

OLIMPIADA ESPAÑOLA DE QUÍMICA 2023-2024

FASE LOCAL - PROBLEMAS

1 de marzo de 2024

INSTRUCCIONES

Dispone de un tiempo máximo de **noventa minutos** para esta parte de la prueba.

Debe responder a **cada problema en hojas diferentes** y rellenar la plantilla con los resultados. Escriba su nombre en todas las hojas. Se proporcionan algunos datos generales y la tabla periódica.

Esta parte pondera con un 60 % de la nota final.

Se permite el uso de calculadoras no programables.

Tabla Periódica

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18									
1 H Hidrógeno 1,008																	2 He Helio 4,0026									
3 Li Litio 6,94	4 Be Berilio 9,0122											5 B Boro 10,81	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrógeno 14,007	8 O Oxígeno 15,999	9 F Flúor 18,998	10 Ne Neón 20,180									
11 Na Sodio 22,990	12 Mg Magnesio 24,305											13 Al Aluminio 26,982	14 Si Silicio 28,085	15 P Fósforo 30,974	16 S Azufre 32,06	17 Cl Cloro 35,45	18 Ar Argón 39,95									
19 K Potasio 39,098	20 Ca Calcio 40,078	21 Sc Escandio 44,956	22 Ti Titanio 47,867	23 V Vanadio 50,942	24 Cr Cromo 51,996	25 Mn Manganeso 54,938	26 Fe Hierro 55,845	27 Co Cobalto 58,933	28 Ni Níquel 58,693	29 Cu Cobre 63,546	30 Zn Zinc 65,38	31 Ga Galio 69,723	32 Ge Germanio 72,630	33 As Arsénico 74,922	34 Se Selenio 78,971	35 Br Bromo 79,904	36 Kr Kriptón 83,798									
37 Rb Rubidio 85,468	38 Sr Estroncio 87,62	39 Y Itrio 88,906	40 Zr Zirconio 91,224	41 Nb Niobio 92,906	42 Mo Molibdeno 95,95	43 Tc Tecnecio [97]	44 Ru Rutenio 101,07	45 Rh Rodio 102,91	46 Pd Paladio 106,42	47 Ag Plata 107,87	48 Cd Cadmio 112,41	49 In Indio 114,82	50 Sn Estaño 118,71	51 Sb Antimonio 121,76	52 Te Telurio 127,60	53 I Yodo 126,90	54 Xe Xenón 131,29									
55 Cs Cesio 132,91	56 Ba Bario 137,33											72 Hf Hafnio 178,49	73 Ta Tántalo 180,95	74 W Wolframio 183,84	75 Re Renio 186,21	76 Os Osmio 190,23	77 Ir Iridio 192,22	78 Pt Platino 195,08	79 Au Oro 196,97	80 Hg Mercurio 200,59	81 Tl Talio 204,38	82 Pb Plomo 207,2	83 Bi Bismuto 208,98	84 Po Polonio [209]	85 At Astato [210]	86 Rn Radón [222]
87 Fr Francio [223]	88 Ra Radio [226]											104 Rf Rutherfordio [267]	105 Db Dubnio [268]	106 Sg Seaborgio [269]	107 Bh Bohrio [270]	108 Hs Hasio [269]	109 Mt Meitnerio [277]	110 Ds Darmstadtio [281]	111 Rg Roentgenio [282]	112 Cn Copernicio [285]	113 Nh Nhonio [286]	114 Fl Flerovio [290]	115 Mc Moscovio [290]	116 Lv Livermorio [293]	117 Ts Teneso [294]	118 Og Oganesón [294]
57 La Lantano 138,91	58 Ce Cerio 140,12	59 Pr Praseodimio 140,91	60 Nd Neodimio 144,24	61 Pm Prometio [145]	62 Sm Samario 150,36	63 Eu Europio 151,96	64 Gd Gadolinio 157,25	65 Tb Terbio 158,93	66 Dy Disprosio 162,50	67 Ho Holmio 164,93	68 Er Erbio 167,26	69 Tm Tulio 168,93	70 Yb Iterbio 173,05	71 Lu Lutecio 174,97												
89 Ac Actinio [227]	90 Th Torio 232,04	91 Pa Protactinio 231,04	92 U Uranio 238,03	93 Np Neptunio [237]	94 Pu Plutonio [244]	95 Am Americio [243]	96 Cm Curio [247]	97 Bk Berkelio [247]	98 Cf Californio [251]	99 Es Einstenio [252]	100 Fm Fermio [257]	101 Md Mendelevio [258]	102 No Nobelio [259]	103 Lr Lawrencio [262]												

CONSTANTES

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$R = 0,08206 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

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

$$R = 1,987 \cdot 10^{-3} \text{ kcal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$F = 9,6485 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$R_H = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

FÓRMULAS

Ecuación de estado de los gases ideales:

$$pV = nRT$$

1ª ley de la Termodinámica:

$$\Delta U = Q + W = Q - p\Delta V$$

Energía de Gibbs y constante de equilibrio:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

