

VI OLIMPIADA REGIONAL DE QUÍMICA. 2001

PROBLEMA 1

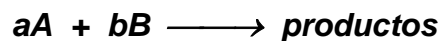
Una muestra de 3 g, mezcla de cloruro de amonio, $(\text{NH}_4)\text{Cl}$, y cloruro de sodio, NaCl , se disuelve en 60 cm^3 de una disolución de hidróxido de sodio que contiene $26 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de $\text{Na}(\text{OH})$. Se hierve la disolución resultante hasta conseguir el desprendimiento de todo el amoníaco formado. El exceso de $\text{Na}(\text{OH})$ se valora, hasta neutralización, con 24 cm^3 de una disolución de ácido sulfúrico que contiene $39.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de H_2SO_4 .

Calcule el contenido de cloruro de amonio en la muestra original.

Masas atómicas relativas: $\text{H} = 1$; $\text{N} = 14$; $\text{O} = 16$; $\text{Na} = 23$; $\text{S} = 32$; $\text{Cl} = 35.5$

PROBLEMA 2

Con el objeto de identificar la cinética de una reacción del tipo



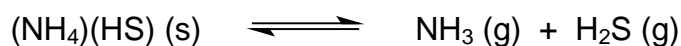
se determinaron en el laboratorio las velocidades iniciales de la reacción para distintos valores de concentración de los reactivos, siempre en las mismas condiciones de P y T; la siguiente tabla muestra los valores de cada uno de los parámetros medidos.

Experiencia	[A] ₀ (M)	[B] ₀ (M)	Velocidad inicial (M·s ⁻¹)
1	0.02	0.01	0.00044
2	0.02	0.02	0.00176
3	0.04	0.2	0.00352
4	0.04	0.04	0.01408

- Encuentre el valor del orden de la reacción respecto del reactivo **A**, del **B**, y el total.
- Determine la constante de velocidad de esta reacción.
- Sabiendo que la constante de velocidad se multiplica por 74 cuando la temperatura a la que se realiza la reacción pasa de 300 a 400 K, halle la energía de activación.

PROBLEMA 3

El hidrogenosulfuro de amonio, $(\text{NH}_4)(\text{HS})$ (s), es un compuesto inestable que se descompone fácilmente en amoníaco, NH_3 (g), y sulfuro de hidrógeno, H_2S (g).



Se conocen los siguientes datos termodinámicos, a 25 °C

COMPUESTO	ΔH_f° (kJ mol ⁻¹)	ΔS_f° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
$(\text{NH}_4)(\text{HS})$ (s)	- 156.9	113.4
NH_3 (g)	- 45.9	192.6
H_2S (g)	- 20.4	205.6

Justifique, adecuadamente, si en las condiciones indicadas el proceso es

- exotérmico o endotérmico,
- espontáneo o no espontáneo.
- Determine la constante de equilibrio K_p para esta reacción a 25 °C.

Suponga que se coloca 1.00 mol de $(\text{NH}_4)(\text{HS})$ (s) en un recipiente vacío de 25.00 litros y se cierra éste.

- ¿Cuál será la presión reinante en el recipiente cuando se haya llegado al equilibrio a la temperatura de 25 °C?

NOTA: Considere despreciable el volumen de $(\text{NH}_4)(\text{HS})$ (s).

PROBLEMA 4

Al hacer incidir una cierta radiación sobre átomos de un mismo elemento se observa un espectro de emisión, entre cuyas líneas aparecen las correspondientes a las frecuencias $6.028 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$ y $2.098 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$.

Determine:

- la naturaleza de los átomos irradiados,
- la frecuencia de la radiación incidente,
- el tamaño de los átomos excitados.

DATOS

Suponga aplicable el modelo atómico de Bohr.

Para este modelo se cumple : $E = -13.2(Z^2/n^2) \text{ eV}$.

En su estado fundamental, el átomo de hidrógeno tiene un radio de 0.529 \AA .

$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$.

SUPUESTO PRÁCTICO

Se desconoce la capacidad de cada uno de los siguientes recipientes, utilizados frecuentemente en el laboratorio:

- a) Matraz redondo b) Matraz Erlenmeyer c) Matraz aforado
d) Bureta e) Probeta

pero se sabe que hay uno de 25 cm³, otro de 50 cm³, otro de 100 cm³, otro de 250 cm³ y un último de 500 cm³.

Cada uno de ellos contiene uno de los siguientes elementos:

- 1) plata 2) mercurio 3) cloro 4) nitrógeno 5) azufre

Se desea conocer, de acuerdo a la información que a continuación se proporciona, el elemento que contiene cada recipiente y su capacidad.

