

**Cuestiones y problemas resueltos en la
OLIMPIADA DE QUÍMICA de Castilla y
León de 2024**

**Material recopilado por Javier Barrio
Pérez y Dulce María Andrés Cabrerizo**

Instrucciones

Cuestiones

INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN DE CUESTIONES

- ✓ Se presentan cuarenta cuestiones para resolver en un tiempo máximo de 2 horas.
- ✓ Conteste a las preguntas en la hoja de respuestas suministrada.
- ✓ Sólo hay una respuesta correcta para cada cuestión.
- ✓ Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto, en blanco 0, y cada incorrecta restará 0,25.
- ✓ No se permiten calculadoras programables, ni libros de texto.
- ✓ Pueden usarse sólo bolígrafos de tinta azul o negra.
- ✓ El examen de cuestiones pondera el 40 % de la calificación final.
- ✓ **NO SE PERMITE LA ENTRADA AL EXAMEN CON TELÉFONO MÓVIL U OTRO DISPOSITIVO ELECTRÓNICO.**

Problemas

INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN DE PROBLEMAS

- ✓ Se presentan cuatro problemas para resolver en un tiempo máximo de 2 horas.
- ✓ El examen de problemas pondera el 60 % de la calificación final y cada problema se puntúa sobre 100 puntos.
- ✓ No deben existir ningún tipo de señal que identifique al alumno en las hojas de los problemas, con el fin de garantizar el anonimato.
- ✓ Tienen folios en blanco que pueden usarse para realizar operaciones y que **NO** deben entregarse al finalizar el examen.
- ✓ No se permiten calculadoras programables, ni Tabla Periódica propia.
- ✓ Pueden usarse sólo bolígrafos de tinta azul o negra.
- ✓ **NO SE PERMITE LA ENTRADA AL EXAMEN CON TELÉFONO MÓVIL U OTRO DISPOSITIVO ELECTRÓNICO.**

Tabla periódica de los elementos químicos y algunas constantes de interés

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,0																	2 He 4,0
3 Li 6,9	4 Be 9,0											5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2
11 Na 23,0	12 Mg 24,3											13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,0	17 Cl 35,5	18 Ar 40,0
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 51,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,9	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,6	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc [98]	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm 144,9	62 Sm 150,4	63 Eu 152	64 Gd 157,2	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175	
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np 237,0	94 Pu 244,2	95 Am 243,2	96 Cm 247,1	97 Bk 247,1	98 Cf 251,1	99 Es 252,1	100 Fm 257,1	101 Md 258,1	102 No 259,1	103 Lr 262,1	

Tabla periódica

57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm 144,9	62 Sm 150,4	63 Eu 152	64 Gd 157,2	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175
89 Ac 227,0	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np 237,0	94 Pu 244,2	95 Am 243,2	96 Cm 247,1	97 Bk 247,1	98 Cf 251,1	99 Es 252,1	100 Fm 257,1	101 Md 258,1	102 No 259,1	103 Lr 262,1

Constantes físico-químicas
 Carga elemental (e): $1,602 \cdot 10^{-19}$ C
 Constante de Avogadro (N_A): $6,022 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹
 Unidad de masa atómica (u): $1,6603 \cdot 10^{-27}$ kg
 Constante de Faraday (F): 96490 C mol⁻¹
 Constante molar de los gases (R): $8,314$ J mol⁻¹ K⁻¹ = $0,0821$ atm dm³ mol⁻¹ K⁻¹
 $c = 2,998 \cdot 10^8$ m s⁻¹
 Constante de Planck (h) = $6,626 \cdot 10^{-34}$ J s

Algunas equivalencias
 1 atm = 760 mm Hg = $1,013 \cdot 10^5$ Pa
 1 cal = 4,184 J
 1 eV = $1,602 \cdot 10^{-19}$ J
 1 u = $931,5$ MeV · c⁻²
 1 atm L = $1,013 \cdot 10^2$ J

Prueba teórica

Cuestiones

Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto, en blanco 0, y cada respuesta incorrecta con - 0,25.

Cuestiones

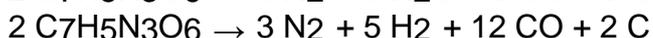
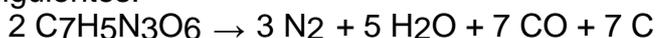
1. Si la fórmula de un compuesto químico es A_mB_n , ¿qué información cuantitativa se puede extraer de la misma?