Ecuación de Nernst:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln(Q)$$

Ecuación de velocidad integrada para una reacción de orden cero:

$$[A] = [A]_0 - k t$$

Ecuación de Henderson-Hasselbalch:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$$

Ley de Graham:

$$\frac{u_A}{u_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

Entalpía:

$$H = U + pV$$

Energía de Gibbs y proceso electroquímico:

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$$

Ecuación de van't Hoff:

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

Ecuación de velocidad integrada para una reacción de orden uno:

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

Energía de un fotón:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Energía de Gibbs:

$$G = H - TS$$

Entropía:

$$\Delta S = \frac{Q_{\text{rev}}}{T}$$

Ecuación de Arrhenius:

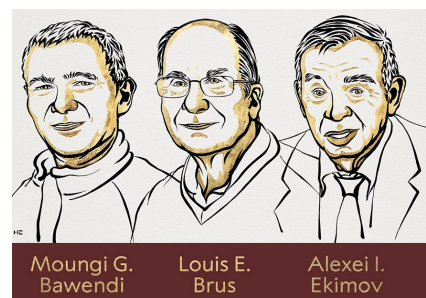
$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

Ecuación de velocidad integrada para una reacción de orden dos:

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = k t$$

Problema 1 (35 puntos)

El **Premio Nobel de Química 2023** fue otorgado a Bawendi, Brus y Ekimov por el **descubrimiento y síntesis de puntos cuánticos** ("quantum dots" o QDs). Los QDs son semiconductores de menos de 10 nm. Debido a este tamaño tan reducido, sus propiedades se rigen por las leyes de la física cuántica. Estos nanomateriales exhiben un espectro de emisión de luz dependiente del tamaño, lo que los hace útiles en aplicaciones como pantallas, marcadores biológicos y dispositivos optoelectrónicos como LEDs.

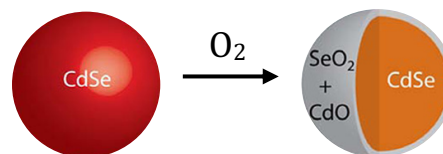


Los primeros "quantum dots" que se sintetizaron fueron de seleniuro de cadmio, CdSe. Se pretende sintetizar en el laboratorio 40 mg de QDs de CdSe. Para llevar a cabo la reacción, que tiene un rendimiento del 90 %, se inyectan simultáneamente dos disoluciones precursoras de Cd^{2+} y Se^{2-} (preparadas con antelación) en un matraz esférico que contiene 45 mL de octadeceno, un disolvente orgánico de alto punto de ebullición. Este método es conocido como "hot-injection", ya que el cambio brusco de temperatura (los precursores se encuentran a temperatura ambiente y el octadeceno a 165 °C) favorece que se formen partículas muy pequeñas de CdSe.

a) Para preparar la disolución precursora de Cd^{2+} , se mezclan 2,0 mL de octadeceno y 0,5 mL de ácido oleico. Calcula cuántos mg de acetato de cadmio dihidrato $[\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$, 98 % riqueza] hay que pesar. **(10 puntos)**

b) Para preparar la disolución precursora de Se^{2-} , se utiliza selenio en polvo (99,5 % riqueza) y se disuelve en 2,5 mL de trioctilfosfina (un compuesto orgánico que ayuda a estabilizar los QDs y que reduce el Se^0 a Se^{2-}). Con el fin de mejorar la reactividad, hay que utilizar una relación molar 3:1 de Se:Cd. ¿Qué masa de Se metálico hay que pesar? **(10 puntos)**

c) Si todos los QDs obtenidos se dejan secar y se calientan en presencia de oxígeno, parte de la superficie se oxida. Se puede considerar que el 10 % de la masa de CdSe se oxida, por partes iguales, a $\text{CdO}(\text{s})$ y $\text{SeO}_2(\text{s})$. ¿Cuál será la masa del sólido resultante? **(10 puntos)**



d) El radio, r , de los QDs puede calcularse mediante derivaciones cuánticas utilizando la siguiente expresión:

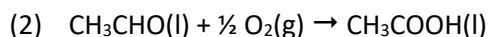
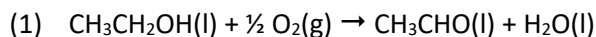
$$r \text{ (nm)} \approx \frac{2}{\sqrt{\frac{1241}{\lambda \text{ (nm)}} - 1,74}}$$

donde λ es la longitud de onda (en nm) a la que emite el QD (el valor máximo del pico de emisión) tras ser excitado con luz ultravioleta. La siguiente Tabla relaciona el tiempo de reacción con el color de la emisión. Si los QDs se consideran esferas de un diámetro de 5 nm, ¿qué color de emisión cabe esperar? ¿A qué tiempo ha de pararse la reacción? **(5 puntos)**

$t \text{ (min)}$	Color Emisión	$\lambda \text{ (nm)}$
1	Azul	475
2	Verde	525
3	Amarillo	575
5	Naranja	620
7	Rojo	675

Problema 2 (35 puntos)