- i) El elemento que se emplea en los termómetros está en la bureta.
- ii) El gas presente en la atmósfera se encuentra en un recipiente de mayor volumen que el que contiene al elemento empleado en fotografía.
- iii) El matraz redondo está lleno de, aproximadamente, 0.73 g de un elemento gaseoso.
- iv) El elemento que se encuentra en el recipiente empleado para la preparación de disoluciones de concentración conocida lo usan algunas bacterias que se encuentran en las raíces de las plantas.
- v) El elemento que cuando se encuentra como impureza en los combustibles provoca lluvia ácida está en la probeta, que no es el recipiente más pequeño ni el más grande.
- vi) En el recipiente más pequeño está un líquido que forma una amalgama con el elemento que está en el recipiente de 50 cm³.

Complete el siguiente cuadro con sus respuestas

RECIPIENTE	ELEMENTO	VOLUMEN

1. Indique cuál de los siguientes es un proceso químico.
- Fusión del cloruro sódico.**
 - Sublimación de mercurio.**
 - Combustión de azufre.**
 - Disolución de sal en agua.**
2. El carburo de calcio, CaC_2 , usado para producir acetileno se prepara de acuerdo a la ecuación química $\text{CaO (s)} + \text{C (s)} \longrightarrow \text{CaC}_2 \text{ (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)}$
Si una mezcla sólida contiene 1150 g de cada reactivo, ¿cuántos gramos de carburo de calcio se pueden preparar?
- 1314.2 g**
 - 2044.4 g**
 - 6133 g**
 - 1006.2 g**
3. ¿Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas puede corresponderle a un átomo en su estado fundamental?
- $1s^2 2s^3 2p^6$**
 - $1s^2 2s^2 2p^8 3s^2 3p^6 3d^7$**
 - $1s^2 2s^2 2p^4$**
 - $1s^2 2s^2 3s^2 3p^6$**
4. ¿Cuál de las siguientes moléculas tendrá momento dipolar cero según su geometría?
- H_2S**
 - PF_3**
 - BeF_2**
 - NH_3**
5. ¿Cuál de los siguientes compuestos NO ES AROMÁTICO?
- Tolueno**
 - Benceno**
 - Fenol**
 - Acetileno**
6. La velocidad de una reacción se cuadruplica cuando la concentración de un reactivo se duplica. ¿Cuál es el orden de reacción respecto de este reactivo?
- 1**
 - 2**
 - 3**
 - 4**
7. La reacción: $\text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2 \text{ (g)} \longrightarrow \text{CO (g)} + \text{H}_2\text{O (g)}$, no es espontánea a 25°C pero si lo es a temperaturas superiores. Se tiene que cumplir, por tanto, que
- $\Delta\text{H} > 0$ y $\Delta\text{S} > 0$**
 - $\Delta\text{H} > 0$ y $\Delta\text{S} < 0$**
 - $\Delta\text{H} < 0$ y $\Delta\text{S} < 0$**
 - $\Delta\text{H} < 0$ y $\Delta\text{S} > 0$**
8. Sabiendo que la densidad de un gas respecto de la del helio es igual a 19.5, y que la masa atómica relativa del He es 4, ¿cuál debe ser la masa molar relativa de dicho gas?
- 19.5**
 - 39.0**
 - 58.5**
 - 78.0**

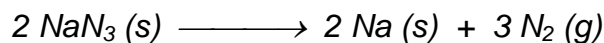
9. ¿Cuál de los siguientes procesos se producirá con mayor variación de energía?

- a) $\text{Si(g)} \longrightarrow \text{Si}^+(\text{g}) + \text{e}^-$
- b) $\text{Si}^+(\text{g)} \longrightarrow \text{Si}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^-$
- c) $\text{Si}^{2+}(\text{g)} \longrightarrow \text{Si}^{3+}(\text{g}) + \text{e}^-$
- d) $\text{Si}^{3+}(\text{g)} \longrightarrow \text{Si}^{4+}(\text{g}) + \text{e}^-$

10. Los átomos de un elemento "X" tienen en su núcleo 20 protones. Los estados de oxidación más comunes de este elemento deben ser

- a) 0 y +2
- b) -1, 0 y +1
- c) 0, +1 y +2
- d) 0, +2, +4 y +6

11. La azida de sodio, NaN_3 , se utiliza en los "airbag" de los automóviles. El impacto de una colisión desencadena la descomposición del NaN_3 de acuerdo a la siguiente ecuación



El nitrógeno gaseoso producido infla rápidamente la bolsa que sirve de protección al conductor y acompañante. ¿Cuál es el volumen de N_2 generado, a 21°C y 823 torr (mm de Hg), por la descomposición de 60.0 g de NaN_3 ?

