

EXAMEN DE CUESTIONES - 1

INSTRUCCIONES

- La resolución del examen debe entregarse en las hojas indicadas en cada caso, escribiendo el código del alumno en el espacio reservado al efecto.
- Podrán usarse folios en blanco para planificar o realizar las operaciones en cada parte. Estas hojas NO se entregarán al finalizar el examen.
- No se permite el uso de calculadoras programables, el uso de libros de texto, Tabla del sistema periódico ni cualquier otro tipo de material (formularios, etc.)
- No se permite la entrada al examen con teléfono móvil o cualquier otro dispositivo electrónico, salvo calculadoras no programables.
- Se proponen para su resolución 45 cuestiones de opción múltiple con una sola respuesta correcta entre cinco posibles.
- Cada respuesta correcta se valorará con un punto, cada respuesta incorrecta con - 0,25, las respuestas en blanco con cero puntos.

1. Cuando en el átomo de hidrógeno se produce la transición electrónica  $n = 4 \rightarrow n = 2$ :
  - a. Se absorbe energía
  - b. Se emite energía
  - c. No se absorbe ni se emite energía
  - d. En el átomo de hidrógeno no hay niveles  $n = 4$  ni  $n = 2$
  - e. Los electrones no pueden cambiar de orbitales en un átomo
2. El orden correcto en que **decrece** del carácter metálico de los elementos O, F, Fe, Rb, Te, Ca, es:
  - a.  $Ca > Fe > Rb > O > Te > F$
  - b.  $F > O > Te > Rb > Ca > Fe$
  - c.  $Fe > Rb > Ca > Te > O > F$
  - d.  $Rb > Ca > Fe > Te > O > F$
  - e.  $Rb > Fe > Ca > Te > O > F$
3. De los siguientes átomos: Fe:  $[Ar] 3d^6 4s^2$ ; Ca:  $[Ar] 4s^2$ ; Cu:  $[Ar] 3d^{10} 4s^1$ ; Zn:  $[Ar] 3d^{10} 4s^2$ ; Pd:  $[Kr] 4d^{10}$ , los que presentan comportamiento paramagnético son:
  - a. Ca y Zn
  - b. Cu y Pd
  - c. Fe y Cu
  - d. Fe y Zn
  - e. Zn y Pd
4. La energía del estado  $(n, l, m)$  del átomo de hidrógeno en unas ciertas unidades es  $E_{nlm} = -1/(2n^2)$ . En estas unidades, la energía necesaria para producir la transición  $2p \rightarrow 3d$  es:
  - a. 0
  - b.  $1/2$
  - c.  $1/8$
  - d.  $5/72$
  - e.  $5/90$
5. Para la molécula  $SF_4$ , la geometría es :  
Números atómicos (Z):  $F = 9$ ;  $S = 16$ 
  - a. Lineal
  - b. Plano cuadrada
  - c. Tetraédrica
  - d. Pirámide triangular
  - e. Ninguna de las citadas

EXAMEN DE CUESTIONES - 2

6. En cuáles de las siguientes sustancias en estado líquido:  $\text{H}_2\text{S}$ , Ar,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{CF}_3\text{H}$ ,  $\text{PCl}_3$ , las únicas fuerzas intermoleculares existentes son de tipo dispersión de London?

Números atómicos (Z): H = 1; C = 6; O = 8; F = 9; P = 15; S = 16; Cl = 17; Ar = 18

- Sólo en Ar
- Sólo en Ar y  $\text{CF}_3\text{H}$
- Sólo en Ar,  $\text{CF}_3\text{H}$  y  $\text{PCl}_3$
- Sólo en  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{CH}_3\text{OH}$
- Sólo en  $\text{CH}_3\text{OH}$

7. Con las siguientes energías de enlace (A, B, C y D son elementos hipotéticos):

Los dos elementos que tienen los valores de electronegatividad más próximos son:

- A y B
- A y C
- A y D
- B y C
- C y D

Enlace	Energía de enlace (kJ·mol <sup>-1</sup> )	Enlace	Energía de enlace (kJ·mol <sup>-1</sup> )
A – A	435	A – B	564
B – B	155	A – C	431
C – C	242	A – D	368
D – D	192	B – C	255
		C – D	217

8. La temperatura de ebullición de las sustancias arsano ( $\text{AsH}_3$ ), monocloruro de yodo, monóxido de carbono y silano ordenada de mayor a menor es:

Números atómicos (Z): H = 1; C = 6; O = 8; Si = 14; Cl = 17; As = 33; I = 53

- Arsano, monóxido de carbono, monocloruro de yodo, silano
- Monocloruro de yodo, arsano, silano, monóxido de carbono
- Monóxido de carbono, arsano, monocloruro de yodo, silano
- Silano, monóxido de carbono, arsano, monocloruro de yodo
- Arsano, monocloruro de yodo, monóxido de carbono, silano