- a) La relación entre las masas de los átomos de A y de B es m/n .
- b) En un mol de compuesto químico hay n veces más átomos de A que de B.
- c) En un mol de compuesto químico hay n veces más átomos de B que de A.
- d) En un mol de compuesto químico la relación entre el número de átomos de A y B es m/n .

2. Se analizan tres muestras sólidas, formadas cada una por un compuesto químico de los elementos químicos X e Y. En la primera se encontró un contenido de 4,31 g de X y 7,60 g de Y. La segunda se componía del 35,9 % de X y el 64,1 % de Y. Por otra parte, se observó que 0,718 g de X reaccionaban con Y para formar 2,00 g de la tercera muestra. ¿Qué se deduce de esto?

- a) Las tres muestras son el mismo compuesto químico.
- b) Las tres muestras son de distintos compuestos químicos.
- c) Las tres muestras tienen la misma fórmula empírica.
- d) Solo las muestras primera y tercera tienen la misma fórmula molecular.

3. El 2,4,6-trinitrotolueno (TNT, $C_7H_5N_3O_6$) es una sustancia explosiva. En una detonación, el TNT se descompone según las dos ecuaciones químicas siguientes:



Cuando explotan 20 mol de TNT con una completa conversión en los productos de reacción, se forman 30 mol de gas hidrógeno. ¿Cuántos moles de monóxido de carbono se formarán?

- a) 28
- b) 72
- c) 100
- d) 119

4. El átomo de azufre presenta una configuración electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. ¿Cuántos orbitales están ocupados por al menos un electrón?

- a) 12
- b) 9
- c) 8
- d) 5

5. Cuando se dice que una reacción química es explosiva, se puede afirmar que:

- a) Con eso no se tiene información ni de su cinética ni de su entalpía.
- b) Es rápida pero no sabe nada de su entalpía.
- c) Es exotérmica pero no se sabe nada de su cinética.
- d) Es rápida y exotérmica.

6. Para la siguiente reacción química de combustión:



La velocidad de desaparición de etanol es:

- a) Igual a la velocidad de desaparición de oxígeno.
- b) El doble de la velocidad de formación de CO_2 .
- c) La tercera parte de la velocidad de formación de H_2O .
- d) Tres veces mayor que la velocidad de desaparición de oxígeno.

7. Ya que la reacción química $2 \text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$, que transcurre en una sola etapa, es endotérmica y que su ecuación de velocidad es, $v = k [\text{B}]^2$:

- a) Se trata de una reacción química de orden 3.
- b) Al añadir un catalizador la reacción química se hace menos endotérmica y su velocidad de reacción aumenta.
- c) La velocidad de reacción con la que se forma C es la misma con la que desaparece B.*
- d) En cualquier momento la velocidad de reacción es constante si la temperatura no varía.

8. Se ha medido la velocidad de reacción al echar 25 mL de HCl 0,5 M sobre una cinta de magnesio a 20 °C. ¿Qué condiciones aumentarán más la velocidad de reacción?

- a) Usar magnesio en polvo y 50 mL de disolución de ácido 0,5 M a 25 °C.
- b) Usar magnesio en polvo y 25 mL de disolución de ácido 1 M a 30 °C.
- c) Usar magnesio en polvo y 50 mL de disolución de ácido 0,5 M a 30 °C.
- d) Usar una tira de magnesio y 25 mL de disolución de ácido 1 M a 30 °C.

9. Se quiere eliminar el vapor de agua de un recipiente. Utilizando la siguiente información, ¿cuál es la reacción química correspondiente al mejor reactivo desecante?

- a) $\text{Cu (s)} + \text{H}_2\text{O (g)} \rightleftharpoons \text{CuO (s)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$ $K_c = 2 \cdot 10^{-18}$
- b) $\text{CO (g)} + \text{H}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons \text{C (s)} + \text{H}_2\text{O (g)}$ $K_c = 2 \cdot 10^{17}$
- c) $2 \text{H}^+ \text{ (ac)} + \text{SO}_4^{2-} \text{ (ac)} \rightleftharpoons \text{SO}_3 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (g)}$ $K_c = 1 \cdot 10^{-28}$
- d) $\text{GdOCl (s)} + 2 \text{HCl (g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O (g)} + \text{GdCl}_3 \text{ (s)}$ $K_c = 0,12$

10. Se hacen reaccionar yodo e hidrógeno para obtener, en equilibrio con los anteriores elementos químicos, yoduro de hidrógeno. ¿De cuál de las siguientes magnitudes dependerá el valor de la constante K_p ?

- a) De la concentración inicial de hidrógeno.
- b) De la temperatura.

- c) De la presión a la que se encuentre el sistema.
- d) De la cantidad de HI obtenido.