Para que un vinagre se califique como “vinagre de vino” debe tener, según la normativa vigente, al menos 60,0 g de ácido acético en 1 litro. Este tipo de vinagres se obtienen por fermentación alcohólica (anaeróbica) o acética (aeróbica). En la fermentación acética se usa un tipo de bacterias denominadas “bacterias del ácido acético o *acetobacterias*”, las cuales oxidan el etanol a ácido acético. Esta reacción tiene lugar en dos etapas:



a) Calcula, con los datos suministrados, la variación de entalpía de reacción para cada una de las etapas. **(10 puntos)**

b) La fermentación acética, ¿es una reacción endotérmica o exotérmica? Justifica la respuesta. **(5 puntos)**

c) Se dispone de una garrafa de 5,00 L de vino tinto con una graduación del 11,0 % (porcentaje en volumen de alcohol etílico). ¿Qué intercambio energético habrá si se transforma en vinagre? **(10 puntos)**

d) Si se produce la fermentación completa del vino anterior, ¿se podrá denominar a este vinagre como “vinagre de vino”? Justifica la respuesta. **(10 puntos)**

Datos:

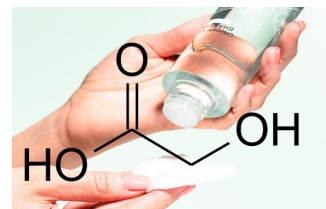
Entalpías de formación estándar, $\Delta_f H^\circ$ ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$): $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) = -484,0$; $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8$; $\text{CO}_2(\text{g}) = -393,5$.

Entalpía de combustión estándar, $\Delta_c H^\circ$ ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$): $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l}) = -1366,8$; $\text{CH}_3\text{CHO}(\text{l}) = -1166,0$.

Densidad del etanol = $0,789 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

Problema 3 (30 puntos)

Belén Tejuelas, de los Tejuelas de toda la vida, continúa con su afición de cuidar su piel y cutis, y ella misma se prepara productos de cosmética en base a disolver ácido glicólico (ácido hidroxietanoico, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$, $K_a = 1,48 \cdot 10^{-4}$) en agua, y utilizarlos en sus abluciones matutinas y nocturnas.



Belén ha comprado un tónico concentrado, que consiste en una disolución de ácido glicólico en agua al 9,00 % en masa, que tiene una densidad de $1,075 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Con esta disolución, Belén va a preparar dos productos de aplicación directa: un tónico corporal cuyo pH no ha de ser menor de 3,00; y un tónico facial a un pH mínimo de 3,50. Su amigo Adolfo Llador, de los Llador de toda la vida, se ha ofrecido a ayudarla en la preparación de estos productos, en un nuevo intento de mejorar su relación de amistad con ella, pero los conocimientos de Química del pobre Adolfo son prácticamente nulos. Ayuda a Adolfo a cumplir su objetivo, utilizando los mensajes de voz del whatsapp:

a) Belén quiere preparar 3,00 litros de tónico corporal de pH = 3,00. ¿Cuál es el volumen máximo de tónico concentrado comercial que necesitará mezclar con la cantidad adecuada de agua? **(10 puntos)**

b) El tónico facial se puede preparar diluyendo el tónico corporal del apartado anterior. ¿Qué volumen del tónico corporal se necesita para preparar un litro de tónico facial de pH = 3,5? **(10 puntos)**

c) Días más tarde, Adolfo regaló a Belén 10,0 g de una mezcla de ácido glicólico y glicerina (1,2,3-propanotriol, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$), en la que la fracción molar del ácido glicólico era de 0,480; con la intención de tomar un baño relajante juntos. Pero Adolfo tiene hipersensibilidad cutánea, y no puede mojarse con agua cuyo pH sea menor a 4,00. Aconseja a Adolfo qué volumen de agua mínimo ha de poner en la bañera para que el pH de la mezcla sea el adecuado, teniendo en cuenta que ha de utilizar todo el producto adquirido. **(10 puntos)**

Nota: considera que los volúmenes son aditivos.

OLIMPIADA ESPAÑOLA DE QUÍMICA 2023-2024

FASE LOCAL - CUESTIONES

1 de marzo de 2024

INSTRUCCIONES

Dispone de un tiempo máximo de **noventa minutos** para esta parte de la prueba que consta de 35 preguntas y 3 de reserva que no deben contestar a menos que se le indique en el aula. Se proporcionan algunos datos generales y la tabla periódica.

Sólo hay 1 respuesta correcta para cada cuestión. Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto, en blanco 0, y cada incorrecta con - 0,33.

Esta parte pondera con un 40 % de la nota final.

Se permite el uso de calculadoras no programables.

No empiece el ejercicio hasta que se le indique.

Debe contestar en la plantilla de respuestas.