9. La estructura de la molécula  $\text{SO}_2$  es:

Datos: Número atómico (Z): O = 8; S = 16

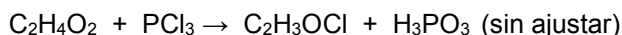
- O–S–O Angular
- S–O–O Lineal
- S–O–O Angular
- O–S–O Lineal
- S–O–O Cíclica

10. Indique, de las siguientes moléculas, la que tiene momento dipolar permanente:

Datos: Número atómico (Z): H = 1; B = 5; C = 6; O = 8; F = 9; S = 16

- $\text{BeCl}_2$
- $\text{CH}_4$
- $\text{CO}_2$
- $\text{SF}_6$
- $\text{SO}_2$

11. Calcule la masa de ácido acético comercial (pureza 97 % en masa) que debe reaccionar con un exceso de tricloruro de fósforo para obtener 75,0 g de cloruro de acetilo ( $\text{C}_2\text{H}_3\text{OCl}$ ), si el rendimiento de la reacción es del 78,2 %.



Datos. Masas atómicas (u): H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; P = 31,0; Cl = 35,5

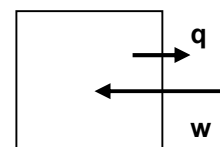
- 60,0 g
- 73,2 g
- 75,5 g
- 78,2 g
- 78,5 g

12. Dos gases, A y B, están confinados en un recipiente rígido cerrado. Si se introduce una cierta cantidad de un gas inerte C en el recipiente a la misma temperatura:
- La presión parcial del gas A permanece constante
  - La presión parcial del gas A aumenta
  - La presión parcial del gas A disminuye
  - La presión total en el recipiente no varía
  - La fracción molar de B no se modifica
13. De las siguientes sustancias:  $\text{CO}_2(\text{g})$ ,  $\text{SO}_2(\text{g})$ ,  $\text{ClO}_2(\text{g})$ ,  $\text{NO}_2(\text{g})$  y  $\text{O}_2(\text{g})$ . ¿Cuál de ellas tiene mayor densidad a 1,0 atmósfera y 298 K?:  
*Datos: Masa atómicas (u): C = 12,0; N = 14,0; S = 32,1; Cl = 35,5*
- $\text{O}_2(\text{g})$
  - $\text{ClO}_2(\text{g})$
  - $\text{SO}_2(\text{g})$
  - $\text{CO}_2(\text{g})$
  - $\text{NO}_2(\text{g})$
14. La presión de vapor de un líquido aumenta:
- Al aumentar el volumen del líquido
  - Al aumentar la densidad del líquido
  - Al disminuir el área de la superficie libre
  - Al aumentar la temperatura
  - Al aumentar las fuerzas intermoleculares
15. Una vasija abierta, cuya temperatura es de 10 °C se calienta hasta los 400 °C. El tanto por ciento de aire contenido inicialmente en la vasija que es expulsado, es:  
*Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$*
- 25 %
  - 42 %
  - 58 %
  - 75 %
  - 97,5 %
16. En un tubo cerrado hay 100 mL de una mezcla de hidrógeno y dióxígeno a 1 atm y 25 °C. Se hacen reaccionar para dar agua. Se observa que ha quedado sin reaccionar dióxígeno que, medido a 1 atm y 25 °C, ocupa un volumen de 10 mL. La composición de la mezcla gaseosa inicial es:  
*Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$*
- 40 % de  $\text{H}_2$  y 60 % de  $\text{O}_2$
  - 45 % de  $\text{H}_2$  y 55 % de  $\text{O}_2$
  - 55 % de  $\text{H}_2$  y 45 % de  $\text{O}_2$
  - 60 % de  $\text{H}_2$  y 40 % de  $\text{O}_2$
  - 75 % de  $\text{H}_2$  y 25 % de  $\text{O}_2$
17. Una mezcla gaseosa formada por 40,00 g de A y 10,00 g de B ocupa 10,0 L a una temperatura de 300 K y una presión total de 2,0 atm. La masa molar de A es:  
*Datos: La masa molar de B es  $32,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$*
- $80,08 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
  - $40,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
  - $32,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
  - $20,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
  - No hay datos suficientes para calcularla

18. En un motor de combustión interna, un cilindro desplaza un volumen de 2,50 L bajo una presión de 1,4 kbar. El trabajo de expansión realizado por el cilindro en cada encendido es:
- $3,5 \times 10^5$  kJ
  - 350 kJ
  - $3,5 \times 10^{-3}$  kJ
  - $-3,5 \times 10^{-3}$  kJ
  - 350 kJ

19. La reacción química  $2 \text{Mg(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{MgO(s)}$ , a 298 K y 1 atm, es exotérmica y la variación de entropía de este proceso es  $\Delta_r S^0 = -217 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ . De ella podremos decir que:
- No es espontánea al aumentar el orden en el sistema
  - Sólo es espontánea si el calor a presión constante desprendido en ese proceso es mayor que 64,7 kJ
  - Es espontánea ya que  $\Delta S_{\text{sistema}} < 0$
  - No es espontánea ya que  $\Delta S_{\text{total}} > 0$
  - Será siempre espontánea a cualquier temperatura

