

## OLIMPIADA LOCAL 2020. Madrid 6 de marzo.

**Instrucciones:** Conteste en la Hoja de Respuestas. Solo hay una respuesta correcta para cada cuestión. Cada respuesta correcta se valorará con **1 punto** y las incorrectas descontarán **0,33 puntos** cada una. No se permite el uso de calculadoras programables.

1A	1	2											13	14	15	16	17	8A
	H	He											3A	4A	5A	6A	7A	2
	1.008	4.003											5	6	7	8	9	10
	3	4											13	14	15	16	17	18
	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
	6.941	9.012											10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18
	11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	Al	Si	P	S	Cl	Ar
	22.99	24.31											26.98	28.09	30.97	32.07	35.45	39.95
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.55	65.39	69.72	72.61	74.92	78.96	79.90	83.80
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	85.47	87.62	88.91	91.22	92.91	95.94	(98)	101.1	102.9	106.4	107.9	112.4	114.8	118.7	121.8	127.6	126.9	131.3
	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	132.9	137.3	138.9	178.5	180.9	183.8	186.2	190.2	192.2	195.1	197.0	200.6	204.4	207.2	209.0	(209)	(210)	(222)
	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	(Uuo)	Fl	(Uup)	Lv	(Uus)	(Uuo)
	(223)	(226)	(227)	(261)	(262)	(263)	(262)	(265)	(266)	(284)	(272)	(285)	(284)	(289)	(288)	(293)	(294)	(294)

$$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}; R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}; h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s};$$

$$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}; 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm de Hg} = 101325 \text{ Pa}; F = 96500 \text{ C}; 1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}; 1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

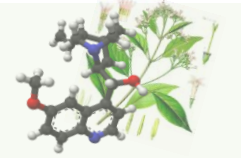
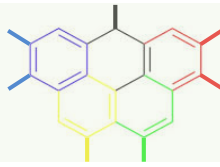
**Nota:** En todas las cuestiones en las que se mezclen disoluciones, considere que los volúmenes son aditivos.

1) En 2020 conmemoramos el bicentenario del aislamiento de la quinina, un alcaloide que se encuentra en la corteza del árbol de la quina. La quinina se usa para tratar la malaria. Los alcaloides son sustancias naturales de carácter alcalino debido a la presencia de átomos de nitrógeno. Sabiendo que la fórmula molecular de la quinina es  $C_{20}H_{24}N_2O_2$  ¿Qué porcentaje en peso de nitrógeno tiene la quinina?

- 4,00%
- 8,64%**
- 12,64%
- 15,22%

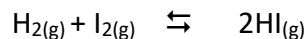
2) Un curio (Ci) es una medida de:

- Velocidad.
- Actividad radiactiva.**
- Absorción.
- Masa.



- 3) La energía libre estándar de activación de una reacción es:
- La diferencia de energía libre entre el estado basal de los productos y de los sustratos.
  - La diferencia de la entalpía menos la entropía del sistema
  - La energía basal de los sustratos en una reacción catalizada.
  - La energía libre adicional que han de alcanzar las moléculas para llegar al estado de transición.**

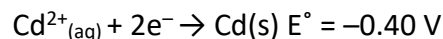
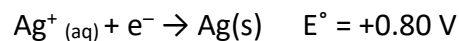
- 4) Un mol de hidrógeno y un mol de yodo se introducen en un recipiente de 2 L a una temperatura a la que la constante de equilibrio es 56,6 según el siguiente equilibrio:



Cuando se alcanza el equilibrio ¿cuál es la concentración del producto de la reacción?

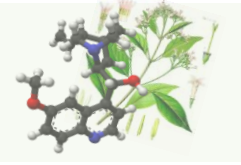
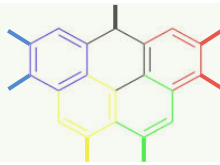
- 0,79 M**
  - 0,90 M
  - 1,36 M
  - 1,58 M
- 5) El orden de llenado de los orbitales de un átomo neutro (*Principio Aufbau*) se basa en una serie de reglas y principios teóricos y experimentales. ¿Cuál de estas reglas y principios NO se tienen en cuenta en el *Principio Aufbau*?
- El principio de exclusión de Pauli.
  - El principio de incertidumbre de Heisenberg.**
  - La regla de Hund.
  - La regla de Madelung.