Tabla Periódica

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18															
1 H Hidrógeno 1,008																	2 He Helio 4,0026															
3 Li Litio 6,94	4 Be Berilio 9,0122											5 B Boro 10,81	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrógeno 14,007	8 O Oxígeno 15,999	9 F Flúor 18,998	10 Ne Neón 20,180															
11 Na Sodio 22,990	12 Mg Magnesio 24,305											13 Al Aluminio 26,982	14 Si Silicio 28,085	15 P Fósforo 30,974	16 S Azufre 32,06	17 Cl Cloro 35,45	18 Ar Argón 39,95															
19 K Potasio 39,098	20 Ca Calcio 40,078	21 Sc Escandio 44,956	22 Ti Titanio 47,867	23 V Vanadio 50,942	24 Cr Cromo 51,996	25 Mn Manganeso 54,938	26 Fe Hierro 55,845	27 Co Cobalto 58,933	28 Ni Níquel 58,693	29 Cu Cobre 63,546	30 Zn Zinc 65,38	31 Ga Galio 69,723	32 Ge Germanio 72,630	33 As Arsénico 74,922	34 Se Selenio 78,971	35 Br Bromo 79,904	36 Kr Kriptón 83,798															
37 Rb Rubidio 85,468	38 Sr Estroncio 87,62	39 Y Itrio 88,906	40 Zr Circonio 91,224	41 Nb Niobio 92,906	42 Mo Molibdeno 95,95	43 Tc Tecnecio [97]	44 Ru Rutenio 101,07	45 Rh Rodio 102,91	46 Pd Paladio 106,42	47 Ag Plata 107,87	48 Cd Cadmio 112,41	49 In Indio 114,82	50 Sn Estaño 118,71	51 Sb Antimonio 121,76	52 Te Telurio 127,60	53 I Yodo 126,90	54 Xe Xenón 131,29															
55 Cs Cesio 132,91	56 Ba Bario 137,33											72 Hf Hafnio 178,49	73 Ta Tántalo 180,95	74 W Wolframio 183,84	75 Re Renio 186,21	76 Os Osmio 190,23	77 Ir Iridio 192,22	78 Pt Platino 195,08	79 Au Oro 196,97	80 Hg Mercurio 200,59	81 Tl Talio 204,38	82 Pb Plomo 207,2	83 Bi Bismuto 208,98	84 Po Polonio [209]	85 At Astatino [210]	86 Rn Radón [222]						
87 Fr Francio [223]	88 Ra Radio [226]											104 Rf Rutherfordio [267]	105 Db Dubnio [268]	106 Sg Seaborgio [269]	107 Bh Bohrio [270]	108 Hs Hasio [269]	109 Mt Meitnerio [277]	110 Ds Darmstadtio [281]	111 Rg Roentgenio [282]	112 Cn Copernicio [285]	113 Nh Nihonio [286]	114 Fl Flerovio [290]	115 Mc Moscovio [290]	116 Lv Livermorio [293]	117 Ts Teneso [294]	118 Og Oganesón [294]						
																		57 La Lantano 138,91	58 Ce Cerio 140,12	59 Pr Praseodimio 140,91	60 Nd Neodimio 144,24	61 Pm Prometio [145]	62 Sm Samario 150,36	63 Eu Europio 151,96	64 Gd Gadolinio 157,25	65 Tb Terbio 158,93	66 Dy Disprosio 162,50	67 Ho Holmio 164,93	68 Er Erbio 167,26	69 Tm Terbio 168,93	70 Yb Iterbio 173,05	71 Lu Lutecio 174,97
																		89 Ac Actinio [227]	90 Th Torio 232,04	91 Pa Protactinio 231,04	92 U Uranio 238,03	93 Np Neptunio [237]	94 Pu Plutonio [244]	95 Am Americio [243]	96 Cm Curio [247]	97 Bk Berkelio [247]	98 Cf Californio [251]	99 Es Einstenio [252]	100 Fm Fermio [257]	101 Md Mendelevio [258]	102 No Nobelio [259]	103 Lr Lawrencio [262]

CONSTANTES

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$R = 0,08206 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

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

$$R = 1,987 \cdot 10^{-3} \text{ kcal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$F = 9,6485 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$R_H = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

FÓRMULAS

Ecuación de estado de los gases ideales:

$$pV = nRT$$

1ª ley de la Termodinámica:

$$\Delta U = Q + W = Q - p\Delta V$$

Energía de Gibbs y constante de equilibrio:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

Ecuación de Nernst:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln(Q)$$

Ecuación de velocidad integrada para una reacción de orden cero:

$$[A] = [A]_0 - k t$$

Ecuación de Henderson-Hasselbalch:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$$

Ley de Graham:

$$\frac{u_A}{u_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

Entalpía:

$$H = U + pV$$

Energía de Gibbs y proceso electroquímico:

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$$

Ecuación de van't Hoff:

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

Ecuación de velocidad integrada para una reacción de orden uno:

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

Energía de un fotón:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Energía de Gibbs:

$$G = H - TS$$

Entropía:

$$\Delta S = \frac{Q_{\text{rev}}}{T}$$

Ecuación de Arrhenius:

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

Ecuación de velocidad integrada para una reacción de orden dos:

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = k t$$

C 1.- Tenemos “ n ” moles de un gas ideal en un recipiente de volumen “ V ” a una temperatura absoluta “ T ”. ¿Cuál de las siguientes transformaciones no modifica la presión en el recipiente?