20. Para el sistema cerrado representado en la figura, en el que las flechas indican los cambios del sistema durante el proceso y las longitudes de las flechas representan magnitudes relativas de  $q$  y  $w$ , podemos afirmar que ( $E$  representa la energía interna del sistema):



- $\Delta E > 0$
  - $\Delta E < 0$
  - $\Delta E = 0$
  - Es un proceso endotérmico.
  - Es un proceso espontáneo.
21. Una determinada marca de cerveza tiene un contenido en etanol del 6,0% en volumen. Si se bebe una jarra de cerveza de 250 mL, la masa de sudor que deberá evaporarse para eliminar la energía producida por la combustión del etanol es

*Suponga que el sudor estuviese constituido sólo por agua.*

*Datos: Densidades: cerveza=1,0 g/mL; etanol=0,8 g/mL;*

*$\Delta_c H^0$  (combustión del etanol) =  $-1371 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $\Delta_{\text{vap}} H^0$  (vaporización de agua) =  $41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$*

*Masa atómicas (u): H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0*

- 8,72 g
  - 10,9 g
  - 157 g
  - 196 g
  - 245 g
22. Las reacciones siguientes son todas espontáneas a la misma presión y temperatura.
- $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g}) + \frac{25}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 8 \text{CO}_2(\text{g}) + 9 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
  - $\text{BaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{BaCO}_3(\text{s})$
  - $\text{FeS}(\text{s}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}(\text{ac}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$
  - $\text{HCl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac}) + \text{Cl}^-(\text{ac})$

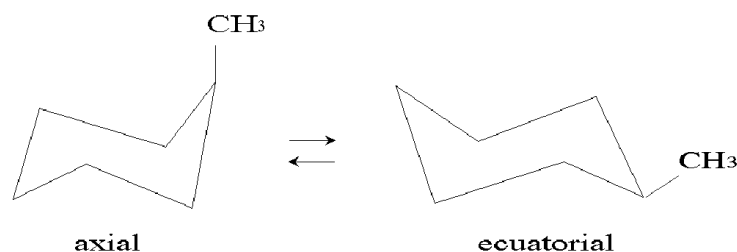
Indique las que son forzosamente exotérmicas,

- Todas
- Sólo 1 y 4
- Sólo 1 y 3
- Sólo 1, 2 y 4
- Sólo 3 y 4

EXAMEN DE CUESTIONES - 5

23. ¿En cuál de las siguientes condiciones **NO** se ve alterada la posición de un equilibrio químico entre gases ideales?:
- Adición isobárica e isotérmica de un gas inerte
  - Adición isocórica e isotérmica de un gas inerte
  - Adición isotérmica e isocórica de un reactivo
  - Adición isotérmica e isocórica de un producto
  - Variación isotérmica de la presión
24. Sabiendo que la entalpía de formación estándar del  $\text{CO}_2(\text{g})$  y del  $\text{H}_2\text{O}(\ell)$  son, respectivamente,  $-393,5$  y  $-285,8$  kJ/mol, y que la entalpía de combustión del ácido acético (ácido etanoico) líquido es de  $-875,4$  kJ/mol (produciendo agua líquida), la entalpía de formación estándar de este último es de:
- $-483,3$  kJ/mol
  - $-196,1$  kJ/mol
  - $-123,4$  kJ/mol
  - $-23,3$  kJ/mol
  - $+312,3$  kJ/mol
25. Para una reacción química en equilibrio:
- La reacción química molecular se detiene
  - En el equilibrio, la energía de Gibbs estándar de la reacción es cero
  - La constante de equilibrio es mayor si la reacción hubiese comenzado con una mayor presión de los reactivos
  - Si se hace que la reacción transcurra a mayor velocidad, se puede incrementar la cantidad de productos en el equilibrio
  - En el equilibrio la variación de energía de Gibbs de la reacción es cero
26. Cuando un gas se disuelve en agua sin que se produzca una reacción química, en la mayoría de los casos, el proceso es:
- Endotérmico y disminuye la entropía
  - Endotérmico y aumenta la entropía
  - Exotérmico y disminuye la entropía
  - Exotérmico y no varía la entropía
  - No se puede estimar sin conocer los valores termodinámicos de la entalpía y entropía del gas y el líquido
27. La conformación axial del metilciclohexano es  $7,52$  kJ/mol menos estable que la conformación ecuatorial. Suponiendo que esta diferencia de energía entre ambas conformaciones es aproximadamente igual al valor de la variación de energía de Gibbs estándar, la constante de equilibrio entre los dos isómeros conformacionales a  $25^\circ\text{C}$  es:

Dato:  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$



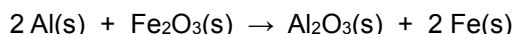
- $4,8 \times 10^{-2}$
- 0,1
- 1
- 21
- $5,5 \times 10^{15}$

