

**QUÍMICA INORGÁNICA I**  
**Elementos radiactivos**

1. El polonio-208 es un emisor de partículas alfa. Escriba la ecuación nuclear para este proceso. ¿Cuántos moles de helio producirá la desintegración de 5 gramos de polonio-208? R: 0,024 mol

2. Calcule la energía de enlace de los siguientes núcleos:  ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^7_3\text{Li}$ ,  ${}^{13}_6\text{C}$ . R: 2,22, 39,23 y 97,08 MeV

3. ¿Qué cantidad de energía se libera cuando 2 moles de  ${}^2_1\text{H}$  se convierten en 1 mol de  ${}^4_2\text{He}$ ?  
Expresar el resultado en kcal y en kJ. R:  $2,3 \times 10^9$  kJ;  $5,5 \times 10^8$  kcal

4. Calcule las pérdidas de masa y energía que acompañan la desintegración de 1 gramo de polonio-210:



5. Cierta serie radiactiva comienza con uranio-238 y concluye en plomo-206. Cada etapa de la serie de desintegraciones implica la emisión de partículas alfa o beta. ¿Cuántas partículas alfa y cuántas partículas beta se emiten en todo el proceso? R:  $8 \alpha$  y  $6 \beta^-$

6. La vida media del torio-234 es de 24,1 días. ¿A qué velocidad inicial se descompone un mol de este radioelemento? R:  $0,02876 \text{ mol día}^{-1}$ ;  $2 \times 10^{17}$  becquerel

7. Una muestra de un radioisótopo tiene una actividad de 1555 desintegraciones por minuto a las 13 horas. A las 14 horas su actividad ha decaído a 1069 desintegraciones por minuto. Calcule la vida media de este radioelemento. R:  $t_{1/2} = 111 \text{ min} = 1,85 \text{ h}$

8. La vida media del yodo-131 es 8,05 días. Si se suministra a un individuo 10 miligramos de este radioisótopo, en forma de yoduro de potasio ¿Cuánto quedará en su organismo después de 30 días? Suponga que todo el yodo-131 se acumula en la tiroides y no es excretado apreciablemente en dicho periodo. R: 0,755 mg

9. El  ${}^{40}_{19}\text{K}$  se transforma en  ${}^{40}_{18}\text{Ar}$  por un proceso de captura electrónica. Se ha encontrado que en cierto mineral de potasio la razón entre los contenidos de  ${}^{40}_{18}\text{Ar}$  y  ${}^{40}_{19}\text{K}$  es 4,13. ¿Qué edad tiene el mineral?  
 $t_{1/2}({}^{40}\text{K}) = 1,27 \times 10^9$  años R:  $3,0 \times 10^4$  años

10. Muestras de un material orgánico carbonizado, recogido en la zona de la laguna de Tagua Tagua, presentan una actividad de 3,86 desintegraciones por minuto y por gramo de carbono. Si dichos restos corresponden a signos de actividad humana en esa región ¿Qué edad tienen?

Datos. La actividad a  $t = 0$  es de 15,3 desintegraciones por minuto y por gramo.  $t_{1/2} = 5,73 \times 10^3$  años.

R: 11385 años

**Masas atómicas (u.m.a.):**  ${}_0^1\text{n} = 1,008665$ ;  ${}^1_1\text{H} = 1,007825$ ;  ${}^2_1\text{H} = 2,014102$ ;  ${}^4_2\text{He} = 4,002615$ ,

${}^7_3\text{Li} = 7,016015$ ;  ${}^{13}_6\text{C} = 13,003383$ ;  ${}^{206}_{82}\text{Pb} = 205,97386$ ;  ${}^{210}_{84}\text{Po} = 209,9823$ .