- a) Sacar del recipiente la mitad de los moles de gas y duplicar la temperatura
- b) Duplicar el volumen del recipiente e introducir n moles del gas
- c) Disminuir el volumen hasta $1/3$ de V y reducir la temperatura a la tercera parte de la inicial
- d) Las tres respuestas anteriores son correctas

C 2.- ¿Cuál de los siguientes gases tiene una menor presencia en la atmósfera terrestre?

- a) El vapor de agua
- b) El helio
- c) El argón
- d) El dióxido de carbono

C 3.- Thomas Midgley, químico de la General Motors Co., ha sido calificado como *“la persona que ha generado más impacto en la atmósfera que cualquier otro organismo en la historia de la Tierra”*, ya que es el inventor de los CFC’s y el que descubre que la adición del tetraetilplomo, $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$, a las gasolinas mejoraba su explosión, pero con el inconveniente de que su combustión lanzaba partículas plomo al medio ambiente. Si el contenido máximo de esta sustancia en la gasolina en España hasta 2002, autorizado por la Unión Europea, era de $0,234 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, el contenido en plomo de una gasolina expresado en ppm es:



La densidad de la gasolina es $0,720 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

- a) 105 ppm
- b) 164 ppm
- c) 150 ppm
- d) 208 ppm

C 4.- ¿Qué volumen de una disolución de NaCl $2,00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ hay que añadir a $1,00 \text{ L}$ de otra disolución de NaCl $1,00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ para conseguir, tras dilución con el volumen de agua necesario, $2,00 \text{ L}$ de una disolución de concentración $1,25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Considere que los volúmenes son aditivos.

- a) $1,00 \text{ L}$
- b) $0,75 \text{ L}$
- c) $1,50 \text{ L}$
- d) $1,25 \text{ L}$

C 5.- Cierta compuesto contiene únicamente cobalto, carbono y oxígeno. Cuando $2,500 \text{ g}$ del compuesto reaccionan con dióxigeno a temperatura alta, se desprenden $0,928 \text{ g}$ de dióxido de carbono y queda un residuo de un óxido de cobalto cuya masa es $1,686 \text{ g}$. El análisis de este óxido de cobalto indica que contiene un $73,4 \%$ de cobalto. Las fórmulas más simples del compuesto original y del óxido formados son, respectivamente:

- a) CoC_2O_4 , Co_3O_4
- b) CoCO_3 , CoO
- c) CoC_2O_4 , CoO
- d) CoCO_3 , Co_3O_4

C 6.- El ácido sulfúrico, H_2SO_4 , reacciona con el hidróxido de sodio, NaOH , para formar sulfato de sodio, Na_2SO_4 , y agua. Si la reacción la consideramos irreversible y se mezclan inicialmente 2 moles de ácido sulfúrico y 3 moles de hidróxido de sodio, ¿qué reactivo sobraré cuando la reacción haya terminado?

- a) Los dos
- b) Ninguno
- c) NaOH
- d) H_2SO_4

C 7.- Stephanie Horovitz (1887-1942), química de origen judío asesinada por los nazis, fue la primera científica en demostrar la existencia experimental de los isótopos, propuestos por Frederick Soddy, al estudiar el plomo natural y el procedente de la desintegración del uranio y descubrir que:



- a) La masa de los átomos de plomo que se encuentran en la naturaleza es diferente de la de los que se obtienen a partir de la desintegración del uranio-235.
- b) Todos los isótopos radiactivos emiten partículas alfa.
- c) Solo los elementos radiactivos, como uranio y torio, tienen isótopos.
- d) Únicamente los isótopos contienen neutrones en su núcleo.

C 8.- Un mineral tiene la fórmula $\text{Na}_2\text{Ca}_4\text{X}(\text{PO}_4)_3$, donde X es una especie sin determinar. ¿Cuál de las siguientes especies puede ser X?

- a) Ag^+
- b) F^-
- c) Ba^{2+}
- d) $(\text{SO}_4)^{2-}$

C 9.- Los elementos X y Z reaccionan para formar un compuesto iónico. X y Z tiene 2 y 6 electrones de valencia, respectivamente. ¿Cuál es la fórmula del compuesto formado entre X y Z?

- a) X_2Z_6
- b) XZ_3
- c) XZ
- d) X_6Z_2

C 10.- ¿Qué conjunto de números cuánticos n, l, m_l, m_s , es posible para un electrón de valencia del fósforo, P, en su estado fundamental?

- a) 3, 1, -1, $\frac{1}{2}$
- b) 3, 2, 0, $\frac{1}{2}$
- c) 3, 1, -2, $\frac{1}{2}$
- d) 2, 1, 0, $-\frac{1}{2}$

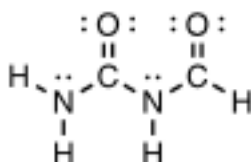
C 11.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la energía de ionización de átomos en estado gaseoso es correcta?