- a) 2.19 L
- b) 30.8 L
- c) 61.7 L
- d) 173.2 L

12. Considerando el equilibrio dado por la ecuación $\text{PCl}_5 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$, al disminuir la cantidad de cloro en la mezcla en equilibrio

- a) aumenta la cantidad de $\text{PCl}_3 (\text{g})$ y disminuye la de $\text{PCl}_5 (\text{g})$
- b) aumenta la cantidad de $\text{PCl}_3 (\text{g})$ y la de $\text{PCl}_5 (\text{g})$
- c) aumenta la cantidad de $\text{PCl}_5 (\text{g})$ y disminuye la de $\text{PCl}_3 (\text{g})$
- d) disminuye la cantidad de $\text{PCl}_5 (\text{g})$ y la de $\text{PCl}_3 (\text{g})$

13. Si se quema un trozo de grafito de alta pureza se debe formar

- a) $\text{Ca}(\text{CO}_3)$
- b) CO_2
- c) H_2CO_3
- d) O_2

14. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **incorrecta**?

- a) Las propiedades químicas de los elementos son función periódica de sus números atómicos.
- b) Hay más elementos no metálicos que metálicos.
- c) Hay unos cuantos elementos que tienen propiedades intermedias entre las de los metales y las de los no metales.
- d) El comportamiento metálico disminuye al ir de izquierda a derecha a lo largo de un período.

15. Si se introducen masas iguales de oxígeno y nitrógeno en distintos recipientes, pero de igual volumen y a la misma temperatura, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?

- a) Ambos recipientes tienen el mismo número de moléculas.
- b) La presión en el recipiente del nitrógeno es mayor que en el del oxígeno.
- c) En el recipiente de oxígeno se encuentra un mayor número de moléculas.
- d) El nitrógeno tiene una mayor energía cinética media por mol.

16. Una disolución acuosa de ácido sulfúrico al 40 % tiene una densidad de 1.3 g cm^{-3} . La concentración de dicha disolución vale

- a) 10.6 N
- b) 46.4 N
- c) 23.2 N
- d) 20.8 N

17. Por definición, el número de masa o "número másico" de un átomo indica

- a) la suma de electrones más protones presentes en el átomo
- b) la suma de neutrones más protones presentes en el átomo
- c) el número de neutrones presentes en el átomo
- d) el número de protones presentes en el átomo

18. De acuerdo a los valores de electronegatividades de Pauling de los elementos indicados

S	W	U	Y	Z	X	T	V
0.82	0.93	1.00	2.04	2.2	2.55	2.96	3.04

¿Cuál de los siguientes compuestos hipotéticos presentará mayor carácter covalente?

- a) WV
- b) XU
- c) YT
- d) ZX

19. De entre las reacciones químicas más estudiadas en termoquímica se encuentra la de combustión del butano



¿Qué cantidad de energía se liberará si se queman 200 g de este gas?

- a) 184.2 kcal
- b) 368.3 kcal
- c) 1095 kcal
- d) 2190 kcal

20. La energía de activación de una reacción química puede disminuirse

- a) aumentando la temperatura a la que tiene lugar la reacción.
- b) aumentando la concentración de uno o de todos los reactivos.
- c) introduciendo un catalizador en el sistema en reacción.
- d) comprimiendo el sistema en reacción.

21. Para el equilibrio imaginario indicado por la ecuación química: $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$, se debe cumplir que

- a) la velocidad de la reacción directa es igual a la velocidad de la reacción inversa
- b) las concentraciones de A y B pueden variar pero el producto de ambas, $[A][B]$, debe permanecer constante
- c) no ocurre ningún tipo de reacción porque ya se ha alcanzado el equilibrio
- d) los coeficientes estequiométricos de cada especie deben ser idénticos

22. ¿A cuál de las siguientes especies químicas cabe asignarle un menor radio iónico?