EXAMEN DE CUESTIONES - 6

28. En la siguiente reacción,  $A(g) + 2 B(g) \rightleftharpoons C(g)$ ,  $\Delta_r H > 0$ , indique el proceso que **NO** provoca un aumento de la cantidad de producto de reacción:
- Aumentar cantidad de reactivo
  - Aumentar la temperatura del proceso
  - Aumentar la presión
  - Retirar parte del producto obtenido.
  - Aumentar el volumen del recipiente donde ocurre la reacción.
29. Un gas A dimeriza parcialmente de acuerdo con la reacción  $2A(g) \rightleftharpoons A_2(g)$ . En un matraz de 2,0 L, en el que se ha hecho inicialmente el vacío, se introducen 0,500 mol de A a 1000,0 K. Al alcanzar la reacción anterior el equilibrio, la presión es de 12,0 atm. Calcule la cantidad de A y  $A_2$  presentes en la mezcla en equilibrio.
- Dato:*  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- 0,050 mol de A y 0,450 mol de  $A_2$
  - 0,085 mol de A y 0,208 mol de  $A_2$
  - 0,250 mol de A y 0,250 mol de  $A_2$
  - 0,666 mol de A y 0,333 mol de  $A_2$
  - Ninguno de los anteriores
30. Se ha comprobado experimentalmente que la reacción  $2 N_2O_5(g) \rightarrow 4 NO_2(g) + O_2(g)$ , catalizada por tetracloruro de carbono, tiene una cinética de primer orden respecto al reactivo y transcurre a  $6,08 \times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  cuando la concentración de  $N_2O_5$  es 0,100 M. De ello se deduce que el valor de la constante de velocidad es:
- $3,04 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
  - $3,04 \times 10^{-4} \text{ mol}^{-1}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
  - $6,08 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
  - $6,08 \times 10^{-4} \text{ mol}^{-1}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
  - $6,08 \times 10^{-3} \text{ mol}^{-1}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
31. El etileno puede hidrogenar en fase gaseosa según la siguiente reacción:  $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ . su ecuación de velocidad es:  $v = k \cdot [C_2H_4] \cdot [H_2]$ . Si a una mezcla estequiométrica de reactivos, inicialmente a una presión P, se le aumenta la presión a temperatura constante hasta una presión 3 P, la velocidad de reacción aumenta::
- 2 veces
  - 3 veces
  - 4 veces
  - 6 veces
  - 9 veces
32. La reacción:  $2 NO_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2 NO_2F(g)$  transcurre a través de las siguientes etapas elementales:
- (1)  $NO_2(g) + F_2(g) \rightarrow NO_2F(g) + F(g)$  (lenta)
- (2)  $F(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons NO_2F(g)$  (rápida)
- La ecuación de velocidad será de la forma:
- $v = k [NO_2] \cdot [F]$
  - $v = k [NO_2] \cdot [F_2]$
  - $v = k [NO_2]^2 \cdot [F_2]$
  - $v = k [NO_2] \cdot [F_2]^2$
  - $v = k [NO_2]^2 \cdot [F_2]^2$
33. En una disolución acuosa la concentración de  $[OH^-]$  es cien veces superior a la de  $[H_3O^+]$ . El pH de la disolución es:
- 2
  - 5
  - 7
  - 8
  - 12



34. Cuando se añade acetato de sodio sólido a una disolución acuosa de ácido acético:
- El pH de la disolución aumenta
  - La concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$  aumenta
  - La concentración de ácido acético disminuye
  - La constante de disociación del ácido acético,  $K_a$ , disminuye
  - El grado de disociación del ácido acético aumenta
35. La solubilidad del hidróxido de magnesio en disolución acuosa:
- Aumenta si la disolución tiene un pH = 9
  - Disminuye si la disolución tiene pH = 3
  - La solubilidad de una sustancia no depende del pH, sólo depende de la temperatura
  - Aumenta en una disolución acuosa 0,1 M de acetato de sodio
  - Aumenta en una disolución acuosa 0,1 M de cloruro de amonio
36. La celda voltaica representada por el esquema:  $\text{Zn(s)} | \text{Zn}^{2+}(\text{ac}, 1\text{M}) || \text{H}^+(\text{ac}, 1\text{M})/\text{H}_2(\text{g}) (1 \text{ atm}) | \text{Pt(s)}$ , tiene un potencial  $E^\circ_{\text{pila}} = 0,763 \text{ V}$ . Podremos afirmar que el  $E_{\text{pila}}$ :
- Aumenta si disminuye  $[\text{H}^+]$
  - Aumenta si aumenta la presión de  $\text{H}_2(\text{g})$
  - Disminuye si añadimos  $\text{OH}^-(\text{ac})$  al electrodo de hidrógeno
  - Aumenta si añadimos nitrato de cinc al ánodo
  - Aumenta si se duplica el área superficial del ánodo
37. La constante de acidez del  $\text{HCO}_3^-$  es  $K_a = 4,8 \times 10^{-11}$  y la de basicidad del  $\text{NH}_3$  es  $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$ . Si disolvemos carbonato de amonio en agua la constante del equilibrio que se establece es:
- Dato:  $K_w = 10^{-14}$*
- $8,6 \times 10^{-16}$
  - $2,7 \times 10^{-6}$
  - 0,086
  - 11,6
  - $3,8 \times 10^5$
38. El aluminio es un reactivo eficaz para la reducción de ciertos óxidos metálicos, como en el caso de la reacción:



Ateniéndose a los datos de la tabla adjunta, indique los óxidos que podrían ser reducidos por el aluminio

- Sólo CuO y ZnO
- CuO,  $\text{SiO}_2$  y ZnO
- CaO,  $\text{SiO}_2$  y ZnO
- CaO, CuO y ZnO
- CaO,  $\text{SiO}_2$  y CuO

Sustancia	$\Delta_f G^\circ (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$
$\text{Al}_2\text{O}_3 (\text{s})$	- 1582
CuO (s)	- 127
CaO (s)	- 604
$\text{SiO}_2 (\text{s})$	- 956
ZnO (s)	- 318

39. Para que la siguiente reacción redox esté ajustada en medio básico:
- $$a \text{Mn}^{2+}(\text{ac}) + b \text{MnO}_4^-(\text{ac}) \rightarrow c \text{MnO}_2(\text{s})$$
- los coeficientes estequiométricos **a**, **b** y **c** deben ser respectivamente:
- 1, 1 y 2
  - 2, 3 y 4
  - 3, 2 y 5
  - 3, 3 y 6
  - Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

40. Se construye una celda voltaica con un compartimento de electrodo que consta de una tira de plata colocada en una disolución de nitrato de plata 1 M y otro compartimento de electrodo que consta de una tira de hierro colocada en una disolución de concentración en  $\text{Fe}^{2+}$  1 M. Para esta celda:  
*DATOS:*  $E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$ ;  $E^{\circ}(\text{Ag}^{+}/\text{Ag}) = +0,799 \text{ V}$
- El electrodo  $\text{Ag}^{+}/\text{Ag}$  es el cátodo de la celda voltaica
  - El electrodo  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  es el cátodo de la celda voltaica
  - La plata metálica se oxida
  - El  $\text{Fe}^{2+}$  se reduce
  - Los electrones fluyen del electrodo  $\text{Ag}^{+}/\text{Ag}$  al electrodo  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$
41. Un reloj digital consume 0,24 mA de su batería de mercurio, en la que tiene lugar la reacción:  
$$\text{HgO}(\text{s}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{ZnO}(\text{s}) + \text{Hg}(\ell)$$
  
El tiempo de vida de la batería, que contiene 4,00 g de HgO es de:  
*Datos:* Masa atómicas ( $u$ ):  $O = 16,0$ ;  $\text{Hg} = 200,6$ .  $1 F = 96485 \text{ C}$
- 98 días
  - 101 días
  - 172 días
  - 241 días
  - 273 días
42. De los siguientes compuestos orgánicos, indique el que **NO** es un isómero del 2-metilbutanal:
- 1,3-butadien-2-ol
  - Dimetilpropanal
  - 2-pentanona
  - 1-penten-1-ol
  - Pentanal
43. Cuando se trata una sustancia como el etanol con un oxidante como el dicromato de potasio en medio ácido se obtiene preferentemente:
- Dióxido de carbono y agua
  - Eteno
  - Etino
  - 1,2-etanodiol
  - Etanal
44. ¿Cuántos isómeros podemos encontrar para el dicloroetano?
- 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - Ninguno
45. Cuando el acetato de etilo (etanoato de etilo) se hidroliza en presencia de una disolución de hidróxido de sodio se produce:
- 2-butanona y etanol
  - Ácido acético y etanal
  - Acetato de sodio y dietiléter
  - Acetato de sodio y etanol
  - Ácido acético, etanol y agua



EXAMEN DE PROBLEMAS - 1

INSTRUCCIONES

- La resolución del examen debe entregarse en las hojas indicadas en cada caso, escribiendo el código del alumno en el espacio reservado al efecto.
- Podrán usarse folios en blanco para planificar o realizar las operaciones en cada parte. Estas hojas NO se entregarán al finalizar el examen.
- No se permite el uso de calculadoras programables, el uso de libros de texto, Tabla del sistema periódico ni cualquier otro tipo de material (formularios, etc.)
- No se permite la entrada al examen con teléfono móvil o cualquier otro dispositivo electrónico, salvo calculadoras no programables.
- Se proponen para su resolución 4 problemas con distintos apartados.
- Este examen contribuye con un 60 % a la calificación final

PROBLEMA 1

Las baterías plomo-ácido utilizadas en los automóviles están constituidas por un conjunto de rejillas, fabricadas con una aleación de plomo, calcio, plata y estaño, que actúan como armazón y soporte de los materiales activos y son conductoras de la corriente eléctrica. En la fabricación de la batería, estas rejillas se impregnan con una pasta de óxido de plomo(II), se introducen en separadores de PVC o PE y se distribuyen en grupos que se introducen en la caja de la batería, a la que se añade el electrolito formado por ácido sulfúrico y agua desionizada en proporción 1:3. En el proceso de carga de la batería se generan dos tipos de electrodos: uno representado por el par  $PbSO_4 | Pb$  y  $PbO_2 | PbSO_4$ .