- a) La primera energía de ionización de elementos del grupo 1 es siempre mayor que la primera energía de ionización de los elementos del grupo 2, en la misma fila de la Tabla Periódica
- b) En el segundo periodo, la primera energía de ionización es directamente proporcional al radio atómico
- c) Entre los elementos del Al ($Z = 13$) al Ar ($Z = 18$), la primera energía de ionización aumenta gradualmente con el número atómico
- d) Entre los elementos del grupo 16, la primera energía de ionización desciende con el aumento del número atómico

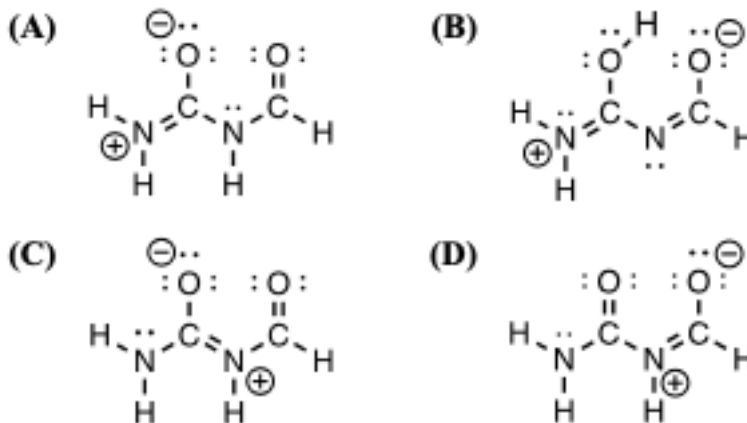
C 12.- ¿En cuál de las listas siguientes, las especies están ordenadas según su radio iónico creciente?

- a) $\text{Cs}^+, \text{Rb}^+, \text{Na}^+$
- b) $\text{S}^{2-}, \text{Cl}^-, \text{K}^+$
- c) $\text{Sr}^{2+}, \text{Rb}^+, \text{Br}^-$
- d) $\text{O}^{2-}, \text{Na}^+, \text{Ba}^{2+}$

C 13.- La estructura de Lewis para la N-formilurea es la siguiente:



¿Cuál de las siguientes propuestas no es una estructura de resonancia correcta para dicho compuesto?



a) (A)

b) (B)

c) (C)

d) (D)

C 14.- La geometría molecular de los iones I_3^- y NO_3^- es, respectivamente:

- a) Lineal y triangular
- b) Triangular y lineal
- c) Triangular y tetraédrica
- d) Triangular y piramidal

C 15.- Seleccione entre las siguientes, la/las molécula/s que presentan momento dipolar: CO_2 , SO_2 , BF_3 , H_2S :

- a) CO_2 y SO_2
- b) SO_2 y H_2S
- c) BF_3
- d) H_2S

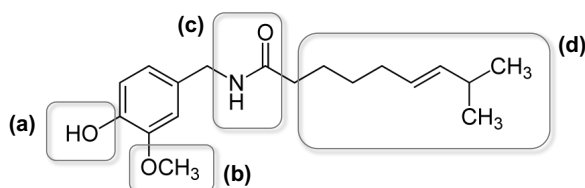
C 16.- De las sustancias siguientes, ¿en cuál se pueden formar enlaces de hidrógeno intermoleculares?

- a) HBr(g)
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3(\text{l})$
- c) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$
- d) $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{l})$

C 17.- ¿En cuál de las siguientes listas, las sustancias están ordenadas en función de su punto de ebullición creciente?

- a) PCl_3 , CaO , CO_2
- b) CaO , CO_2 , PCl_3
- c) CO_2 , PCl_3 , CaO
- d) CaO , PCl_3 , CO_2

C 18.- Tras un intenso día en el instituto, un grupo de amigas deciden ir a comer a un restaurante mexicano. Como entrante piden chiles rellenos y comprueban que, efectivamente, el nivel de picante es excesivo. Mientras el restaurante prepara los principales, una amiga le pregunta al ChatGPT qué componente del chile es responsable de la sensación de picante. Inmediatamente le contesta que es la molécula de capsaicina. ¿Qué parte de la capsaicina, la cual se representa a continuación, forma interacciones intermoleculares con el aceite o sustancias líquidas de carácter graso?



- a) Fragmento (a)
- b) Fragmento (b)
- c) Fragmento (c)
- d) Fragmento (d)

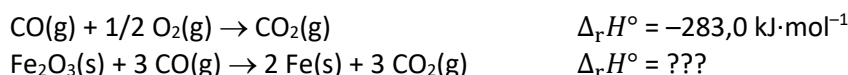
C 19.- ¿Cuál es el valor de la entalpía de formación estándar para el MgO(s) si se liberan 200,9 kJ cuando se forman 20,15 g de MgO a partir de la combustión del magnesio en condiciones estándar?

- a) $-401,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- b) $-200,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- c) $+200,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- d) $+401,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

C 20.- Cuando el agua líquida se convierte en hielo a 0°C y 1 atm de presión, ¿cuál de los siguientes cambios tiene lugar?

- a) Se libera calor al entorno
- b) El volumen del sistema disminuye
- c) La presión de vapor del agua aumenta
- d) Los enlaces de hidrógeno se debilitan

C 21.- La variación de entalpía estándar de formación de la hematita, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$, es $-825,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. ¿Cuál es la variación de entalpía estándar de reacción para la reducción de la hematita con monóxido de carbono para dar hierro metálico?