- a) F^-
- b) Na^+
- c) Mg^{2+}
- d) Al^{3+}

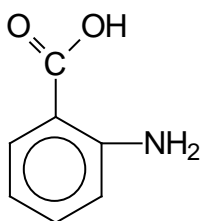
23. Uno de los silicatos utilizados para la fabricación del cemento Portland contiene el 52.7 % de calcio, 12.3 % de silicio y 35 % de oxígeno. Su fórmula molecular debe ser

- a) $\text{Ca}_2(\text{Si}_2\text{O}_6)$
- b) $\text{Ca}(\text{SiO}_3)$
- c) $\text{Ca}_2(\text{SiO}_4)$
- d) $\text{Ca}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)$

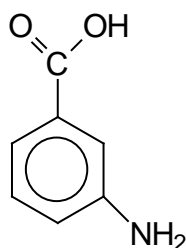
24. El titanio se usa en aleaciones metálicas y como sustituto del aluminio. La relativa inercia del titanio lo hacen también eficaz en la fabricación de prótesis en traumatología. La configuración electrónica del titanio es

- a) $[\text{Ar}] 4s^2 3d^2$
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$
- c) $[\text{He}] 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$
- d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$

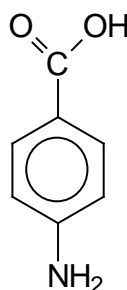
25. Algunas lociones utilizadas para protegernos de las quemaduras del sol contienen cierta cantidad de ácido p-aminobenzenocarboxílico (parabeno), cuya fórmula es



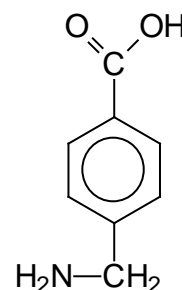
a)



b)



c)



d)

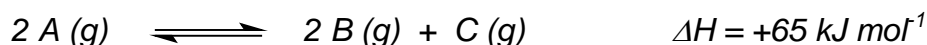
26. La geometría del átomo de carbono en la molécula de eteno es

- a) cúbica
- b) lineal
- c) trigonal
- d) tetraédrica

27. ¿Cuál de los siguientes compuestos químicos orgánicos pudo haberse formado por reacción de un alcohol primario y un ácido carboxílico?

- a) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOCH}_3$
- b) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
- c) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$
- d) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3$

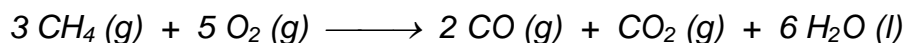
28. Un recipiente cerrado, de volumen $V \text{ cm}^3$, contiene 2 moles de un gas A. A la temperatura de 25°C , el gas se descompone de acuerdo a la ecuación química



alcanzándose el equilibrio cuando en el recipiente están presentes X moles de C y la presión reinante es de $P \text{ atm}$. ¿Cuántos moles forman la mezcla gaseosa en equilibrio?

- a) $2 - X$
- b) $2 - 2X$
- c) $2X$
- d) $2 + X$

29. La falta de oxígeno durante la combustión de un hidrocarburo como el metano genera un gas altamente tóxico, el monóxido de carbono. La siguiente ecuación química ilustra este proceso



Si como consecuencia de este proceso se obtienen 50 g de una mezcla de CO y CO₂, ¿cuántos moles de metano se consumieron?

- a) 0.5
- b) 1.0
- c) 1.5
- d) 2.0

30. El etanol comercial se vende como un azeótropo que contiene 4 % en volumen de agua, por esta razón se le conoce como alcohol de 96° (96% en volumen de etanol). Si la densidad de la mezcla es de 0.815 g cm⁻³ y la del agua es 1.000 g cm⁻³, la fracción molar del agua en esta mezcla será de

- a) 0.096
- b) 0.117
- c) 0.680
- d) 0.753

31. ¿De cuál de los siguientes compuestos orgánicos se puede decir que no presenta isómeros?

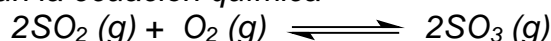
- a) 1,1-dicloroetano
- b) butano
- c) ácido 2-hidroxipropanoico
- d) benceno

32. Por reacción del propeno y el cloro se obtiene 1,2-dicloropropano. Considerando las energías de enlace de la tabla adjunta, medidas todas en las condiciones de reacción, ¿cuál debe ser la variación de entalpía de la reacción indicada?

