de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ son respectivamente $12,39 \text{ Kcal/mol}$ y $23,59 \text{ Kcal/mol}$. ¿Cuál es el valor de K_p a 25°C para el equilibrio: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$?

- A) 7,459.
- B) 0,134.
- C) $1,2 \cdot 10^{-3}$.
- D) 2,25.
- E) $2,3 \cdot 10^2$.

A	
B	X
C	
D	
E	

Dato: $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

13. La cantidad de blenda (ZnS) de una riqueza del 72 % que hace falta para obtener 2 toneladas de ácido sulfúrico del 90 %, sabiendo que en el proceso de tostación (indicado más abajo) hay un 40 % de pérdidas de azufre en forma de SO_2 , es:

- A) 3,54 toneladas.
- B) 5,56 toneladas.
- C) 4,12 toneladas.
- D) 3,83 toneladas.
- E) 4,90 toneladas.

A	
B	
C	X
D	
E	

Dato: Proceso de tostación: $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$
 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$
 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

Datos de Masas atómicas: $\text{S}=32,0$; $\text{Zn}=65,4$; $\text{O}=16,0$ $\text{H}=1,0$.

14. Indique el agente oxidante más fuerte de esta serie: a) Ag , b) Al^{+3} , c) K , d) F^- , e) H^+ .

- A) b.
- B) e.
- C) a.
- D) c.
- E) d.

A	
B	X
C	
D	
E	

Datos: $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag})=0,8\text{V}$; $E^\circ(\text{Al}^{+3}/\text{Al}) = -1,676\text{V}$; $E^\circ(\text{K}^+/\text{K}) = -2,92\text{V}$; $E^\circ(\text{F}_2/\text{F}^-) = 2,86\text{V}$;

$E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2)=0\text{V}$.

15. Cuando el cinc es atacado por el ácido sulfúrico diluido se desprenden 143 kJ por cada mol de cinc a 20°C y a presión constante. ¿Qué energía se desprenderá a volumen constante?

A) La misma que a presión constante.

B) 0 kJ.

C) 14,3 kJ.

D) 140,5 kJ.

E) 145,4 kJ.

Dato. $R=8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input checked="" type="checkbox"/>

16. Indique cuál de las siguientes especies es diamagnética:

A) NO.

B) O_2 .

C) O_2^+ .

D) O_2^- .

E) O_2^{2-} .

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input checked="" type="checkbox"/>

17. Se mezclan 100 mL de una disolución de Na_2SO_4 4M con 500 mL de otra disolución del mismo compuesto, 0,2M. Para que la concentración de iones Na^+ en la disolución resultante sea 0,08 M, habrá que añadir:

A) 5650 mL de agua.

B) 14350 mL de agua.

C) 9600 mL de agua.

D) 10000 mL de agua.

E) 11900 mL de agua.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input checked="" type="checkbox"/>

18. Los ácidos conjugados y sus respectivas reacciones ácido-base del HS^- , NH_3 y H_2O son:

A) $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_3\text{O}^+$;

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{O}^+$

A	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------

B) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{O}^+$

B	<input checked="" type="checkbox"/>
---	-------------------------------------

C) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ y

$\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+$

C	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------

D) $\text{SH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$

$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{O}^+$

D	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------

E) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$\text{NH}_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{H}^+$

$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{O}^+$

E	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------

19. Indique en qué apartado se hace una asociación incorrecta entre configuración electrónica de los últimos orbitales y átomo, grupo o periodo:

- A) Elementos de transiciónns, (n-1)d, np.
- B) Cu metálico4s¹, 3d¹⁰.
- C) Lantano6s², 4f¹.
- D) Actinio6d¹, 7s².
- E) Cr metálico4s¹, 3d⁵.

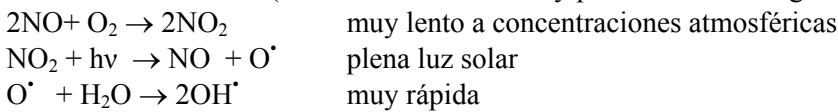
A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input checked="" type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

20. En un matraz se realiza el vacío y se llena con metano a 0°C y 1,00 atm, al calentar a 1000°C la presión se eleva rápidamente a 4,66 atm pero se incrementa después hasta llegar a 6,34 atm debido a la disociación: CH₄ (g) ⇌ C (s) + 2H₂ (g). ¿Cuál es el valor de K_p para el equilibrio anterior?

- A) 1,68.
- B) 2,36.
- C) 3,79.
- D) 0,036.
- E) 2,2·10⁻³.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input checked="" type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

21. El smog fotoquímico consiste, entre otros procesos, en la generación de radicales OH[•] a través de la secuencia de reacciones (con todos los reactivos y productos en fase gaseosa)



- A) La tercera etapa es la etapa determinante de la velocidad (e.d.v.).
- B) El NO₂ es un catalizador.
- C) El radical O[•] es un inhibidor.
- D) La primera etapa es la e.d.v.
- E) Ninguna de las anteriores.

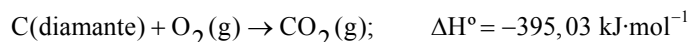
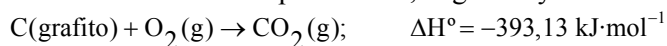
A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

22. Para los siguientes compuestos, HF, HCl, HBr y HI ¿Qué respuesta tiene los compuestos ordenados por valores decrecientes de puntos de ebullición?