- a) $-23,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- b) $542,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- c) $-849,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- d) $-1674,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

C 22.- La reacción $2 \text{A} + \text{B} \rightarrow \text{P}$ es de orden 1 respecto de A y de orden 1 respecto de B. La velocidad inicial de esta reacción aumentará si:

- a) Duplicamos la concentración inicial de A y reducimos a la mitad la concentración inicial de B, manteniendo constante la temperatura
- b) Duplicamos la concentración inicial de B y reducimos a la mitad la concentración inicial de A, manteniendo constante la temperatura
- c) Reducimos a la mitad la temperatura, manteniendo constantes las concentraciones iniciales de A y de B
- d) En ninguno de los casos anteriores

C 23.- El ^{210}Po es un excelente emisor de partículas alfa que se desintegra para formar el isótopo estable ^{206}Pb . Además, es altamente tóxico (la dosis letal media del ^{210}Po para una persona de 80 kg es 0,890 μg). Este isótopo fue utilizado para asesinar al exagente del KGB Alexander Litvinenko. Suponiendo que se le administró el triple de dicha dosis y que murió al cabo de veintidós días, ¿qué cantidad de ^{210}Po quedaba en el interior de su cuerpo al morir?

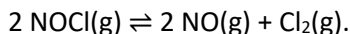
- a) 2,39 μg
- b) 0,28 μg
- c) 0,79 μg
- d) 0,89 μg

Dato. El ^{210}Po se desintegra con una cinética de primer orden cuyo periodo de semidesintegración es $t_{1/2} = 138,4$ días.

C 24.- El carbonato de calcio, $\text{CaCO}_3(\text{s})$ se descompone a 800 °C en óxido de calcio, $\text{CaO}(\text{s})$, y dióxido de carbono, $\text{CO}_2(\text{g})$. La reacción es endotérmica, reversible y a esa temperatura tiene una constante de equilibrio $K_p = 0,236$ (con la presión en atmósferas). En un recipiente cerrado de volumen 1 litro, se disponen 100,0 g de carbonato de calcio, se calienta a 800 °C y esperamos un cierto tiempo. Entonces comprobamos que se han obtenido 0,1503 g de óxido de calcio. ¿Cómo podemos conseguir que aumente la cantidad de óxido de calcio que se obtiene?

- a) Añadiendo más cantidad de carbonato de calcio
- b) Disminuyendo la temperatura
- c) Abriendo el recipiente
- d) Esperando más tiempo

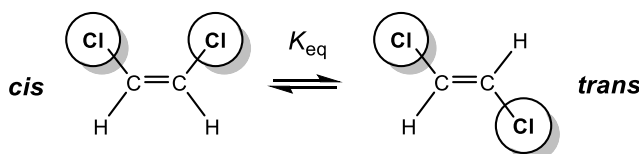
C 25.- Un recipiente contiene los gases NOCl , NO y Cl_2 en equilibrio de acuerdo con la siguiente ecuación química:



¿En qué sentido se desplaza el equilibrio si se añaden al recipiente 3 moles de $\text{Ar}(\text{g})$, manteniendo constante el volumen total del recipiente y la temperatura?

- a) Hacia la formación de NO y Cl_2
- b) Hacia la formación de NOCl
- c) El equilibrio no se desplaza en ningún sentido
- d) No se puede saber con los datos del enunciado, pues se necesita el valor de la entalpía de reacción

C 26.- Los isómeros son compuestos químicos que tienen la misma fórmula molecular, pero distinta disposición espacial de los átomos. El siguiente equilibrio químico representa la isomerización entre dos alquenos: el *cis*-1,2-dicloroeteno y el *trans*-1,2-dicloroeteno.



Si el valor de la variación de energía de Gibbs estándar a 200 °C es de 2,09 kJ, ¿qué valor tiene la constante de equilibrio?

- a) 0,11
- b) 0,28
- c) 0,59
- d) 1,06

C 27.- Para sales con coeficientes estequiométricos iguales, serán más insolubles aquellas que:

- a) Tienen un K_{ps} más grande
- b) Tienen un K_{ps} más pequeño
- c) Tienen un K_{ps} neutro
- d) Ninguna de las anteriores

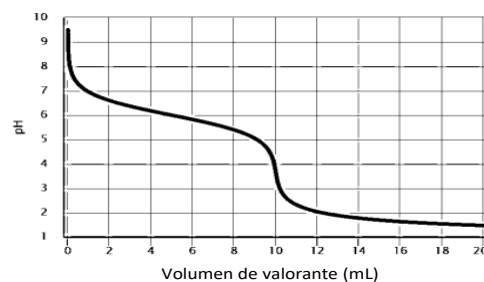
C 28.- Se desea valorar una determinada cantidad de una sustancia básica. ¿Se empleará más o menos volumen si se valora con un ácido fuerte que con uno débil de la misma concentración?