**Equivalencias y constantes:**  $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J} = 6,2422 \times 10^5 \text{ MeV}$ ;  $1 \text{ u.m.a.} = 1,66058 \times 10^{-24} \text{ g}$ ;  
 $N = 6,022 \times 10^{23}$ ,  $E = mc^2$ ;  $c = 2,99776 \times 10^{10} \text{ cm s}^{-1}$  ∴  $1 \text{ u.m.a.} = 1,49229 \times 10^{-10} \text{ J} = 931,517 \text{ MeV}$ .  
 $1 \text{ becquerel} = 1 \text{ des s}^{-1}$ ;  $1 \text{ curie (Ci)} = 3,7 \times 10^{10} \text{ des s}^{-1}$

QUÍMICA INORGÁNICA I  
CUESTIONARIO

Grupo IA (Metales Alcalinos)

1) a) Indique por qué los metales sodio y potasio se obtienen a nivel industrial por métodos electrolíticos. b) Señale las condiciones que se emplean en los métodos anteriores. ¿Por qué se efectúan en medio no acuoso? Datos:  $M^+(ac) + e^- \rightarrow M(s)$   $E^\circ < -2,7 \text{ V}$ ;  $H_2O + e^- \rightarrow OH^-(ac, 10^{-7} \text{ M}) + \frac{1}{2}H_2(g)$ ,  $E^\circ = -0,414 \text{ V}$ .

2) a) Calcule cuántos gramos de sodio se obtienen en la electrólisis de cloruro de sodio fundido al hacer circular una corriente de 8 V y 80 A durante 12 horas. b) Calcule el volumen de cloro (medido en condiciones normales) que se libera durante el proceso. c) Calcule la cantidad de energía eléctrica consumida. Exprese el resultado en kJ. Dato adicional:  $F = 23,06 \text{ kcal}/(\text{volt mol}) = 96,487 \text{ kJ}/(\text{volt mol})$ .

3) La entalpía estándar de la reacción:  $HCl(ac) + Li(s) \rightarrow LiCl(ac) + \frac{1}{2}H_2(g)$  es de -66,44 kcal. Calcule la entropía del ion  $Li^+$  hidratado, sabiendo que el potencial normal de electrodo del par  $Li^+(ac) / Li(s)$  es de -3,04 V y que las entropías de las especies  $Li(s)$  y  $H_2(g)$  son 6,7 y 31,2 u.e., respectivamente.

4) Al hacer reaccionar superóxido de potasio con agua ¿Qué proceso está más favorecido, la desproporción del ion superóxido o la oxidación del agua? Compruébelo utilizando los siguientes datos de potenciales de electrodo en medio básico:  $O_2^- + H_2O + e^- \rightarrow OH^- + HO_2^-$   $E^\circ = 0,4 \text{ V}$ ,  $O_2 + e^- \rightarrow O_2^-$ ,  $E^\circ = -0,56 \text{ V}$ ;  $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$ ,  $E^\circ = 0,401 \text{ V}$ . (Nota:  $HO_2^-$  es el ion peróxido monoprotonado).

5) La reacción:  $Na_2CO_3(ac) + Ca(OH)_2(s) \rightarrow 2NaOH(ac) + CaCO_3(s)$  se utiliza en la obtención industrial de hidróxido de sodio. a) Calcule la constante de equilibrio de dicha reacción a partir de los siguientes datos:  $Ca(OH)_2$ ,  $K_{ps} = 1,3 \times 10^{-6}$ ;  $CaCO_3$ ,  $K_{ps} = 5,0 \times 10^{-9}$ . b) Calcule la razón  $[OH^-] / [CO_3^{2-}]$  a pH 10, 12 y 14. c) Analice el resultado anterior desde el punto de vista del método preparativo.

6) La entalpía de disolución del perclorato de potasio es 12,19 kcal/mol. Además, las entalpías de hidratación de los iones respectivos son:  $\Delta H_{hid}(K^+) = -76,5 \text{ kcal/mol}$  y  $\Delta H_{hid}(ClO_4^-) = -46,3 \text{ kcal/mol}$ . Calcule la energía reticular de esta sal.

7) Compare los elementos litio y cesio en los siguientes aspectos: a) Reacción del metal con nitrógeno molecular. b) Reacción del metal con oxígeno atmosférico. c) Reacción del cloruro ( $LiCl$  o  $CsCl$ ) con fluoruro de sodio, en solución acuosa. d) Calentamiento del hidróxido a alta temperatura.