- A) HBr > HI > HCl > HF.
- B) HI > HBr > HF > HCl.
- C) HI > HBr > HCl > HF.
- D) HF > HI > HBr > HCl.
- E) HF > HCl > HBr > HI.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

23. Los calores de combustión de las dos formas alotrópicas del C, el grafito y el diamante son a 298,16 K:



y las entropías molares estándar son: $S^\circ C(\text{grafito}) = 5,73 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ y $S^\circ C(\text{diamante}) = 2,37 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$.

Cuál es la ΔG° para la transición: $C(\text{grafito}) \rightarrow C(\text{diamante})$, a esa temperatura.

A) 1,9 kJ.

B) 2,9 kJ.

C) -788,16 kJ.

D) 0,9 kJ.

E) -5 kJ.

A	
B	X
C	
D	
E	

24. En el átomo de hidrógeno las energías de los distintos niveles según nos alejamos del núcleo son:

A) -13,6 eV, -3,4 eV, -1,5 eV .

B) -13,6 eV, -54,4 eV, -122,4 eV.

C) 13,6 eV, 3,4 eV, 1,51 eV.

D) -13,6 eV, -6,8 eV, -3,4 eV.

E) 13,6 eV, 54,4 eV, 122,4 eV.

A	X
B	
C	
D	
E	

25. Al añadir unas gotas de un indicador ácido-base a una solución acuosa desconocida se observa color verde. El indicador tiene un intervalo de viraje de 3,8 a 5,4 ; a $\text{pH} < 3,8$ es amarillo a $\text{pH} > 5,4$ es azul, y entre ambos pH es verde. ¿Cuál de las soluciones siguientes, todas ellas de la misma concentración, 0,5 M, puede ser la solución desconocida?

A) Ácido nítrico.

B) Hipoclorito de sodio.

C) Hidróxido de potasio.

D) Cloruro de amonio

E) Sulfato de sodio.

A	
B	
C	
D	X
E	

26. Se disuelve una muestra de metal (masa atómica=157) en ácido clorhídrico y se somete a electrolisis la solución. Se encuentra que cuando han pasado por la célula 3215 C, se depositan 1,74 g de metal en el cátodo. En base a esto la carga del ión metálico es:

A) +5.

B) +2.

C) +3.

D) +4.

E) -4.

A	
B	
C	X
D	
E	

Dato: $F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$.

27. En un matraz de 2 L se pone hidrogenocarbonato de sodio sólido, se practica el vacío y se calienta a 100°C. A esta temperatura la presión del equilibrio, $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$, es de 0,962 atm. La masa de $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ que se ha descompuesto será:

- A) 0,231 g.
- B) 0,031 g.
- C) 2,67 g.
- D) 4,36 g.
- E) 5,28 g.

A	
B	
C	
D	
E	X

Datos: Masas atómicas de Na=23,0; H=1,0; C=12,0; O=16,0.

28. Entre las siguientes proposiciones hay una falsa, indíquela:

- A) La estructura del ion I_3^- es lineal.
- B) El SO_3 es una molécula coplanaria y sus 3 ángulos O-S-O son iguales.
- C) El orden de enlace de la molécula Li_2 es +1.
- D) CN y NO son dos moléculas paramagnéticas.
- E) El momento dipolar del CS_2 es mayor que el del SO_2 .

A	
B	
C	
D	
E	X

29. ¿Cuál será el pH de una disolución 10^{-3}M de acetato sódico?

- A) 6,13.
- B) 12,2.
- C) 1,75.
- D) 7,00.
- E) 7,87.

A	
B	
C	
D	
E	X

Dato. $K_a=1,8 \cdot 10^{-5}$ para el ácido acético.

30. Para la reacción $\text{A}+\text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$, la constante de equilibrio a una temperatura vale 1000. Esto significa que ΔG° :

- A) Es negativa a esa temperatura.
- B) Tiene un valor positivo y elevado, a esa temperatura.
- C) Es negativa si la temperatura es baja, pero positiva a temperaturas elevadas.
- D) Es cero.
- E) Es positiva, como ΔH° y ΔS° .

A	X
B	
C	
D	
E	

31. Calcule la constante de equilibrio de la reacción: $\text{Br}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Br}^-$.

- A) $K = 7,8 \cdot 10^7$.
- B) $K = 7,8 \cdot 10^{27}$.
- C) $K = 7,8 \cdot 10^{17}$.
- D) $K = 1$.
- E) $K = 7,8 \cdot 10^{-27}$.

A	
B	
C	X
D	
E	

Datos: $E^\circ(\text{Br}_2/\text{Br}^-)=1,065\text{V}$; $E^\circ(\text{I}_2/\text{I}^-)=0,536\text{V}$.

32. El átomo de oxígeno en los alcoholes y en los éteres:

- A) Utiliza orbitales atómicos s y p_x para unirse a los átomos a los que se enlaza.
- B) Utiliza orbitales atómicos p_x y p_y para unirse a los átomos a los que se enlaza.
- C) Utiliza orbitales híbridos sp para unirse a los átomos a los que se enlaza en forma lineal.
- D) Utiliza orbitales híbridos sp^3 para unirse a los átomos a los que se enlaza en forma angular.
- E) Utiliza orbitales atómicos s, p_x y p_y para unirse a los átomos a los que se enlaza.

A	
B	
C	
D	X
E	

33. Una configuración $4s^2 3d^9 5s^1$:

- A) No es posible porque los electrones tienden a ocupar niveles de mínima energía.
- B) Corresponde a un estado excitado de metal alcalino.
- C) Corresponde a un estado excitado de un elemento de transición.
- D) Correspondería a un estado excitado de un átomo paramagnético.
- E) Ninguna de las anteriores.