**Datos:**  $E^\circ(PbSO_4|Pb) = -0,359 V$ ;  $E^\circ(PbO_2|PbSO_4) = 1,691 V$ ;  $1 F = 96485 C mol^{-1}$

Masas atómicas ( $u$ ):  $Pb = 207,2$ ;  $C = 12,0$ ;  $S = 32,1$ ;  $O = 16,0$ .

$K_{PS}(PbCO_3) = 7,40 \times 10^{-14}$

- Indique el ánodo y el cátodo de la batería y la reacción química global que tendrá lugar durante el funcionamiento espontáneo de la batería.....**5,0 puntos**
- Calcule el potencial estándar de la batería y la cantidad de sulfato de plomo(II) que se formará cuando la batería produzca 48244 culombios.....**3,0 puntos**
- En el proceso de fabricación de estas baterías se originan aguas residuales que contienen 180 ppm de  $Pb^{2+}$ , que es necesario eliminar antes de realizar su vertido. Un procedimiento para realizar esta eliminación es precipitar de forma estequiométrica el  $Pb^{2+}$  mediante tratamiento con carbonato de sodio. Calcule la cantidad de lodos (de composición 40 % de  $PbCO_3$  y 60 % de agua), que se originarán en el tratamiento de un metro cúbico de agua residual.....**7,0 puntos**
- Calcule la concentración de  $Pb^{2+}$  residual, en ppm, que permanecerá disuelta en el agua después del tratamiento descrito en el apartado anterior .....**10,0 puntos**

PROBLEMA 2

EXAMEN DE PROBLEMAS - 2

En España, al terminar la guerra civil (1939), debido a las dificultades de abastecerse de petróleo en el mercado mundial, se extendió el uso de gasógeno. Se trataba de un dispositivo que se colocaba en algún lugar de un coche (o en un carrito accesorio) y que permitía obtener el **gas de gasógeno**, o gas pobre, mediante una gasificación de biomasa sólida (leña o residuos agrícolas, con un contenido en humedad inferior al 20%), realizada haciendo pasar una pequeña cantidad de aire, a gran velocidad, a través de la biomasa en combustión.

El oxígeno del aire reacciona con el carbono contenido en la biomasa proporcionando CO y CO<sub>2</sub>; este último se reduce a su vez a CO en contacto con la biomasa incandescente. Por su parte, el vapor de agua procedente de la humedad del combustible se disocia produciendo hidrógeno y liberando oxígeno, el cual se combina con el carbono para producir más óxidos de carbono. También se obtienen hidrocarburos (principalmente metano) y, al emplearse aire, el contenido en nitrógeno del gas formado es elevado. En resumen, se obtiene un gas denominado *gas de gasógeno*, debido a su reducido poder calorífico (3,4 a 5,4 MJ/m<sup>3</sup>) pero que se puede usar para mover un motor.

Desde el punto de vista químico, una vez generado el dióxido de carbono, con el carbón a alta temperatura se establece el equilibrio:



DATOS: Composición mayoritaria del aire seco: 21 % de O<sub>2</sub> y 79 % de N<sub>2</sub> en volumen.

Entalpías de formación (kJ·mol<sup>-1</sup>): CO(g) = - 110,5; CO<sub>2</sub>(g) = - 393,5; CaCO<sub>3</sub>(s) = - 1207; CaO(s) = - 635