11. ¿Cuál será la concentración del ácido nítrico resultante de mezclar 50 mL de una disolución 0,5 M con 20 mL de disolución comercial del 65 % de riqueza y densidad 1,4 g/mL. (Suponer que los volúmenes son aditivos).

- a) 0,29 M.
- b) 2,9 M.
- c) 4,5 M.
- d) 14,5 M.

12. El reglamento indica que un balón de fútbol debe tener una presión entre 0,6 y 1,1 atmósferas. Al empezar el partido, la temperatura en el campo es de 19 °C y el balón en juego tiene una presión interior de 1,0 atmósferas. Suponiendo que el balón no cambia de volumen, ¿a qué temperatura dejaría de cumplirse la normativa?

- a) Al menos 68 °C.
- b) Al menos 48 °C.
- c) Al menos 28 °C.
- d) Al menos 8 °C.

13. Con una disolución de sulfato sódico preparada en un matraz de 50 mL disolviendo 3,3276 g de dicha sal, no puedo preparar otra disolución en la que la concentración de ion Na⁺ sea:

- a) 0,5 M.
- b) 1,5 M.
- c) 0,8 M.
- d) 0,3 M.

14. Se dispone de un matraz aforado de 50 mL y otro de 250 mL. En el de 50 mL se prepara una disolución de sulfato de cobre (II) pentahidratado disolviendo 1,2475 g de la sal. La máxima concentración de la sal que puedo alcanzar en una disolución preparada en el otro matraz a partir de la primera es:

- a) 0,1 M.
- b) 0,5 M
- c) 0,02 M.
- d) 0,05 M.

15. Se sabe que, a la misma presión y temperatura, 10,0 g de Ar ocupan el mismo volumen que 7,02 g de un gas diatómico. Este gas será:

- a) Hidrógeno.
- b) Nitrógeno.
- c) Oxígeno.
- d) Cloro.

16. El potencial de ionización del litio es 520 kJ/mol. ¿Con qué frecuencia luminosa deberíamos bombardear un átomo de dicho elemento químico para que comenzara a emitir electrones con energía cinética $2,2 \cdot 10^{-20}$ J?

- a) $7,85 \cdot 10^{38} \text{ s}^{-1}$

- b) $7,85 \cdot 10^{35} \text{ s}^{-1}$
- c) $1,34 \cdot 10^{18} \text{ s}^{-1}$
- d) $1,34 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$

17. Los radios de los iones F^- , N^{3-} , O^{2-} , Li^+ y Be^{2+} siguen el siguiente orden:

- a) $\text{F}^- < \text{O}^{2-} < \text{N}^{3-} < \text{Li}^+ < \text{Be}^{2+}$
- b) $\text{Be}^{2+} < \text{Li}^+ < \text{N}^{3-} < \text{O}^{2-} < \text{F}^-$
- c) $\text{N}^{3-} < \text{O}^{2-} < \text{F}^- < \text{Be}^{2+} < \text{Li}^+$
- d) $\text{N}^{3-} > \text{O}^{2-} > \text{F}^- > \text{Li}^+ > \text{Be}^{2+}$

18. Para la reacción química: $2 \text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$. Si se parte de 2 moles de NO_2 en un recipiente de 1 L y llamamos x a la concentración de NO, en el equilibrio, se cumple que:

- d) $K_c = x^3/(1-x)^2$
- e) $K_c = x^3/[2(2-x)^2]$
- f) $K_c = x^2/(1-x)^2$
- g) $K_c = x^2/[2(2-x)^2]$

19. El estado de oxidación del elemento químico de transición en los compuestos químicos permanganato potásico, dicromato potásico, sulfato cúprico y nitrato férrico es, respectivamente:

- a) +7, +6, +2 y +3
- b) +5, +6, +1 y +2
- c) +7, +6, +1 y +3
- d) +6, +5, +2 y +2

20. ¿Cuál de estas afirmaciones es falsa?:

- a) La temperatura de fusión del bromuro potásico es mayor que la del cloruro de magnesio.
- b) El cloro es gas a temperatura ambiente, mientras que el yodo es sólido.
- c) El cloruro férrico es muy soluble en agua, mientras que el hierro no lo es.
- d) Las fuerzas intermoleculares en el trifluoruro de boro son fuerzas de dispersión de London.