A	
B	
C	
D	
E	X

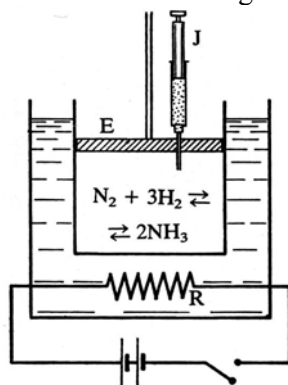
34. Calcule el pH de una disolución reguladora 0,1M en NH_3 y 1,5M en NH_4Cl después de añadir 0,1mol/L de KOH.

- A) 8,08.
- B) 8,25.
- C) 5,92.
- D) 8,41.
- E) 5,59.

A	
B	
C	
D	X
E	

Dato: $pK_b=4,74$.

35. Imaginemos un sistema gaseoso en equilibrio como el de la figura.



Si se inyecta agua con la jeringuilla J (el amoníaco es muy soluble en agua), manteniendo el émbolo fijo y la temperatura constante.

- A) Aumentará la concentración de hidrógeno.
- B) El equilibrio no se afecta.
- C) El equilibrio se desplaza hacia la formación de amoníaco.
- D) El equilibrio se desplaza hacia la descomposición de amoníaco.
- E) Aumentará la concentración de nitrógeno.

A	
B	
C	X
D	
E	

36. Si se hace pasar a través de una disolución de NiCl_2 la misma cantidad de electricidad que provoca el depósito de 10 g de Cu de una disolución de sulfato de cobre (II), la masa de níquel depositada será:

- A) 11,24 g.
- B) 4,62 g.
- C) 3,08 g.
- D) 9,24 g.
- E) 1,32 g.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

Datos: Masas atómicas $\text{Cu}=63,54$; $\text{Ni}=58,71$; $F=96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$.

37. El número de compuestos orgánicos que responden a la fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, sin tener en cuenta los estereoisómeros, es:

- A) 4.
- B) 3.
- C) 7.
- D) 6.
- E) 9.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input checked="" type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

38. El producto mayoritario obtenido al deshidratar el 2-metil-3-pentanol en medio ácido es:

- A) Un alcano con el mismo número de átomos de carbono.
- B) Un alqueno que puede presentar isomería geométrica.
- C) Un alqueno que no puede presentar isomería geométrica.
- D) Ninguno ya que en esas condiciones no tiene lugar la deshidratación.
- E) Un alquino con el mismo número de átomos de carbono.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input checked="" type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

39. Calcule los moles de acetato sódico que hay que añadir a 1L de una disolución 0,2M de ácido acético para hacer una disolución reguladora de $\text{pH}=5$.

- A) 0,36.
- B) 0,40.
- C) 0,63.
- D) 0,20.
- E) 0,48.

A	<input checked="" type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

40. La solubilidad del fluoruro de bario en agua es de $7,41\cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$. ¿Cuál será la solubilidad del fluoruro de bario en una disolución 1M de cloruro de bario totalmente disociado?

- A) $6,38\cdot 10^{-4} \text{ M}$.
- B) $8\cdot 10^{-2} \text{ M}$.
- C) 1 M.
- D) 0,02 M.
- E) $3,21\cdot 10^{-2} \text{ M}$.

A	<input checked="" type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

41. El benceno y el ciclohexeno poseen cada uno de ellos un ciclo y seis átomos de carbono, pero:

- A) El benceno es más reactivo que el ciclohexeno.
B) La reacción típica del benceno es la adición electrófila.
C) La reacción típica del ciclohexeno es la sustitución electrófila.
D) Ninguno de los dos experimentan reacciones de sustitución o de adición.
E) El benceno reacciona con bromo molecular en presencia de un catalizador dando principalmente bromobenceno mientras que el ciclohexeno reacciona con bromo molecular dando trans-1,2-dibromociclohexano.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input checked="" type="checkbox"/>

42. Calcule el potencial de la pila: $\text{Pt} | \text{H}_2 (\text{g}, 1 \text{ atm}) | \text{H}^+ (0,01 \text{ M}) || \text{H}^+ (1 \text{ M}) | \text{H}_2 (\text{g}, 1 \text{ atm}) | \text{Pt}$.

- A) 0,8 V.
B) 0,018 V.
C) 1,18 V.
D) 0,118 V.
E) 0 V.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

43. ¿Cuál de estas disoluciones tendrá $\text{pH} > 8$?

- A) 20 mL de NaOH 0,2M + 50 mL de CH_3COOH 0,1M.
B) 25 mL de NaOH 0,2M + 50 mL de CH_3COOH 0,1M.
C) 25 mL de CH_3COOH 0,1M + 20 mL de NaOH 0,1M.
D) 25 mL de CH_3COOH 0,1M + 15 mL de NaOH 0,1M.
E) 25 mL de CH_3COOH 0,1M.

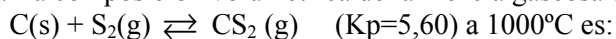
A	<input type="checkbox"/>
B	<input checked="" type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

44. Calcule el producto de solubilidad del AgI sabiendo que la pila: $\text{Ag}(\text{s}) | \text{Ag}^+ (\text{sat AgI}) || \text{Ag}^+ (0,1\text{M}) | \text{Ag}(\text{s})$ tiene un potencial de $E = 0,417 \text{ V}$.

- A) $K_{\text{ps}} = 2 \cdot 10^{17}$.
B) $K_{\text{ps}} = 8,3 \cdot 10^{-7}$.
C) $K_{\text{ps}} = 8,3 \cdot 10^{-11}$.
D) $K_{\text{ps}} = 8,3 \cdot 10^{-17}$.
E) $K_{\text{ps}} = 8,3 \cdot 10^{-170}$.