- 6) Considere una celda voltaica basada en estas semiceldas:

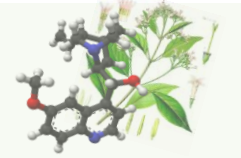
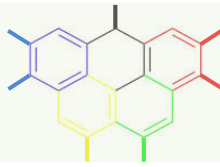


Identifique el ánodo y proporcione el voltaje de esta celda en condiciones estándar.

- Ag;  $E_{\text{celda}} = 0.40 \text{ V}$
  - Ag;  $E_{\text{celda}} = 2.00 \text{ V}$
  - Cd;  $E_{\text{celda}} = 1.20 \text{ V}$**
  - Cd;  $E_{\text{celda}} = 2.00 \text{ V}$
- 7) ¿Cuáles son las semirreacciones del Cs y  $\text{Cl}_2$  en la obtención de  $\text{CsCl}$ ?
- $\text{Cs} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Cs}^+$        $\text{Cl}_2 \longrightarrow 2 \text{Cl}^- + \text{e}^-$
  - $\text{Cs} + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Cs}^{2+}$        $\text{Cl}_2 \longrightarrow 2 \text{Cl}^- + 2 \text{e}^-$
  - $\text{Cs}^{2+} + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Cs}$        $2 \text{Cl}^- \longrightarrow 2 \text{Cl} + 2 \text{e}^-$
  - $2 \text{Cs} \longrightarrow 2 \text{Cs}^+ + 2 \text{e}^-$        $\text{Cl}_2 + 2 \text{e}^- \longrightarrow 2 \text{Cl}^-$**



- 8) El hidrógeno es un vector energético (también llamado combustible) que, por su eficacia y limpieza, puede servir para el transporte por carretera en un futuro cercano. Recientemente, en el periódico El País (25 de octubre de 2019), se publicó un reportaje en el que se describía un viaje de 500 km con 5 kg de hidrógeno. Sabiendo que la entalpía de formación del agua en fase gaseosa es  $-241,8$  kJ/mol, ¿cuál es el gasto energético por km de dicho vehículo?
- 425 kJ
  - 1209 kJ**
  - 2178 kJ
  - No se puede resolver con estos datos.
- 9) El estado físico de los halógenos en condiciones estándar ( $25^{\circ}\text{C}$  a  $1\text{atm}$ ) es:
- Todos ellos son gases.
  - Flúor, cloro y bromo gases. Yodo sólido.
  - Flúor y cloro gases. Bromo líquido. Yodo sólido.**
  - Flúor gas. Cloro y bromo líquidos. Yodo sólido.
- 10) El segundo es una de las siete unidades básicas del Sistema Internacional. Su definición actual depende de la frecuencia de la radiación correspondiente a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental de un átomo de un elemento en concreto. ¿Cuál es este elemento?
- $^{133}\text{Cs}$**
  - $^{90}\text{Sr}$
  - $^{235}\text{U}$
  - $^1\text{H}$
- 11) Se toma una muestra de 5.0 g de una sal hidratada y se la somete a un proceso de calentamiento y deshidratación. Tras ese proceso la muestra pesa 3.2 g. ¿Cuál de las siguientes podría ser la sal hidratada inicial?
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$**
  - $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- 12) ¿Cuál es la geometría del catión  $\text{H}_3\text{O}^+$ ?
- Plana.
  - Angular.
  - Tetraédrica.
  - Pirámide trigonal.**



13) La fluorescencia es un fenómeno de luminiscencia que se da en aquellas moléculas capaces de absorber energía electromagnética, lo que provoca la excitación de los electrones. Para retornar al nivel fundamental, dichos electrones liberan el exceso de energía por mecanismos de desactivación no radiante y radiante, siendo este último lo que se denomina fluorescencia. Sabiendo cómo se produce la fluorescencia, indique la afirmación correcta:

- La longitud de onda de absorción es mayor que la de emisión.
- La longitud de onda de emisión es mayor que la de absorción.**
- La longitud de onda de emisión es igual que la de absorción.
- Sólo existe longitud de onda de absorción y no de emisión.