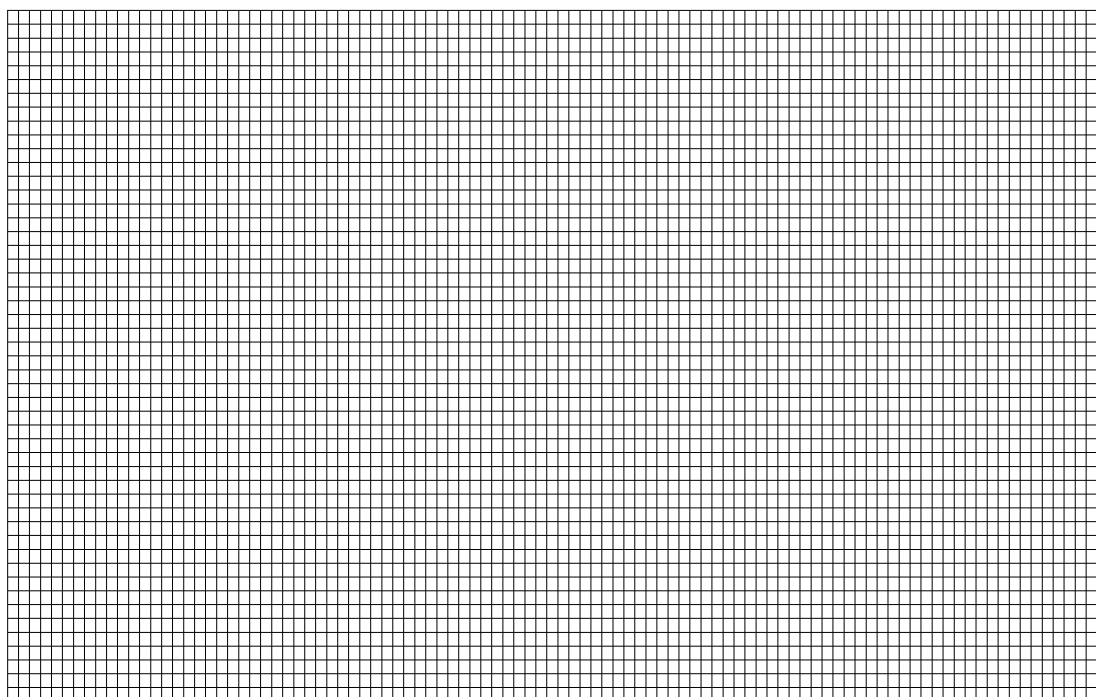
R = 8,31 J·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup> = 0,082 atm·L·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>

Entropías (J·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>): CO(g) = 197,6; CO<sub>2</sub>(g) = 213,79; C(grafito) = 5,69; O<sub>2</sub>(g) = 49



- Escriba las reacciones de formación de los dos posibles óxidos de carbono que se forman en la reacción del carbono con un mol de dióxido de carbono (en condiciones estándar) ----- (1 punto)
- Calcule  $\Delta_r G^0$  para ambas reacciones en función de la temperatura (suponiendo que los valores de  $\Delta_r H^0$  y  $\Delta_r S^0$  son independientes de la temperatura) ----- (4 puntos)
- Represente gráficamente  $\Delta_r G^0$  de las reacciones A y B frente a la temperatura en el intervalo de 500 a 1500 K interpretando la gráfica obtenida. ----- (2 puntos)

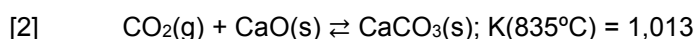
EXAMEN DE PROBLEMAS - 3



- d. Estudie la variación de la espontaneidad de la reacción  $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2 CO(g)$ , en función de la temperatura, e indique el intervalo de temperatura en que será espontánea.-----**5 puntos**
- e. Determine la composición del gas de gasógeno que se obtiene al hacer pasar, a la presión de 1 atm y con una temperatura exterior de 25 °C, una corriente de aire seco de 100 L·s<sup>-1</sup> a través del carbón al rojo suponiendo que, inicialmente, la reacción del oxígeno con carbón para formar dióxido de carbono es estequiométrica, de forma que se consume todo el oxígeno que entra en el reactor.-----**6 puntos**
- f. Explique cómo podría mejorar el rendimiento del proceso. -----**2 puntos**

El dióxido de carbono es una fuente de confort (si no fuese por el efecto invernadero las temperaturas serían muchísimo más bajas que en la actualidad) pero, debido al consumo de combustibles derivados del petróleo en la calefacción de los edificios, en el transporte, etc., la producción de CO<sub>2</sub> se ha disparado con lo que el efecto invernadero antropogénico ha aumentado notablemente. En los últimos años, en España (y en todo el mundo), para minimizar este efecto, se están desarrollando planes de investigación para “capturar” el CO<sub>2</sub>.

Uno de estos proyectos se desarrolla en la central térmica de “La Pereda” (situada a 9 km de Oviedo). Su principal objetivo es capturar el dióxido de carbono mediante reacción con óxido de calcio a temperatura elevada, a la cual se alcanza el equilibrio:



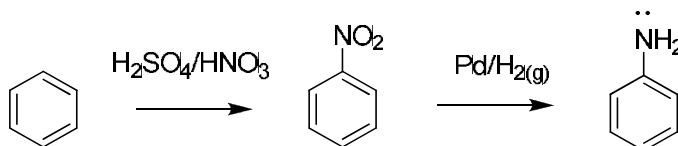
En los estudios previos, han logrado “capturar” diariamente 8 tm de CO<sub>2</sub> con un rendimiento del 90 %.

- g. En este equilibrio, la presión del dióxido de carbono a 700 °C es de 0,030 atm y a 950 °C es de 2,41 atm. Calcule la entalpía de ese proceso a partir de los datos indicados y compárela con la obtenida a partir de datos termodinámicos. -----**5 puntos**

EXAMEN DE PROBLEMAS - 4

PROBLEMA 3

Por reacción de dióxido de nitrógeno con agua puede obtenerse ácido nítrico (hidroxidodioxidonitrógeno), regenerándose monóxido de nitrógeno. Entre otras aplicaciones, el ácido nítrico se emplea en la síntesis del compuesto orgánico anilina (fenilamina) como se muestra en el siguiente esquema:



La anilina es usada para fabricar una amplia variedad de productos como por ejemplo la espuma de poliuretano, productos químicos agrícolas, pinturas sintéticas, antioxidantes, estabilizadores para la industria del caucho, herbicidas, barnices y explosivos.