A	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

45. La composición volumétrica de la mezcla gaseosa que se obtiene en el siguiente proceso:

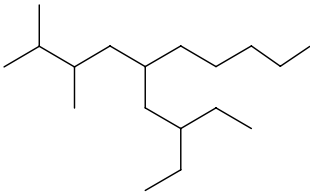
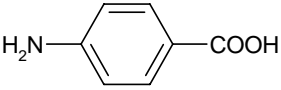
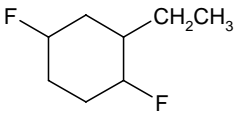
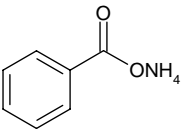


- A) 15,15% de S_2 y 84,85% de CS_2 .
B) 21,01% de S_2 y 78,99% de CS_2 .
C) 84,85% de S_2 y 15,15% de CS_2 .
D) 10,20% de S_2 y 89,80% de CS_2 .
E) 30,15% de S_2 y 69,85% de CS_2 .

A	<input checked="" type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>

2. FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA (Puntuación máxima 10 puntos).**Respuestas**

1. Tetracloruro de titanio	TiCl_4
2. Hidróxido de amonio	NH_4OH
3. Tetraoxovanadato (V) de hierro (III)	FeVO_4
4. Nitrato de sodio y talio (III)	$\text{NaTl}(\text{NO}_3)_4$
5. Hexacianoferrato (II) de sodio	$\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
6. Zn_3P_2	Fosfuro de cinc
7. Tl_2O_3	Óxido de talio (III)
8. $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	Ácido pirofosfórico (ó Ácido ortodifosfórico)
9. CaHAsO_4	Hidrogenoarseniato de calcio
10. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Carbonato sódico decahidratado

<p>11. 5-(2-etilbutil)-2,3-dimetildecano</p>	
<p>12. 1-Bromo-2-etoxietano</p>	<p>$\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$</p>
<p>13. Ácido 4-aminobenzoico</p>	
<p>14. Anhídrido cloroetanoico</p>	<p>$(\text{ClCH}_2\text{CO})_2\text{O}$</p>
<p>15. Hexanodinitrilo</p>	<p>$\text{NCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$</p>
<p>16.</p> 	<p>2-etil-1,4-difluorciclohexano</p>
<p>17. $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CHO}$</p>	<p>6-hidroxi-hept-3-enal</p>
<p>18.</p> 	<p>Benzoato de amonio</p>
<p>19. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCl}$</p>	<p>Cloruro de benzoilo</p>
<p>20. $\text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_3$</p>	<p>N,N'-Dimetilbutano-1,4-diamina</p>

3. COMENTARIO DE UN TEMA CIENTÍFICO (Puntuación máxima, 5 puntos).

Lea el siguiente artículo y realice un comentario crítico atendiendo a los siguientes aspectos:

- a) Significado de las palabras claves del texto.
- b) Emisiones gaseosas y efecto invernadero.
- c) Ciencia y Sociedad. Comentario personal.

**Bruselas da marcha atrás y renuncia a limitar
la contaminación de los coches**

La UE pospone la decisión por las presiones de la industria y la falta de acuerdo

ANDREU MISSÉ. **Bruselas**

Para luchar contra el cambio climático y cumplir con los compromisos de Kyoto, la Comisión Europea se fijó como objetivo para el 2012 reducir las emisiones de CO₂ en el sector de los automóviles a 120 gramos por kilómetro. Con este objetivo inició conversaciones con las empresas que se comprometieron a reducir voluntariamente las emisiones, evitando así que la UE tuviera que dictar normas obligatorias. Estos acuerdos con las empresas incluyeron compromisos a medio plazo de 140 gramos por kilómetro para 2008 y 2009. Los acuerdos voluntarios de las organizaciones empresariales que agrupan prácticamente a todas las marcas de coches que se venden en la UE, registró una media de 161 gramos por kilómetro en 2004.....

A la vista de estos pobres resultados, la Comisión considera muy improbable lograr los objetivos voluntarios para 2008 y 2009.

Extraído del artículo publicado en el diario "EL PAÍS" miércoles 24 de Enero del 2007

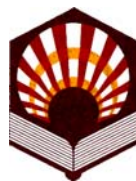
Desarrolle el comentario en el siguiente recuadro

XX OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA

Córdoba 27-30 de Abril de 2007



Asociación Nacional de
Químicos de España



Universidad de Córdoba



INSTRUCCIONES

Clave de Identificación _____

- A) Este examen consta de cuatro problemas (**Puntuación máxima, 40 puntos**).
Para todos ellos conteste en este mismo cuadernillo, en el recuadro asignado a cada problema y apartado de los mismos. Utilice como borrador las hojas de papel suministradas al margen del cuadernillo y traslade una síntesis de las operaciones realizadas al lugar correspondiente del examen. Los resultados deben expresarse en las unidades correspondientes. La duración de la prueba será de 3 horas.
- B) Cada problema se valorará hasta 10 puntos. Esta puntuación se repartirá de acuerdo con la naturaleza de los distintos apartados, la cual figurará entre paréntesis en cada uno de los mismos.
- C) No se permite la utilización de libros de texto o Tabla Periódica.
- D) Se autoriza el empleo de calculadora no programable.

Problema 1.

Una muestra de un hidrocarburo, que pesó 25,93 mg y ocupaba 11,25 cm³ a 25 °C y 1 atm, se mezcló con 102,5 cm³ de oxígeno en las mismas condiciones. Se hizo saltar una chispa y, tras la combustión, el gas residual resultante fue una mezcla de oxígeno y dióxido de carbono, ocupando un volumen de 80 cm³, en las mismas condiciones de presión y temperatura que la mezcla inicial. Al pasar la mezcla gaseosa a través de un absorbente, que eliminó totalmente el dióxido de carbono, el volumen se redujo a 35 cm³.