14) Se dispone de tres disoluciones en agua:

Disolución A: ácido sulfúrico 1 M, Disolución B: ácido acético 1 M,

Disolución C: hidróxido sódico 1 M,

**Dato:**  $K_{\text{ácido acético}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$  Considere el ácido sulfúrico fuerte en sus dos ionizaciones.

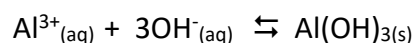
Se dan las afirmaciones:

- Al mezclar 10 mL de la Disolución A con 10 mL de la Disolución C, se produce la neutralización quedando  $\text{pH} = 7$
- Al mezclar 10 mL de la Disolución B con 20 mL de la Disolución C, se produce la neutralización quedando  $\text{pH} > 7$**
- Al mezclar 10 mL de la Disolución B con 5 mL de la Disolución C, se obtiene una disolución tampón o reguladora de  $\text{pH}$**
- Al mezclar 10 mL de la Disolución B con 10 mL de la Disolución C, se produce la neutralización quedando  $\text{pH} = 7$

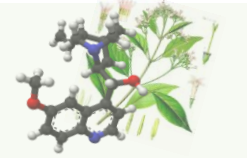
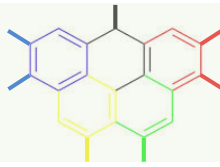
De las afirmaciones anteriores solo son ciertas:

- Todas.
- II y III.**
- II y IV.
- I y III.

15) El  $K_{\text{ps}}$  de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  es  $2,0 \cdot 10^{-31}$  a una temperatura de 298 K. ¿Cuál es el valor de  $\Delta G^0$  (medido a 298 K) para la precipitación de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  según la siguiente reacción?

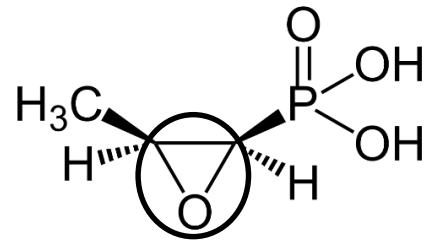


- 14.7 kJ/mol
- 175 kJ/mol**
- 70.6 kJ/mol
- 130 kJ/mol



- 16) El término "proof" que aparece en las botellas de bebidas alcohólicas se define como el doble del porcentaje en volumen de etanol puro ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) en la disolución. Así pues, una disolución que sea del 95% (v/v) de etanol es 190 proof. ¿Cuál es la molaridad de una disolución que sea 92 "proof"? ( $\rho_{\text{etanol}} = 0,80 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ;  $\rho_{\text{agua}} = 1,00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ).
- 0,46 M
  - 0,80 M
  - 0,92 M
  - 8,0 M**

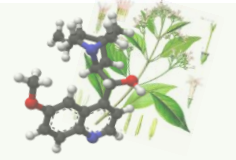
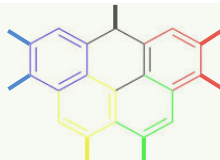
- 17) La fosfomicina fue el primer antibiótico descubierto en España. Se trata de un fármaco utilizado como tratamiento contra infecciones urinarias o gastrointestinales. La estructura de la molécula es la dada en la imagen. ¿Cómo se denomina el rasgo estructural mostrado dentro del círculo?