21. La configuración electrónica del catión Co^{3+} es:

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$
- d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

22. De una reacción química exotérmica reversible $A (\text{g}) \rightleftharpoons B (\text{g})$ no catalizada a la que se le añade un catalizador se puede afirmar que:

- a. La energía de activación de la reacción química directa es siempre mayor que la de la reacción química inversa.
- b. La energía de activación de la reacción química directa suele ser mayor que la de la reacción química inversa, pero el catalizador puede invertir esta relación.
- c. La energía de activación de la reacción química directa es siempre menor que la de la reacción química inversa.
- d. No se puede contestar esta cuestión con la información proporcionada.

23. Considerando los elementos químicos oxígeno, fósforo y cromo, y teniendo en cuenta el principio de construcción de la estructura electrónica de los átomos, así como el principio de máxima multiplicidad de Hund podemos decir que el número de electrones desapareados de estos átomos en el estado fundamental es:

- a. 4 (O), 3 (P), 4 (Cr)
- b. 2 (O), 1 (P), 5 (Cr)
- c. 4 (O), 1 (P), 4 (Cr)
- d. 2 (O), 3 (P), 6 (Cr)

24. ¿Cuál de las siguientes especies no es excepción a la regla del octeto?

- a. SiO₂
- b. BeCl₂
- c. BCl₃
- d. PF₅

25. Señala cuál de las siguientes especies es isoelectrónica con el ion carbonato:

- a. NF₃
- b. SO₂
- c. BO₃³⁻
- d. H₂O₂

26. ¿Para cuál o cuáles de las siguientes moléculas: CH₄; BCl₃; PF₅ y SF₆, los ángulos de enlace se encuentran correctamente clasificados en la siguiente tabla?:

	109.5°	120°	90°
a)	CH ₄ ; BCl ₃	PF ₅	SF ₆
b)	CH ₄	PF ₅ ; BCl ₃	PF ₅ ; SF ₆
c)	CH ₄	PF ₅	SF ₆ ; BCl ₃
d)	SF ₆	PF ₅ ; BCl ₃	CH ₄

27. ¿Qué geometrías son posibles para compuestos químicos cuyos enlaces (del átomo central) pueden describirse utilizando orbitales híbridos sp^3 ?

- a. Tetraédrica, bipirámide trigonal y angular
- b. Tetraédrica, trigonal plana y lineal
- c. Tetraédrica, piramidal trigonal y lineal
- d. Tetraédrica, piramidal trigonal y angular

28. De la reacción química en fase gaseosa $2 \text{NO} (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$ se conoce que es exotérmica. Se puede afirmar que:

- a. K_p no depende de la temperatura.
- b. K_p aumenta al aumentar la temperatura.
- c. K_p aumenta cuando aumenta la presión.

d. K_p varía al adicionar $\text{NO}(\text{g})$ si el proceso es adiabático.

29. El equilibrio químico: $\text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{N}(\text{g})$ a

temperatura constante,

- No varía si se introduce Ar a volumen constante.
- No varía si se introduce Ar a presión constante.
- No varía si se reduce el volumen del recipiente.
- Solo varía si se modifica la presión.

30. ¿Cuál de las siguientes fórmulas corresponde al hidroxidodioxidonitrógeno?

- H_2NO_3
- H_2NO_2
- HNO_2
- HNO_3

31. Indique el número de protones, neutrones y electrones del siguiente átomo:

^{63}Cu

- Número de protones = 29; número de neutrones = 34; número de electrones = 29
- Número de protones = 29; número de neutrones = 34; número de electrones = 63
- Número de protones = 63; número de neutrones = 34; número de electrones = 63
- Número de protones = 29; número de neutrones = 63; número de electrones = 29

32. Un hidrocarburo tiene 82,66 % de carbono y 17,34 % de hidrogeno. La densidad de su vapor es 0,3027 g/L a 35 ° C y 100 torr. ¿Cuál es su fórmula molecular?

- C_3H_8
- C_4H_{10}
- C_5H_{12}
- C_5H_{10}

33. Se desea diluir una disolución 5 veces. Selecciona la opción correcta:

- Se toma 1,0 mL de la disolución y se lleva a un matraz aforado de 50,0 mL que se enrasa con agua destilada.
- Se toma 10,0 mL de la disolución y se lleva a un matraz aforado de 100,0 mL que se enrasa con agua destilada.
- Se toman 20,0 mL de la disolución y se lleva a un matraz aforado de 100,0 mL que se enrasa con agua destilada.
- Se toma 2,0 mL de la disolución y se lleva a un matraz aforado de 50,0 mL que se enrasa con agua destilada.