- Calcule la composición molar porcentual de la mezcla inicial y de la mezcla gaseosa resultante de la combustión (**2 puntos**).
- Calcule la cantidad de agua formada (**3 puntos**).
- Halle la fórmula molecular del hidrocarburo (**3 puntos**).
- Proponga cuatro compuestos que respondan a dicha fórmula (**2 puntos**).

Problema 2.

Se introduce 1 mol de PCl₅ en una cámara vacía estableciéndose el equilibrio a 250 °C y 2 atm. El gas en el equilibrio contiene 40,7 % de Cl₂ en volumen.

- ¿Cuáles son las presiones parciales, expresadas en bar, de PCl₅ y PCl₃ en el equilibrio? (**2 puntos**).
 - Calcular k_p a 250 °C (**2 puntos**).
 - Si la mezcla gaseosa se expansiona hasta 0,2 atm manteniendo constante la temperatura, calcular:
 - El % de PCl₅ que se disociará en el equilibrio.
 - La presión parcial de Cl₂ en equilibrio tras añadir 1 mol de PCl₃.
- (4 puntos)**

- d) Si la mezcla gaseosa, correspondiente al equilibrio inicial, se mantiene a la presión de 2 atmósferas y se eleva la temperatura a 487°C, ¿cuál será la nueva composición de la mezcla en equilibrio? ($\Delta H=172,2 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, e independiente de la temperatura) **(2 puntos)**.

Problema 3.

Calcular el pH de:

- a) Una disolución (500 mL) de ácido acético (CH_3COOH) 0,1 M que contiene 2 g de acetato sódico (NaCH_3COO) y $4\cdot 10^{-3}$ moles de ácido clorhídrico.
 Datos: $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8\cdot 10^{-5}$; Masa molecular del $\text{NaCH}_3\text{COO}=82$.
(2 puntos)
- b) Una disolución obtenida mediante la mezcla de 30 mL de H_3PO_4 0,3 M con 40 mL de Na_3PO_4 0,5 M y diluida con agua a 100 mL.
 Datos: $\text{pK}_1 = 2,16$; $\text{pK}_2 = 7,13$; $\text{pK}_3 = 12,3$.
(3 puntos)
- c) Una disolución 10^{-5} M de HBO_2 .
 Dato: $K_a = 6,4 \times 10^{-10}$.
(2 puntos)
- d) Una disolución acuosa (900 mL) en la que se ha recogido el amoníaco producido al tratar una disolución que contenía 1,5 g de cloruro amónico con exceso de hidróxido sódico.
 Datos. Masas atómicas: $\text{Cl}=35,5$; $\text{N}=14,0$. $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$.
(3 puntos)

Problema 4.

Para los pares redox: $E^\circ (\text{Cu}^+ / \text{Cu}) = 0,521 \text{ V}$; $E^\circ (\text{PtCl}_6^{2-} / \text{PtCl}_4^{2-}) = 0,68 \text{ V}$. Calcúlese:

- a) La reacción espontánea que tendrá lugar en la pila formada uniendo ambos electrodos. **(1 punto)**.
- b) La constante de equilibrio de dicha reacción a 25 °C. **(1 punto)**.
- c) E_{pila} y ΔG a 25°C, cuando las concentraciones de las diferentes especies son:
 $[\text{PtCl}_6^{2-}] = 10^{-2} \text{ M}$; $[\text{Cu}^+] = 10^{-3} \text{ M}$; $[\text{Cl}^-] = 10^{-3} \text{ M}$; $[\text{PtCl}_4^{2-}] = 2\cdot 10^{-5} \text{ M}$.
 ¿Es espontánea la reacción en estas condiciones?
(3 puntos)
- d) Los valores de ΔH° y ΔS° en el rango de temperatura 0 a 100 °C. **(3 puntos)**.
- e) Cantidad de PtCl_4^{2-} , en gramos, que se habrá formado cuando hayan pasado 8 faradays de corriente.
(2 puntos).

Datos. Masas atómicas: $\text{Cl}=35,5$; $\text{Pt}=195,0$; $F=96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$; $R=8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

T (°C)	0	50	75	100
K 10^{-5}	4,8	1,368	0,838	0,548

HOJAS DE RESPUESTAS

Problema 1.

- a) Calcule la composición molar porcentual de la mezcla inicial y de la mezcla gaseosa resultante de la combustión.

Mezcla inicial: constituida por hidrocarburo y O_2 .

Volumen total: $102,5 + 11,25 = 113,75 \text{ cm}^3$. Esto implica: **9,9% hidrocarburo y 90,1% O_2** .

Mezcla final: constituida por $CO_2(g)$ y $O_2(g)$ sobrante de la combustión. El agua se ha obtenido como líquido.

35 cm^3 son de O_2 y $80-35=45 \text{ cm}^3$ son de CO_2

43,75% de O_2 y 56,25% CO_2 .

- b) Calcule la cantidad de agua formada.

Volumen de O_2 que ha reaccionado: $102,5 - 35 = 67,5 \text{ cm}^3$.

Considerando la reacción de combustión : $\text{Hidrocarburo} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

Cada mol de CO_2 consume 1 mol de O_2 y cada mol de H_2O consume 0,5 mol de O_2 .