- Éster.
  - Cetona.
  - Epóxido.**
  - Tiol.
- 18) La nucleosíntesis estelar es el proceso mediante el cual las reacciones nucleares en el interior de las estrellas generan nuevos elementos químicos. Entre estas reacciones se encuentra la fusión nuclear, dominante en las primeras etapas de la vida de la estrella, hasta alcanzar un determinado elemento a partir del cual la fusión ya no es una reacción exotérmica. ¿A qué elemento nos referimos?
- Fe**
  - Si
  - Co
  - Kr

- 19) El pH de una disolución saturada de hidróxido de magnesio a  $25^\circ\text{C}$  es:
- 3,5
  - 10,5**
  - 5,4
  - 8,6

Datos.  $K_{ps}$  a  $25^\circ\text{C}$  del  $\text{Mg}(\text{OH})_2 = 1,8 \cdot 10^{-11}$ ;  $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$ .



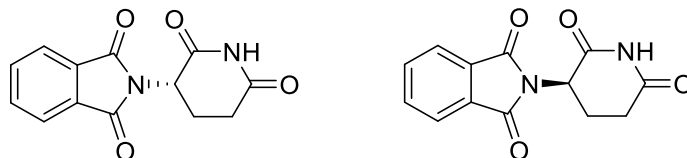
20) Una persona que se encuentra en el AVE Madrid-Barcelona descubre que en el billete le dicen que la huella de carbono de su viaje es de 13 kg de CO<sub>2</sub>. Como se aburre decide calcular cuál sería su huella de carbono si el mismo trayecto lo hiciese en avión. Sabe que en el vuelo Madrid-Barcelona se consumen 21,6 kg de keroseno por pasajero. ¿Cuál sería su huella de carbono teniendo en cuenta únicamente la generación de CO<sub>2</sub> en la combustión del keroseno (la real tendría en cuenta más cosas)? El keroseno es un 86 % en masa de C y un 14 % de H.

- a. 79 kg de CO<sub>2</sub>
- b. 68 kg de CO<sub>2</sub>**
- c. 26 kg de CO<sub>2</sub>
- d. 40 kg de CO<sub>2</sub>

21) ¿Cuál es la longitud de onda de un fotón que produce la transición menos energética de la serie de Balmer del hidrógeno?  $R_H = 2,180 \times 10^{-18} \text{ J} = 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

- a. 400 nm
- b. 364 nm
- c. 656 nm**
- d. 200 nm

22) La talidomida es un fármaco que se utilizaba como sedante y calmante de náuseas durante los tres primeros meses de embarazo. Este medicamento provocó miles de casos de focomelia, anomalía congénita que afectaba a los bebés, consistente en la ausencia de elementos óseos y musculares en los miembros superiores o inferiores. Como se observa en la figura siguiente, la talidomida presenta dos isómeros, siendo únicamente uno de ellos bioactivo.

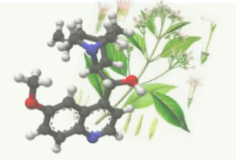
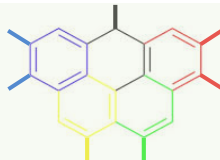


¿Qué tipo de isomería presenta?

- a. Regioisomería.
- b. Diastereoisomería.
- c. Enantioisomería.**
- d. Ninguna de las anteriores.

23) Cuando las moléculas diatómicas de nitrógeno, oxígeno y flúor se ordenan en orden creciente energía de enlace, ¿cuál es la secuencia correcta?

- a. N<sub>2</sub> < O<sub>2</sub> < F<sub>2</sub>
- b. F<sub>2</sub> < O<sub>2</sub> < N<sub>2</sub>**
- c. O<sub>2</sub> < F<sub>2</sub> < N<sub>2</sub>
- d. O<sub>2</sub> < N<sub>2</sub> < F<sub>2</sub>



24) Durante sus vacaciones de Semana Santa del año 1856, el joven William Henry Perkin (1838-1907) estaba trabajando en casa de sus padres, intentando sintetizar la quinina por oxidación de la toluidina (<https://educacionquimica.wordpress.com/2012/03/19/grandes-quimicos-william-henry-perkin/>). Aunque fracasó en su intento de obtener quinina, preparó una sustancia —la mauveína—, que fue el origen de una industria química importante ¿De cuál?

- a. Metalúrgica.
- b. De los colorantes.**
- c. Farmacéutica.
- d. De los detergentes.