Datos:  $pK_b(\text{anilina}) = 9,42$ ; Masas atómicas ( $u$ ):  $H = 1,0$ ;  $C = 12,0$ ;  $N = 14,0$

- A partir de la fórmula estructural de la anilina justifique: la solubilidad en agua de la anilina (3,6 g de anilina en 100 mL de agua) y su comportamiento como base débil----- (8,0 puntos)
- Una alícuota de 50,0 mL de una disolución saturada de anilina se diluye con agua destilada hasta un volumen final de 250,0 mL. Calcule el pH de la disolución resultante y el grado de protonación de la anilina----- (8,0 puntos)
- Si se añade suficiente ácido clorhídrico para neutralizar al 50 % de la anilina presente en la disolución del apartado anterior. Calcule el pH de la disolución resultante de la neutralización parcial ----- (9,0 puntos)

#### PROBLEMA 4

Una joven estrella de los programas infantiles de televisión fue encontrada muerta en la habitación de su hotel. Su estilo de vida era saludable, su peso era de 50 kg, y su entusiasmo por hacer nuevas cosas era grande, pero el día de su fallecimiento le dolía la cabeza y se tomó una cápsula comprada en una farmacia próxima. Su extraña muerte está siendo investigada por un equipo de la policía científica que ha encontrado varias personas sospechosas:

¿Cuál o cuáles de los sospechosos podrían ser responsables de la muerte de la estrella infantil? Justifique en cada caso la respuesta.

#### DATOS

Masas atómicas ( $u$ ):  $H = 1,0$ ;  $C = 12,0$ ;  $N = 14,0$ ;  $K = 39,1$ ;  $S = 32,1$ ;  $Ba = 137,3$

Densidad del agua =  $1 \text{ g/cm}^3$ ; Velocidad de la luz =  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

- a. Sospechoso 1: Este sospechoso se ha confesado autor del crimen. Es un viejo rival cuyos programas han ido perdiendo audiencia debido al ascenso de nuestra joven estrella. Según su relato, había leído que el bario en su forma iónica era altamente tóxico y le suministró a la joven sulfato de bario disuelto en un vaso de agua. La policía ha calculado que pudo ingerir unos 100 mL de esta disolución. La dosis letal para esta persona es de 0,8 g de  $Ba^{2+}(ac)$ . La constante del producto de solubilidad del sulfato de bario es  $1,05 \times 10^{-10}$ .  
----- (5,0 puntos)
- b. Sospechoso 2: Es un hombre de mediana edad que ha dicho no utilizar cosméticos pero cuya ropa contiene restos de maquillaje. Un análisis espectroscópico del maquillaje hallado en la ropa del sospechoso, da lugar a señales cuyas frecuencias han sido:  $1,2 \times 10^{15} \text{ Hz}$ ,  $1,34 \times 10^{15} \text{ kHz}$ ,  $1,9 \times 10^{17} \text{ MHz}$  y  $1,34 \times 10^{15} \text{ Hz}$ . La víctima solía llevar un maquillaje blanco perlado característico. El efecto del blanco perlado en cosmética lo confiere el compuesto de bismuto  $BiOCl$ . La policía sabe que el bismuto se puede detectar porque presenta una línea característica a  $2231 \text{ \AA}$ .  
----- (4,0 puntos)
- c. Sospechoso 3: La policía ha encontrado en casa de una amiga de la víctima una botella sin etiqueta que contiene un líquido sospechoso. Un análisis elemental de 5 g del líquido revela que está formado por 1,935 g de carbono, 0,484 g de hidrógeno y 2,581 g de oxígeno. Al mezclar 5 g de ese líquido con 100 ml de agua se observa que la temperatura de congelación de la muestra es  $-1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . La policía sabe que 6,84 g de sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) en 200 ml de agua solidifican a  $-0,186 \text{ }^\circ\text{C}$  y que el etilenglicol (1,2—etanodiol) es un líquido anticongelante muy tóxico. ----- (11,0 puntos)
- d. Sospechoso 4: La policía analizó las cápsulas que compró la joven en la farmacia y encontró que estaban contaminadas con cianuro de potasio, probablemente debido a un error de fabricación. En el estómago de la joven, de 800 mL de capacidad, se encontró una disolución  $4,80 \times 10^{-5} \text{ M}$  de cianuro de potasio. La policía sabe que la  $DL_{50}$  (dosis letal para el 50% de los sujetos ensayados) del cianuro del potasio en ratas es 50 mg por kilogramo de masa corporal y que se puede suponer que en los humanos es similar. ----- (5,0 puntos)