$67,5 - 45 = 22,5 \text{ cm}^3$ de O_2 consumidos para formar agua, equivalentes a 45 cm^3 de agua a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y 1 atm

$$n = \frac{1 \text{ atm} \cdot 0,045 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 1,842 \cdot 10^{-3} \text{ mol de agua}$$

$$1,842 \cdot 10^{-3} \text{ mol de agua} \cdot \frac{18 \text{ g}}{1 \text{ mol de agua}} = \mathbf{0,033 \text{ g de agua}}$$

c) Halle la fórmula molecular del hidrocarburo.

Moles de hidrocarburo reaccionado:

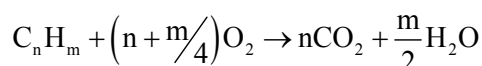
$$n = \frac{1\text{atm} \cdot 0,01125\text{L}}{0,082\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298\text{K}} = 4,603 \cdot 10^{-4} \text{ moles de hidrocarburo}$$

Moles de oxígeno reaccionado:

$$n = \frac{1\text{atm} \cdot 0,0675\text{L}}{0,082\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298\text{K}} = 2,762 \cdot 10^{-3} \text{ moles de O}_2$$

Moles de productos producidos: $1,842 \cdot 10^{-3}$ moles de agua y $1,842 \cdot 10^{-3}$ moles de CO_2 .

Reacción de combustión:



	C_nH_m	+	$\left(n + \frac{m}{4}\right)\text{O}_2$	\rightarrow	$n\text{CO}_2$	+	$\frac{m}{2}\text{H}_2\text{O}$
Relación estequiométrica	1 mol		$n + m/4$ mol		n mol		m/2 mol
Moles que reaccionan	$4,603 \cdot 10^{-4}$		$2,762 \cdot 10^{-3}$				
Moles formados					$1,842 \cdot 10^{-3}$		$1,842 \cdot 10^{-3}$

$$n = \frac{1,842 \cdot 10^{-3}}{4,603 \cdot 10^{-4}} = 4 \qquad m = \frac{2 \cdot 1,842 \cdot 10^{-3}}{4,603 \cdot 10^{-4}} = 8$$

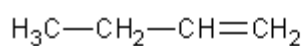
La fórmula empírica es $(\text{C}_4\text{H}_8)_x$.

Como la masa molecular es: $0,02593 / 4,603 \cdot 10^{-4} = 56,332$ de donde $x=1$

La fórmula molecular es C_4H_8

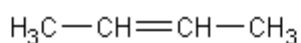
d) Proponga cuatro compuestos que respondan a dicha fórmula.

Isómeros del C_4H_8

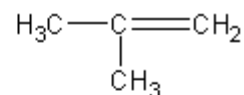


1-buteno, n-buteno

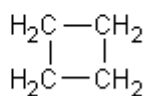
but-1-eno



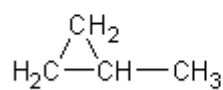
2-buteno, but-2-eno



metil-propeno



Ciclobutano

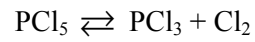


metil-ciclopropano

HOJAS DE RESPUESTAS

Problema 2.

a) ¿Cuáles son las presiones parciales, expresadas en bar, de PCl_5 y PCl_3 en el equilibrio?



a) $\chi_{\text{Cl}_2} = \chi_{\text{PCl}_3} = 0,407$; $\chi_{\text{PCl}_5} = 1 - 2 \cdot (0,407) = 0,186$

$P_{\text{PCl}_5} = 0,186 \cdot 2 = 0,372 \text{ atm} = \mathbf{0,376 \text{ bar}}$; $P_{\text{PCl}_3} = 0,407 \cdot 2 = 0,814 \text{ atm} = \mathbf{0,824 \text{ bar}}$

b) Calcular k_p a 250 °C.

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{(0,824)^2}{0,376} = 1,80$$

c) Si la mezcla gaseosa se expande hasta 0,2 atm manteniendo constante la temperatura, calcular:

c1) El % de PCl_5 que se disociará en el equilibrio.

Al mantener constante la temperatura K_p no varía:

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha^2} \cdot P_T = 1,78$$

de donde despejando: $\alpha=0,948$ y $1-\alpha=0,052$ y **% $\text{PCl}_5=94,8\%$**

c2) La presión parcial de Cl_2 en equilibrio tras añadir 1 mol de PCl_3 .

	PCl_5	\rightleftharpoons	PCl_3	+	Cl_2
Moles en el equilibrio	0,052		0,948		0,948
Añadimos			1 mol		
Nuevo equilibrio	$0,052+x$		$1,948-x$		$0,948-x$

Como K_p no varía:

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{X_{\text{PCl}_3} \cdot P_T \cdot X_{\text{Cl}_2} \cdot P_T}{X_{\text{PCl}_5} \cdot P_T} = \frac{\frac{1,948-x}{2,948-x} \cdot \frac{0,948-x}{2,948-x}}{\frac{0,052-x}{2,948-x}} \cdot 0,2 = 1,78$$

despejando $x=0,0169$

sustituyendo en la presión parcial: $P_{\text{Cl}_2} = X_{\text{Cl}_2} \cdot P_T = \frac{0,948-0,0169}{2,948-0,0169} \cdot 0,2$, de donde $P_{\text{Cl}_2} = \mathbf{0,0635 \text{ atm}}$

- d) Si la mezcla gaseosa, correspondiente al equilibrio inicial, se mantiene a la presión de 2 atmósferas y se eleva la temperatura a 487°C, ¿cuál será la nueva composición de la mezcla en equilibrio?

Dato aportado: $\Delta H = 172,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, e independiente de la temperatura.