Enlace	C-C	C-Cl	C=C	Cl-Cl
Energía (kJ mol ⁻¹)	348	338	612	242

- a) + 612 + 242 + (2 x 338) + 348 kJ mol⁻¹
- b) - 612 - 242 - (2 x 338) - 348 kJ mol⁻¹
- c) - 612 + 242 + (2 x 338) + 348 kJ mol⁻¹
- d) + 612 + 242 - (2 x 338) - 348 kJ mol⁻¹

33. El dióxido de azufre reacciona con el oxígeno, en un recipiente cerrado, para formar trióxido de azufre, según la ecuación química



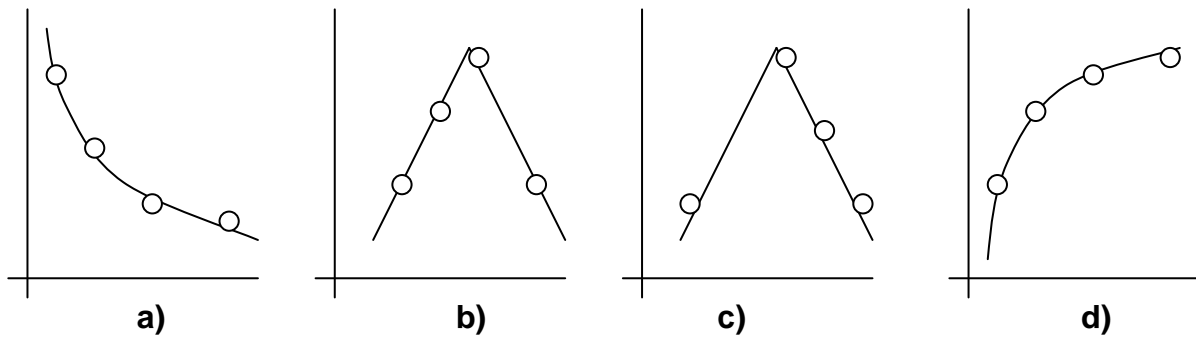
Una vez alcanzado el equilibrio en el recipiente de volumen fijo, se puede decir que:

- a) se ha gastado todo el SO₂ y O₂ iniciales.
- b) el SO₂ y el O₂ ya no reaccionan para formar SO₃
- c) el SO₃ no se descompone para dar SO₂ y O₂
- d) la cantidad de SO₃ permanece invariable.

34. El hecho de que el cloruro de hidrógeno gaseoso se disuelva bien tanto en disolventes polares como en algunos no polares debe achacarse a que

- a) la un ion entre los átomos de ambos elementos es covalente polar.
- b) Existe entre las moléculas enlace por puente de hidrógeno.
- c) Aparecen uniones por fuerzas de Van der Waals entre las moléculas.
- d) Es una molécula resonante.

35. ¿Cuál de las siguientes gráficas podría llevar rotulado en el eje X: Tiempo, y en el eje Y: Masa de reactante, en una reacción de 1^{er} orden?



36. Una manera de recuperar plata metálica en el laboratorio es por calentamiento, a 800 °C y en un crisol de porcelana, de una mezcla de $\text{Na}_2(\text{CO}_3)$, $\text{K}(\text{NO}_3)$ y AgCl , en las proporciones molares 4:3:2 respectivamente. La masa total de mezcla que hay que poner en el crisol para obtener un mol de plata es

- a) 350.3 g
- b) 506.8 g
- c) 700.6 g
- d) 1019.6 g

37. ¿Cuál de los siguientes elementos puede encontrarse en la naturaleza en forma nativa?

- a) Oro
- b) Calcio
- c) Sodio
- d) Cinc

38. Las sustancia P y Q reaccionan para formar productos, siendo 3 el orden global de esa reacción. ¿Cuál de las siguientes ecuaciones de velocidad podría no ser correcta para describir el proceso?

- a) $v = k[\text{P}]^2[\text{Q}]$
- b) $v = k[\text{P}]^0[\text{Q}]^3$
- c) $v = k[\text{P}][\text{Q}]^2$
- d) $v = k[\text{P}][\text{Q}]^3$

39. Las feromonas son un tipo especial de compuestos secretados por las hembras de muchas especies de insectos con el fin de atraer a los machos para el apareamiento. Una feromona tiene de fórmula molecular $\text{C}_{19}\text{H}_{38}\text{O}$. La cantidad de feromona normalmente secretada por una hembra es de 1.0×10^{-12} g, aproximadamente. ¿Cuántas moléculas de feromona hay en esa cantidad?

- a) 1.66×10^{-36}
- b) 3.54×10^{-15}
- c) 2.13×10^9
- d) 6.02×10^{11}

40. Las disoluciones de sacarosa (azúcar común) se utilizan para la preparación de almíbar. En un laboratorio de una industria conservera se está probando un jarabe que contiene 17.1 g de sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) y 100 cm^3 de agua. Si la densidad de esta disolución, a 20 °C, es 1.10 g cm^{-3} , ¿cuál es su molaridad?

- a) 0.469 M
- b) 0.500 M
- c) 4.69 M
- d) 5.00 M