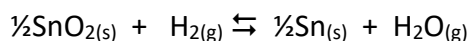
25) La solubilidad del bromuro de oro (III) es  $1,45 \cdot 10^{-4}$  g/L. Calcula su producto de solubilidad.

- a.  $3,32 \cdot 10^{-7}$
- b.  $1,10 \cdot 10^{-13}$
- c.  $3,27 \cdot 10^{-7}$
- d.  $3,28 \cdot 10^{-25}$**

26) El indicador ácido-base rojo de metilo tiene un  $K_a = 1 \cdot 10^{-5}$ . Su forma ácida es roja mientras que su forma alcalina es amarilla. Si se agrega rojo de metilo a una solución incolora con un pH = 7, el color será:

- a. Rosa.
- b. Rojo.
- c. Naranja.
- d. Amarillo.**

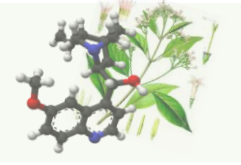
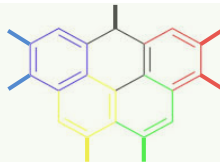
27) La reducción de óxido de estaño(IV) puede realizarse con hidrógeno molecular a alta temperatura según



reacción para la que a 750 °C:  $K_p = 2,86$ .

En un reactor de 100 litros se introducen  $\text{SnO}_2$  y  $\text{H}_2$ , se calienta a 750 °C de modo que cuando se alcanza el equilibrio, hay tanto Sn como  $\text{SnO}_2$  en el reactor y la presión total es 10 atm. La presión parcial de  $\text{H}_2\text{O}$  y los moles de hidrógeno en el equilibrio son:

- a.  $P_{\text{H}_2\text{O}} = 7,41$  atm,  $n_{\text{H}_2} = 3,09$  mol**
- b.  $P_{\text{H}_2\text{O}} = 2,59$  atm,  $n_{\text{H}_2} = 8,52$  mol
- c.  $P_{\text{H}_2\text{O}} = 7,41$  atm,  $n_{\text{H}_2} = 4,21$  mol
- d.  $P_{\text{H}_2\text{O}} = 2,59$  atm,  $n_{\text{H}_2} = 12,05$  mol



28) El  $^{210}\text{Po}$  es un excelente emisor de partículas alfa que se desintegra para formar el isótopo estable  $^{206}\text{Pb}$ . Además, es altamente tóxico y su dosis letal media para una persona de 80 kg es  $0,89 \mu\text{g}$ . Este isótopo fue utilizado para asesinar al ex agente del KGB Alexander Litvinenko. Suponiendo que se le administró el triple de dicha dosis y que murió al cabo de 22 días, ¿qué cantidad de  $^{210}\text{Po}$  quedaba en el interior de su cuerpo al morir? Datos. Periodo de semidesintegración del  $^{210}\text{Po} = 138,4$  días

- $2,39 \mu\text{g}$**
- $0,28 \mu\text{g}$
- $0,89 \mu\text{g}$
- Al tener un periodo de desintegración tan pequeño se desintegra toda la muestra.

29) Acerca del bromo se dice las siguientes afirmaciones:

- Es líquido a temperatura ambiente y da lugar a unos vapores marrones rojizos.
- Tiene carácter reductor.
- Se adiciona a olefinas y reacciona con metales.
- Forma nanopartículas de color violeta.

Escoger la respuesta acertada:

- I y II son ciertas.
- II y IV son ciertas.
- I y III son ciertas.**
- Ninguna de las afirmaciones es cierta.

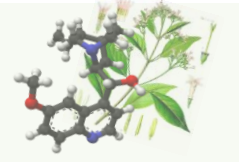
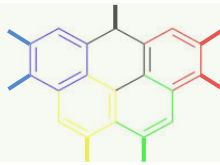
30) ¿Cuál de las siguientes formas de expresión de la concentración cambia si se modifica la temperatura de la disolución?

- Porcentaje en masa.
- Fracción molar.
- Molaridad.**
- Todas las anteriores.