### Grupo IIA (Metales Alcalino-térreos)

- 1) a) Ilustre con ecuaciones el proceso de obtención de magnesio a partir de dolomita y agua de mar.  
 b) ¿Qué cantidad de magnesio se puede obtener a partir de 2 kg de dolomita y 300 litros de agua de mar?  
 c) ¿Qué cantidad de magnesio permanece en fase acuosa?

Datos: Agua de mar,  $d = 1,025 \text{ g/cc}$  y  $0,127 \%$  de magnesio; masa molar de  $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2 = 184,4 \text{ g/mol}$ ; masa molar del magnesio =  $24,3 \text{ g/mol}$ .

- 2) Compare los elementos berilio y bario en los siguientes aspectos: a) Reacción del metal con hidrógeno a temperatura elevada. b) reacción del óxido con hidróxido de sodio en solución acuosa. c) Reacción del metal con oxígeno a presión. d) Reacción del óxido con el agua. e) Reacción del metal con agua.

- 3) Señale tres analogías de comportamiento químico entre berilio y aluminio (entre los elementos o entre sus compuestos).

- 4) Utilizando fórmulas de Lewis y el modelo de mínima repulsión de pares de electrones de la capa de valencia, analice la geometría de los siguientes compuestos: a) Complejo  $[\text{BeF}_3(\text{H}_2\text{O})]^-$ . b) Monómero del cloruro de berilio. c) Dímero del cloruro de berilio. d) Bromuro de metilmagnesio solvatado con dos moléculas de éter etílico.

- 5) Realice un cálculo estimativo de las temperaturas de descomposición de los carbonatos de magnesio y de bario. Interprete los resultados desde un punto de vista estructural. Datos:

	$\text{MCO}_3(\text{s})$		$\text{MO}(\text{s})$		$\text{CO}_2(\text{g})$	
	$\Delta H_f^\circ (\text{kcal/mol})$	$S^\circ (\text{u.e.})$	$\Delta H_f^\circ (\text{kcal/mol})$	$S^\circ (\text{u.e.})$	$\Delta H_f^\circ (\text{kcal/mol})$	$S^\circ (\text{u.e.})$
Mg	-266,0	15,7	-143,0	6,7	-94,05	51,1
Ba	-291,3	26,8	-133,4	16,8		

- 6) a) A partir de los siguientes datos, compare la estabilidad de los peróxidos de calcio y de bario con respecto a la reacción:  $\text{MO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{MO}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ , en condiciones estándar de presión y temperatura.

	$\text{MO}_2(\text{s})$		$\text{MO}(\text{s})$		$\text{O}_2(\text{g})$	
	$\Delta H_f^\circ (\text{kcal/mol})$	$S^\circ (\text{u.e.})$	$\Delta H_f^\circ (\text{kcal/mol})$	$S^\circ (\text{u.e.})$	$\Delta H_f^\circ (\text{kcal/mol})$	$S^\circ (\text{u.e.})$
Ca	-157,5	10,3	-151,9	9,5	0	49,0
Ba	-150,5	15,7	-133,4	16,8		

- b) Interprete los resultados desde un punto de vista estructural.

- c) Efectúe un cálculo estimativo de la temperatura a partir de la cual se inicia la descomposición del peróxido de bario.

- 7) Calcule el potencial normal de electrodo de la semi-reacción:  $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{ac})$  a pH 14, empleando los siguientes datos:  $\text{Mg}^{2+}(\text{ac}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$ ,  $E^\circ = -2,37 \text{ V}$ ;  $E = E^\circ - (0,0592/n)\log Q$ ;  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ :  $K_{\text{ps}} = 5,9 \times 10^{-12}$  ( $25^\circ\text{C}$ ).

### Boro y Grupo III A

1) Ilustre con ecuaciones algunas similitudes y diferencias de comportamiento químico entre: a) boro y aluminio; b) aluminio y talio.

2) Dibuje las siguientes especies químicas, asignando en cada caso el tipo de hibridación de orbitales atómicos que mejor describe la geometría real: a)  $\text{BCl}_3$ ; b)  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$ ; c)  $(\text{HBO}_2)_3$ ; d)  $[\text{BH}_4]^-$ ; e)  $[\text{AlF}_6]^{3-}$ .