- a) Más volumen
- b) Menos volumen
- c) El mismo volumen
- d) Dependerá de la estequiometría de la reacción

C 29.- Sabiendo que el valor de la constante de acidez del ácido acético es igual al de la constante de basicidad del amoníaco (con un valor de $1,82 \cdot 10^{-5}$), indique cuál de las siguientes mezclas tiene pH neutro.

- a) 100 mL de NaCl 0,1 M + 100 mL de HAc 0,2 M
- b) 100 mL de NaOH 0,1 M + 50 mL de HCl 0,1 M
- c) 100 mL de NH_4Cl 0,1 M + 100 mL de NaOH 0,1 M
- d) 100 mL de NH_3 0,1 M + 50 mL de HAc 0,2 M

C 30.- La siguiente gráfica representa una curva de valoración ácido-base. Si se dispone del conjunto de indicadores que se muestra en la tabla adjunta, el indicador más adecuado para utilizar y el cambio de color que se observa es:



- a) Naranja de metilo. La disolución vira de amarillo a rojo
- b) Rojo de metilo. La disolución vira de amarillo a rojo
- c) Rojo de metilo. La disolución vira de rojo a amarillo
- d) Rojo neutro. La disolución vira de azul rojizo a naranja

Indicador	Forma ácida	Forma básica	Intervalo de viraje
Naranja de metilo	Rojo	Amarillo	3,1 a 4,4
Rojo de metilo	Rojo	Amarillo	4,4 a 6,5
Rojo neutro	Azul rojizo	Naranja	6,4 a 8,8

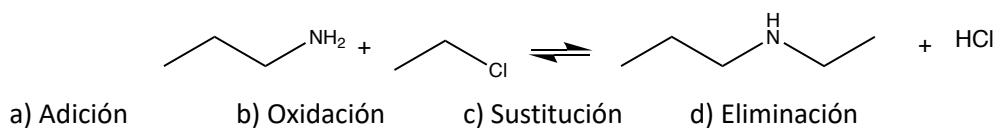
C 31.- ¿Cuál de las siguientes mezclas es una disolución básica? $K_a(\text{HAc}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $K_a(\text{HCN}) = 4,9 \cdot 10^{-10}$

- a) 100 mL de HCl 0,1 M + 100 mL de NaCl 0,1 M
- b) 100 mL de HAc 0,1 M + 100 mL de NaAc 0,1 M
- c) 100 mL de HCN 0,1 M + 100 mL de NaCN 0,1 M
- d) 100 mL de HAc 0,1 M + 100 mL de NaOH 0,05 M

C 32.-Cuál de los siguientes compuestos es el isómero de función del acetato de metilo?

- a) Acetato de etilo
- b) Propanona
- c) Ácido propanoico
- d) Etanoato de etilo

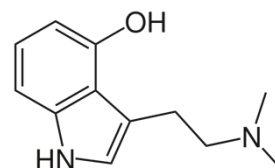
C 33.- La siguiente reacción es de tipo:



C 34.- ¿Cuál de las siguientes moléculas se corresponde con la fórmula molecular $C_6H_{12}O$?

- a) Ácido 4-hexenoico
- b) 5-metil-2-hexanol
- c) Ciclohexanona
- d) 2,3-dimetilbutanal

C 35.- La estructura mostrada corresponde a la bufotenina, una sustancia que se encuentra en la piel de determinados anfibios. En grandes cantidades, esta sustancia tiene un efecto psicoactivo en humanos, provocando alteraciones del comportamiento y del normal funcionamiento del cerebro. ¿Cuál es la fórmula molecular correcta de dicha sustancia?



- a) $C_{12}H_{14}N_2O$
- b) $C_{12}H_{18}N_2O$
- c) $C_{12}H_{16}N_2O$
- d) $C_{11}H_{16}N_2O$

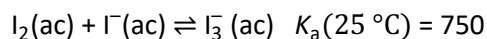
Cuestiones de reserva

No debe contestarlas a menos que se le indique en el aula.

R 1.- Si calentamos en un crisol 50 gramos de $\text{CaCO}_3(\text{s})$ a temperatura suficiente para que se descomponga totalmente en $\text{CaO}(\text{s})$ y $\text{CO}_2(\text{g})$, ¿qué cantidad de sólido quedará en el recipiente?

- a) 20 g b) 28 g c) 30 g d) 50 g

R 2.- Considera el equilibrio químico siguiente que corresponde a una reacción exotérmica:



¿Cuál de los cambios propuestos provocará un aumento en el número de moles de $\text{I}_2(\text{ac})$ presentes en el equilibrio?

I: Aumentar la temperatura

II. Sustituir como fuente de $\text{I}^-(\text{ac})$ el KI por una masa igual de NaI.

- a) Sólo I
b) Solo II
c) Ambos I y II
d) De ninguna de las maneras propuestas.

R 3.- El yoduro de plomo(II) tiene una constante de producto de solubilidad $K_{ps} = 1,4 \cdot 10^{-8}$. ¿Cuál es la concentración de $\text{I}^-(\text{ac})$ en una disolución saturada de PbI_2 ?

- a) $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ b) $2,4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ c) $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ d) $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$