34. Cuál de estas afirmaciones es falsa para el átomo con la configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

- Formaría un enlace covalente con otro átomo de su misma naturaleza.
- Formaría un enlace iónico con un átomo alcalino.
- Tiene electronegatividad suficiente para favorecer la formación de enlaces

de hidrógeno.

d. Representa una sustancia gaseosa en condiciones normales.

35. Selecciona la molécula con mayor momento dipolar.

- a. HCl
- b. HBr
- c. HF
- d. HI

36. ¿Cuál de las siguientes especies no tiene geometría tetraédrica?

- a. CH₄
- b. NH₄⁺
- c. XeF₄
- d. AlCl₄⁻

37. Cuántas moléculas de agua de hidratación hay en 308,51 g de Cd(NO₃)₂ · 4H₂O?

- a. 3,011 · 10²³ moléculas.
- b. 6,022 · 10²³ moléculas.
- c. 2,409 · 10²⁴ moléculas.
- d. 3,011 · 10²⁴ moléculas.

38. ¿Cuál es la molalidad de una disolución acuosa de KBr al 40 % en masa?

- a. 4,60 m
- b. 5,60 m
- c. 6,60 m
- d. 7,60 m

39. Dadas las constantes de equilibrio de las siguientes reacciones: H₂CO₃ (ac) ⇌ H⁺ (ac) + HCO₃⁻ (ac); K_{c1} = 10^{-6.4}

HCO₃⁻ (ac) ⇌ H⁺ (ac) + CO₃²⁻ (ac); K_{c2} = 10^{-10.3}

¿Cuál será la constante de equilibrio K_c de la siguiente reacción química global?

H₂CO₃ (ac) ⇌ 2H⁺ (ac) + CO₃²⁻ (ac)

- a. K_c = 10^{-6.4}
- b. K_c = 10^{-10.3}
- c. K_c = 10^{-12.2}
- d. K_c = 10^{-16.7}

40. ¿Cuántos orbitales corresponden a la capa con n = 4?

- a. 4 orbitales
- b. 8 orbitales
- c. 16 orbitales
- d. 32 orbitales

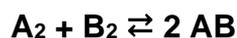
RESPUESTAS CORRECTAS DE LAS CUESTIONES:

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
D	A	C	B	D	C	C	B	C	B
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	B	B	C	B	D	D	B	A	A
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
D	C	D	A	C	B	D	D	A	D
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
A	B	C	C	C	C	C	B	D	C

PRUEBA PRÁCTICA

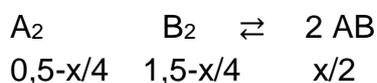
PROBLEMAS:

1. Tenga en cuenta la siguiente reacción química a una temperatura determinada:

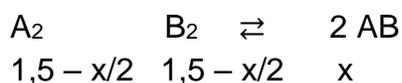


La mezcla de 0,5 moles de A_2 con 1,5 moles de B_2 da origen a $x/2$ moles de AB en equilibrio. La adición de 1 mol más de A_2 produce otros $x/2$ moles de AB . ¿Cuál es la constante de equilibrio de la reacción química?

SOLUCIÓN



$$K_c = \frac{\left(\frac{x^2}{4}\right)}{\left(0,5 - \frac{x}{4}\right) \cdot \left(1,5 - \frac{x}{4}\right)}$$



$$K_c = \frac{x^2}{(1,5 - x/2) \cdot (1,5 - x/2)}$$

Igualando ambas expresiones de K_c se llega a la siguiente ecuación:

$$2,25 - 1,5x = - 2x + 3, \text{ de donde } x = 1,5$$

Utilizando cualquiera de las expresiones de la constante de equilibrio se llega a que el valor de K_c es 4.

2. Se quiere determinar el arsénico contenido en un pesticida. Para ello, se toma una muestra de 1,0101 g del pesticida y, mediante el tratamiento adecuado, se disuelve y se transforma todo el arsénico en H_3AsO_4 .



El ácido H_3AsO_4 contenido en la disolución resultante se hace reaccionar con 40,0 mL de disolución de AgNO_3 de concentración 0,06 M, cantidad más que suficiente para transformar todo el ácido en la sal de plata correspondiente: Ag_3AsO_4 . Esta sal aparece en forma sólida y se puede separar de la disolución donde se ha formado mediante filtración.



Desechamos el sólido (Ag_3AsO_4) y nos quedamos con la disolución. Se observa que el nitrato de plata sobrante contenido en esta última disolución es capaz de reaccionar con el sulfocianuro potásico (KSCN) contenido en 10,5 mL de disolución de concentración 0,101 M, de acuerdo con la reacción química:



Calcule el porcentaje de As en la muestra.