3) a) Explique por qué se considera que diborano es un compuesto *deficiente en electrones*. b) Describa la geometría y estructura electrónica del diborano mediante el modelo de orbitales moleculares tricéntricos.

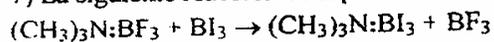
4) Estudie la estabilidad de las sales:  $\text{Ga}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ ,  $\text{Ga}_2(\text{CO}_3)_3$  y  $\text{Ga}_2\text{S}_3$  en solución acuosa. Datos:  $\text{Ga}(\text{OH})_3(\text{s})$ ,  $K_{ps} = 7,95 \times 10^{-37}$ ;  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{ac})$ ,  $\text{p}K_a = 4,745$ ;  $\text{CO}_2(\text{ac})$ ,  $\text{p}K_{a1} = 6,318$ ,  $\text{p}K_{a2} = 10,315$ ;  $\text{H}_2\text{S}(\text{ac})$ ,  $\text{p}K_{a1} = 7$ ,  $\text{p}K_{a2} = 14$ ;  $\text{p}K_w = 14$ . Sugerencia: Calcule las constantes de equilibrio de las reacciones del tipo:  $\text{Ga}^{3+}(\text{ac}) + 3\text{X}^-(\text{ac}) + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ga}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{HX}(\text{ac})$ , donde  $\text{X}^-$  es el anión de la sal de galio(III).

5) Verifique si el ion  $\text{In}^+(\text{ac})$  es estable en medio ácido. Datos:  $\text{In}^{3+}(\text{ac}) \xrightarrow{\text{X}} \text{In}^+(\text{ac}) \xrightarrow{-0,25 \text{ V}} \text{In}(\text{s})$   
 $\text{In}^{3+}(\text{ac}) \xrightarrow{-0,34 \text{ V}} \text{In}(\text{s})$

6) Las siguientes ecuaciones ilustran el comportamiento redox de talio(III) y algunas similitudes de talio(I) con  $\text{Rb}^+$  o con  $\text{Ag}^+$ . Señale qué propiedades se manifiestan en cada caso:

- $\text{Tl}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{TlOH}(\text{ac})$
- $2\text{TlOH}(\text{ac}) + \text{MgCl}_2(\text{ac}) \rightarrow 2\text{TlCl}(\text{s}) + \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$
- $2\text{TlCl}_3(\text{ac}) + 3\text{H}_2\text{S}(\text{ac}) \rightarrow 6\text{HCl}(\text{ac}) + \text{Tl}_2\text{S}(\text{s}) + 2\text{S}(\text{s})$
- $\text{TlCl}_3 \xrightarrow{40^\circ\text{C}} \text{TlCl} + \text{Cl}_2(\text{g})$

7) La siguiente reacción es espontánea en la dirección indicada:



a) ¿Cómo se denominan los compuestos  $(\text{CH}_3)_3\text{N}:\text{BX}_3$ ? b) ¿Qué conclusión se obtiene a partir de la reacción anterior? c) Interprete la reacción en términos de la estructura electrónica de las moléculas  $\text{BX}_3$ .

8) A partir de los siguientes datos:  $\text{TlCl}$ ,  $K_{ps} = 1,9 \times 10^{-4}$ ;  $[\text{Tl}(\text{NH}_3)]^+$ ,  $\log\beta_1 = -0,92$ ;  
 $\text{AgCl}$ ,  $K_{ps} = 1,6 \times 10^{-10}$ ;  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ,  $\log\beta_2 = 7,03$

a) Calcule las constantes de equilibrio de las reacciones:  $\text{TlCl}(\text{s}) + \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Tl}(\text{NH}_3)]^+ + \text{Cl}^-$   
 y  $\text{AgCl}(\text{s}) + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$

b) Al tratar separadamente 0,1 mol de  $\text{TlCl}$  y 0,1 mol de  $\text{AgCl}$  con 2 litros de solución 0,1 M de amoníaco ¿Qué cantidad de sal se solubiliza en cada caso? Exprese los resultados en porcentaje de sal disuelta. R: 3 % y 7,6 %.