Aplicamos la ecuación de *Van't Hoff*:

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H^0}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

y sustituimos:

$$\ln \frac{K_2}{1,78} = -\frac{172,2 \text{ kJ}}{8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJ}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}} \left(\frac{1}{760} - \frac{1}{523} \right)$$

despejando $K_2 = 4,134 \cdot 10^5$ (a 760K)

Sustituyendo en la expresión:
$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{\alpha'^2}{1 - \alpha'^2} \cdot 2 = 4,134 \cdot 10^5.$$

Despejamos $\alpha' \rightarrow 1$, luego: **%PCl₃=%PCl₂=50 y %PCl₅=0**

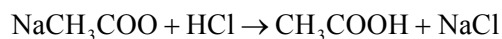
HOJAS DE RESPUESTAS

Problema 3.

Calcular el pH de:

- a) Una disolución (500 mL) de ácido acético (CH_3COOH) 0,1 M que contiene 2g de acetato sódico (NaCH_3COO) y $4 \cdot 10^{-3}$ moles de ácido clorhídrico.

Datos aportados: $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$; Masa molecular del $\text{NaCH}_3\text{COO} = 82$.



- $[\text{HCl}]_{\text{inicial}} : (4 \cdot 10^{-3} \text{ moles}) \times (1000 \text{ mL} / 500 \text{ mL}) = 8 \cdot 10^{-3} \text{ M}$
- $[\text{NaAc}]_{\text{inicial}} : (2\text{g}/82) \times (1000 \text{ mL} / 500 \text{ mL}) = 4,88 \cdot 10^{-2} \text{ M}$
- $[\text{NaAc}]_{\text{final}} : 4,88 \cdot 10^{-2} \text{ M} - 8 \times 10^{-3} \text{ M} = 4,08 \times 10^{-2} \text{ M}$
- $[\text{HAc}]_{\text{inicial}} : 0,1 \text{ M}$
- $[\text{HAc}]_{\text{final}} : 0,1 \text{ M} + 8 \cdot 10^{-3} \text{ M} = 0,108 \text{ M}$

Sabiendo que:

$$K_a = \{ [\text{H}^+] [\text{Ac}^-] \} / [\text{HAc}] \rightarrow -\log K_a = -\log [\text{H}^+] - \log \{ [\text{Ac}^-] / [\text{HAc}] \} \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{p}K_a = \text{pH} - \log \{ [\text{Ac}^-] / [\text{HAc}] \} \rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \log \{ [\text{Ac}^-] / [\text{HAc}] \}$$

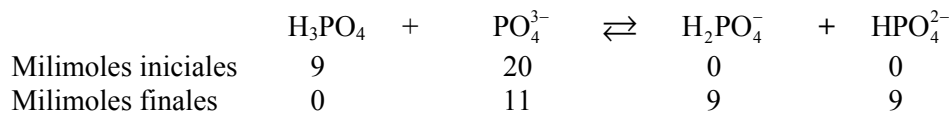
$$\text{y que } K_a = 1,8 \times 10^{-5} \rightarrow \text{p}K_a = 4,74$$

Sustituyendo:

$$\text{pH} = 4,74 + \log \{ 4,08 \times 10^{-2} \text{ M} / 0,108 \text{ M} \} = \mathbf{4,32}$$

- b) Una disolución obtenida mediante la mezcla de 30 mL de H_3PO_4 0,3 M con 40 mL de Na_3PO_4 0,5 M y diluida con agua a 100 mL.

Datos aportados: $\text{pK}_1 = 2,16$; $\text{pK}_2 = 7,13$; $\text{pK}_3 = 12,3$.



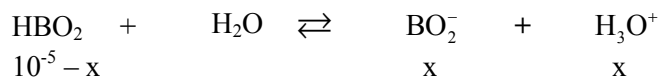
Puesto que todos los reactantes se encuentran en el mismo volumen final, pueden utilizarse milimoles en lugar de concentraciones finales para sustituirlos en la expresión:

$$\text{pH} = \text{pK}_3 + \log \left\{ \frac{[\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{HPO}_4^{2-}]} \right\} = 12,3 + \log (2 / 27) = \mathbf{11,17}$$

c) Una disolución 10^{-5} M de HBO_2 .

Datos aportados: $K_a = 6,4 \times 10^{-10}$.

- El ácido bórico es muy débil, por lo que si el cálculo se realiza sin tener en cuenta la disociación del agua, se obtendría:



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{BO}_2^-]}{[\text{HBO}_2]} \rightarrow 6,4 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{(10^{-5} - x)}$$

Puesto que es un ácido muy débil, estará muy poco disociado, por lo que x puede despreciarse frente a 10^{-5} , quedando: $6,4 \times 10^{-10} = x^2 / 10^{-5}$

$$\text{de donde } x = [\text{H}_3\text{O}^+] = (6,4 \cdot 10^{-10} \times 10^{-5})^{1/2} = 8 \cdot 10^{-8} \text{ de donde } \mathbf{pH = 7,1}$$

Conclusión: El pH obtenido no sería correcto ya que un ácido no puede dar reacción básica. El error se debe a que no se ha considerado la disociación del agua.

- Considerando la disociación del agua y el principio de electroneutralidad:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$[\text{BO}_2^-] + [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow [\text{BO}_2^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] - (K_w / [\text{H}_3\text{O}^+])$$

Sustituyendo en la expresión de la constante de acidez:

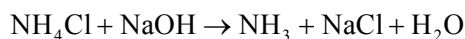
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{BO}_2^-]}{[\text{HBO}_2]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]\{[\text{H}_3\text{O}^+] - (K_w / [\text{H}_3\text{O}^+])\}}{[\text{HBO}_2]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 - K_w}{[\text{HBO}_2]}$$

$$K_a [\text{HBO}_2] = [\text{H}_3\text{O}^+]^2 - K_w \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = (6,4 \cdot 10^{-10} \times 10^{-5}) + 10^{-14} = 1,64 \cdot 10^{-14}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,28 \times 10^{-7} \rightarrow \mathbf{pH = 6,89}$$

- d) Una disolución acuosa (900 mL) en la que se ha recogido el amoníaco producido al tratar una disolución que contenía 1,5 g de cloruro amónico con exceso de hidróxido sódico.