DATOS: Masa molar del As = 74,9 g/mol

SOLUCIÓN

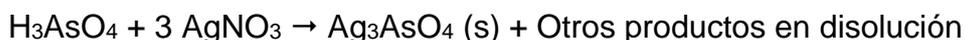
$$0,0105 \text{ L} \cdot 0,101 \text{ M} = 0,0010605 \text{ mol KSCN}$$



1 mol de AgNO_3 reacciona con 1 mol de $\text{KSCN} \Rightarrow$ existen 0,0010605 mol AgNO_3 sobrante

$$0,040 \text{ L} \cdot 0,06 \text{ M} = 0,0024 \text{ mol AgNO}_3 \text{ total}$$

$0,0024 \text{ mol total} - 0,0010605 \text{ sobrantes} = 0,00134 \text{ mol AgNO}_3$ que reaccionan con el H_3AsO_4



1 mol de H_3AsO_4 reacciona con 3 mol de $\text{AgNO}_3 \Rightarrow 0,00134 / 3 = 4,465 \cdot 10^{-4} \text{ mol H}_3\text{AsO}_4$

1 mol de H_3AsO_4 contiene 1 mol de As $\Rightarrow 4,465 \cdot 10^{-4} \text{ mol As}$

$$4,465 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 74,9 \text{ g/mol} = 0,0334 \text{ g As}$$

$$\% = 0,0334 \cdot 100 / 1,0101 = 3,3 \%$$

3. Considere la reacción química: $A \rightarrow B$. La concentración inicial de A es 0,10 M y, después de 1 hora, ha reaccionado el 50 % de A. Puede haber dos tipos de cinética:

i) La reacción química tiene una cinética de orden cero en A.

ii) La reacción química tiene una cinética de orden uno en A.

Para los dos casos, responda a las siguientes cuestiones:

a) Dibuje un gráfico de la concentración de A frente al tiempo.

b) Calcule qué concentración de A quedará después de 2 horas.

c) Escriba una expresión para el cálculo del tiempo de vida media y calcúlelo para una concentración inicial de A de 0,050 M.

SOLUCIÓN

i)

a) Si el orden en A es cero, la ecuación de velocidad es:

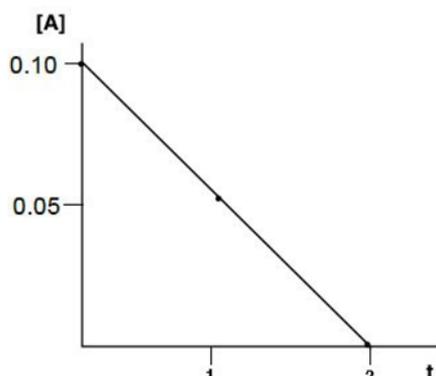
$$v = \frac{d[A]}{dt} = -k$$

Integrando:

$$\int_{[A]_0}^{[A]_t} d[A] = - \int_0^t k dt$$

$$[A]_t - [A]_0 = -k \cdot t, \text{ luego: } [A]_t = [A]_0 - k \cdot t$$

que es la ecuación de una recta que tiene de ordenada en el origen concentración inicial de A y tiene una pendiente negativa:



b) Con la expresión de la concentración de A en función del tiempo y los datos del enunciado, se puede calcular la constante k.

$$k = \frac{[A_0] - [A_t]}{t} = \frac{0,1 M - 0,05 M}{1 \text{ hora}} = 0,05 M/\text{hora}$$

Con el valor de k ya se puede calcular la concentración de A a otros tiempos

$$[A]_t = [A]_0 - k \cdot t = 0,1 M - 0,05 M/\text{hora} \cdot 2 \text{ horas} = 0$$

Al mismo resultado se puede llegar viendo en la gráfica la concentración de A después de 2 horas.

c) La expresión del tiempo de vida media para esta cinética es:

$$t_{1/2} = \frac{[A_0]}{2 k} = \frac{0,05 M}{2 \cdot 0,05 M/\text{hora}} = 0,5 \text{ horas}$$

ii)

a) Si el orden en A es uno, la ecuación de velocidad es:

$$v = \frac{d[A]}{dt} = -k [A]$$

Integrando:

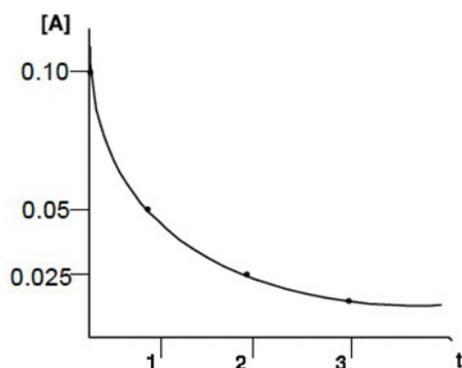
$$\int_{[A]_0}^{[A]_t} \frac{d[A]}{[A]} = - \int_0^t k dt$$

$$\ln [A]_t - \ln [A]_0 = -k t$$

$$\ln = \frac{[A]_t}{[A]_0} = -k t$$

$$[A]_t = [A]_0 \cdot e^{-k t}$$

La gráfica de la concentración de A frente al tiempo es, por tanto, una exponencial:



b) Para calcular la constante k en este caso:

$$k = \frac{\text{Ln } [A]_0 - \text{Ln } [A]_t}{t} = \frac{\text{Ln } 0,1 - \text{Ln } 0,05}{1 \text{ hora}} = 0,693 \text{ hora}^{-1}$$

Con lo que la concentración de A después de 2 horas será:

$$[A]_t = [A]_0 \cdot e^{-kt} = 0,1 e^{-0,693 \cdot 2} = 0,025 \text{ M}$$

c) La expresión del tiempo de vida media será ahora:

$$t_{1/2} = \frac{\text{Ln } [A]_0 - \text{Ln } [A]_t}{k} = \frac{\text{Ln } \frac{A_0}{A_0/2}}{k} = \frac{0,693}{k}$$

En este caso el tiempo de vida media no depende de la concentración inicial de A y es de 1 hora.

4. La energía liberada en las bombas nucleares puede provenir de la fisión nuclear del elemento químico uranio. El uranio se presenta en la naturaleza en forma de dos isótopos principales, ^{235}U y ^{238}U , pero solo el ^{235}U puede experimentar fisión nuclear. Por ello, del uranio natural se requiere realizar un enriquecimiento para aumentar la proporción de ^{235}U antes de ser utilizado para tales fines.

a) La masa relativa precisa del elemento químico uranio en la corteza terrestre es de 238,0289. Considerando que las masas de los isótopos ^{235}U y ^{238}U son 235,0439 y 238,0507, calcule la abundancia relativa de ^{235}U y ^{238}U en la corteza terrestre.

b) Para su uso en armas nucleares, una muestra de uranio debe contener al menos un 80% del isótopo ^{235}U , cantidad muy superior a la encontrada en la corteza, por lo que debe enriquecerse artificialmente en ese isótopo. El primer paso de ese proceso consiste en convertir el uranio presente en la corteza (en forma de U_3O_8) en hexafluoruro de uranio (UF_6).

Identifique los compuestos R, T, X, Z de la transformación de U_3O_8 en UF_6 con la información proporcionada (no se muestran todos los subproductos en cada etapa):



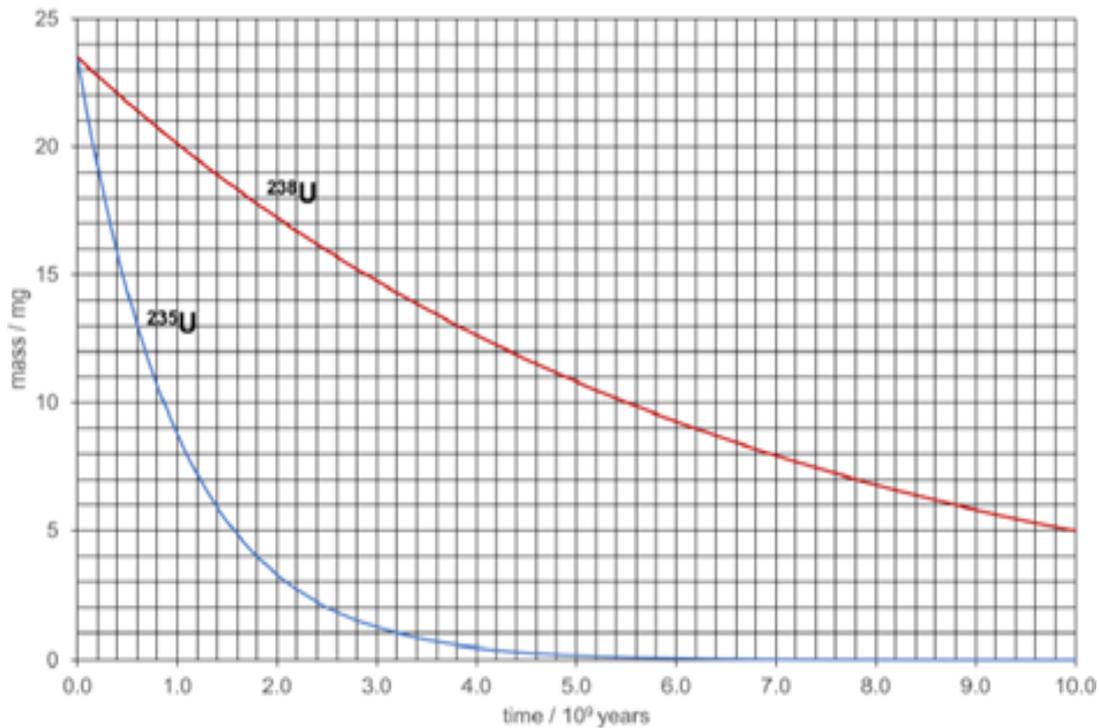
(i) Compuesto químico R: todos los átomos de uranio se encuentran en estado de oxidación VI. Es un compuesto químico formado por un catión lineal de carga (+2) y un anión trigonal plano de carga (-1).

(ii) Compuesto químico T: masa molar $624,13 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Es un compuesto químico formado por dos cationes tetraédricos idénticos y un anión.

(iii) Compuesto químico X: contiene un 88,1% en masa de uranio y un 11,9% en masa de oxígeno.

(iv) Compuesto químico Z: masa molar $314,02 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

c) La tasa de desintegración radiactiva de un isótopo se puede medir en términos de su vida media $t_{1/2}$. La siguiente figura muestra la disminución de la cantidad de isótopos de ^{235}U y ^{238}U con el tiempo. Calcule la vida media de los isótopos ^{235}U y ^{238}U .



d) La siguiente ecuación muestra el número de átomos de isótopo, N , que permanecen tras un periodo de tiempo, t , en relación con el número de átomos inicialmente presentes, N_0 :

$$N = N_0 e^{-\lambda t}, \quad \text{donde:} \quad \lambda = \text{Ln } 2/t_{1/2}$$

Estime la edad del planeta Tierra si el número de átomos de ^{235}U y ^{238}U era el mismo cuando el planeta se formó.

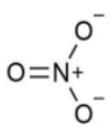
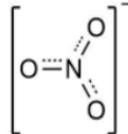
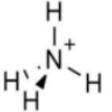
SOLUCIÓN

a) Masa atómica relativa = $m_{235} \cdot x + m_{238} \cdot (1 - x)$

$$x = \frac{(238,0289 - 238,0507)}{(235,0439 - 238,0507)} = 0,00725$$

Abundancia de $^{235}\text{U} = 0,725 \%$ y Abundancia de $^{238}\text{U} = 99,275 \%$

b)

Compuesto R	Catión: (opciones)			
	$[\text{O}\equiv\text{U}\equiv\text{O}]^{2+}$	$[\text{O}=\text{U}=\text{O}]^{2+}$	$^+\text{O}\equiv\text{U}\equiv\text{O}^+$	$\text{O}=\overset{2+}{\text{U}}=\text{O}$
	Anión: (opciones)			
				
Compuesto T	Catión: 		Anión: $\text{U}_2\text{O}_7^{2-}$	
Compuesto X	UO_2			
Compuesto Z	UF_4			

c)

^{235}U

$m_{235} = 23,4 \text{ mg}; t = 0$

$m_{235} = 11,7 \text{ mg}; t = t_{1/2} \Rightarrow t_{1/2} = 0,7 \cdot 10^9 \text{ años}$ (admitir un pequeño margen de error).

^{238}U

$m_{238} = 23,4 \text{ mg}; t = 0$

$m_{238} = 11,7 \text{ mg}; t = t_{1/2} \Rightarrow t_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ años}$ (admitir un pequeño margen de error)

d)

Del apartado anterior y a partir de la expresión: $\lambda = \text{Ln } 2/t_{1/2}$, se puede obtener:

$$\lambda_{235} = 9,9 \cdot 10^{-9} \text{ años}^{-1}$$

$$\lambda_{238} = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ años}^{-1}$$

Como $N_{0,235} = N_{0,238}$

$$\frac{N_{235}}{N_{238}} = e^{-(\lambda_{235} - \lambda_{238})t}$$

El primer cociente de la expresión anterior se calculó en el apartado **a)**, por lo que:

$$\frac{N_{235}}{N_{238}} = \frac{0,725}{99,275}$$

Y despejando t :

$$t = \frac{\text{Ln } \frac{0,725}{99,275}}{-(9,9 - 1,5) \cdot 10^{-10}} = 5,9 \cdot 10^9 \text{ años}$$