Datos aportados: Masas atómicas: Cl=35,5; N=14,0; H=1,0. $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$.



$$K_b = 1,8 \times 10^{-5} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

Moles de NH_3 formado = moles de NH_4Cl = $1,5 \text{ g} / 53,5 = 2,8 \cdot 10^{-2}$ moles

Concentración de NH_3 = $[\text{NH}_4\text{OH}] = 2,8 \cdot 10^{-2}$ moles \times (1000 / 900) = $3,11 \cdot 10^{-2}$ M

La $[\text{NH}_4\text{OH}]$ real sería $\{3,11 \cdot 10^{-2} - [\text{OH}^-]\}$, pero, teniendo en cuenta la concentración de amoníaco, puede considerarse que $[\text{OH}^-]$ es despreciable.

$$1,8 \times 10^{-5} = [\text{OH}^-]^2 / 3,11 \cdot 10^{-2}$$

$$[\text{OH}^-]^2 = 1,8 \cdot 10^{-5} \times 3,11 \cdot 10^{-2} = 5,6 \cdot 10^{-7} \rightarrow [\text{OH}^-] = 7,5 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-14} / (7,5 \cdot 10^{-4}) = 1,33 \cdot 10^{-11} \rightarrow \text{pH} = 10,87$$

HOJAS DE RESPUESTAS

Problema 4.

a) La reacción espontánea que tendrá lugar en la pila formada uniendo ambos electrodos.

La reacción que tendrá lugar será : $\underline{2\text{Cu} + \text{PtCl}_6^{2-} \rightleftharpoons 2\text{Cu}^+ + \text{PtCl}_4^{2-} + 2\text{Cl}^-}$

b) La constante de equilibrio de dicha reacción a 25 °C.

El potencial estándar será: $E_{\text{cel}}^{\circ} = 0,68 - 0,521 = 0,16 \text{ V}$

Teniendo en cuenta que: $E_{\text{cel}}^{\circ} = \frac{RT}{nF} \ln K_{\text{eq}}$ y sustituyendo los valores de $R=8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$,

$T=298,15\text{K}$ y $F=96485 \text{ Cul}\cdot\text{mol}^{-1}$, queda $E_{\text{cel}}^{\circ} = \frac{0,0592}{n} \lg K_{\text{eq}}$, como $n = 2$ y $E^{\circ}=0,16\text{V}$

$$\underline{K = 10^{\frac{nE^{\circ}}{0,0592}} = 2,4\cdot 10^5}$$

c) E_{pila} y ΔG a 25°C, cuando las concentraciones de las diferentes especies son:

$[\text{PtCl}_6^{2-}] = 10^{-2} \text{ M}$; $[\text{Cu}^+] = 10^{-3} \text{ M}$; $[\text{Cl}^-] = 10^{-3} \text{ M}$; $[\text{PtCl}_4^{2-}] = 2\cdot 10^{-5} \text{ M}$

¿Es espontánea la reacción en estas condiciones?

Aplicamos la ecuación de Nernst: $E_{\text{cel}} = E_{\text{cel}}^{\circ} - \frac{0,0592\text{V}}{n} \lg Q$

$$E = E^{\circ} - \frac{0,0592}{n} \log \frac{[\text{Cu}^+]^2 \cdot [\text{PtCl}_4^{2-}] \cdot [\text{Cl}^-]^2}{[\text{PtCl}_6^{2-}]} = 0,16 - \frac{0,0592}{2} \log \frac{(10^{-3})^2 \cdot (2\cdot 10^{-5}) \cdot (10^{-3})^2}{(10^{-2})} = 0,6 \text{ V}$$

$\Delta G = -nFE = -2\cdot 96485 \cdot 0,6 = -1,2\cdot 10^5 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$ Por tanto, la reacción es espontánea en estas condiciones.

d) Los valores de ΔH° y ΔS° en el rango de temperatura 0 a 100 °C.

Dato aportado: $R=8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

$$\text{LnK} = -\frac{\Delta H^\circ}{RT} + \frac{\Delta S^\circ}{R}$$

Representando Ln K frente a $1/T$ se obtiene de la ordenada el valor de ΔS° y de la pendiente, el de ΔH°

También se puede hacer tomando dos puntos de los suministrados en la tabla y aplicar la ecuación de *van't Hoff*

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \frac{0,548 \cdot 10^5}{4,8 \cdot 10^5} = -\frac{\Delta H^\circ}{8,31 \cdot 10^{-3} \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}} \left(\frac{1}{373} - \frac{1}{273} \right) \text{K}^{-1}$$

despejando resulta: $\Delta H^\circ = -18,43 \text{ kJ}$

Aplicando $\text{LnK} = -\frac{\Delta H^\circ}{RT} + \frac{\Delta S^\circ}{R}$ para un valor de los aportados y conocido ΔH° despejamos $\Delta S^\circ = 41,8 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$.

e) Cantidad de PtCl_4^{2-} , en gramos, que se habrá formado cuando hayan pasado 8 faradays de corriente.

Cada mol de PtCl_4^{2-} ($M = 337 \text{ g}$) consume 2 faradays:

$$\text{gramos depositados} = \frac{8F \cdot 337 \text{ g}}{2F} = 1348 \text{ g}$$