31) En una determinada reacción, al pasar de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , la concentración inicial del reactivo se redujo a la mitad para mantener la velocidad de reacción. Si la energía de activación es de  $37,6 \text{ kJ/mol}$ , ¿Cuál será el orden total de la reacción?

- 0
- 1
- 2**
- Para resolver el ejercicio es necesario el factor A de Arrhenius.



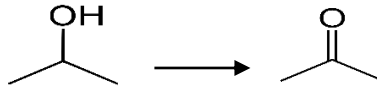


32) Indicar qué par de compuestos NO son isómeros.

- a. 1-Propanol y metoxietano.
- b. Ciclohexeno y 1-hexeno.**
- c. Ciclohexeno y 2-hexino.
- d. Pentanamida y 2-aminociclopentanol.

33) Se oxidan 10 cm<sup>3</sup> de isopropanol (2-propanol), de densidad 786 kg/m<sup>3</sup>, formándose 5,8 g de acetona. ¿Cuál es el rendimiento de la reacción?

La reacción es la siguiente:



- a. 73,8 %
- b. 76 %**
- c. 57 %
- d. 82,5 %

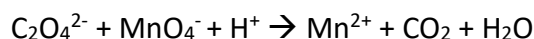
34) El protón tiene una masa de  $1,672 \cdot 10^{-27}$  kg y una carga de  $1,6023 \cdot 10^{-19}$  C. En disolución acuosa se encuentra mayoritariamente unido al agua formando el catión H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Considerando esos datos y tus conocimientos de química, averigua cual será la concentración molar de H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> en agua destilada a 25°C.

- a.  $4,6 \cdot 10^{-5}$  M
- b.  $2,3 \cdot 10^{-3}$  M
- c.  $1,0 \cdot 10^{-7}$  M**
- d.  $3,5310^{-4}$  M

35) ¿En cuál de las siguientes muestras encontramos mayor cantidad de electrones?

- a. En 10 g puros de hierro.
- b. En 10 L de oxígeno puro medido a 25°C y 1 atm.
- c. En 0,1 L de una disolución de etanol disuelto en agua a 0,1 M.**
- d. En 25 mmol de Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> puro.

36) Para determinar el contenido de calcio en una muestra de leche, se pesan 3,0615 g de la misma, se disuelve en agua y, tras precipitar las proteínas, el extracto se lleva a un volumen final de 50 mL. Se toma una alícuota de 5 mL y, después de aislar el calcio como oxalato cálcico, este se redissuelve y se valora con permanganato potásico 0,0049 M, consumiéndose un volumen de 8,0 mL. Determine el porcentaje de calcio en la leche analizada siendo la reacción:



- a. 0,615 %
- b. 12,3 %
- c. 0,128 %
- d. 1,28 %**



37) Las temperaturas normales de ebullición ( $T_e$ ) de las sustancias etanol, dimetiléter y propano cumplen:

- a.  $T_e(\text{etanol}) > T_e(\text{propano}) > T_e(\text{dimetiléter})$ .
- b.  $T_e(\text{propano}) > T_e(\text{etanol}) > T_e(\text{dimetiléter})$ .
- c.  $T_e(\text{dimetiléter}) > T_e(\text{propano}) > T_e(\text{etanol})$ .
- d.  $T_e(\text{etanol}) > T_e(\text{dimetiléter}) > T_e(\text{propano})$ .**

38) ¿Cuál de estos conjuntos de números cuánticos de un electrón NO es posible?

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

39) Ordene, de mayor a menor, la energía de ionización de las especies  ${}_1\text{H}$ ,  ${}_3\text{Li}$ ,  ${}_3\text{Li}^{2+}$ :

- a.  $\text{Li}^{2+} = \text{Li} > \text{H}$
- b.  $\text{H} > \text{Li} > \text{Li}^{2+}$
- c.  $\text{Li}^{2+} > \text{H} > \text{Li}$**
- d.  $\text{Li} > \text{Li}^{2+} > \text{H}$

40) En 2020 conmemoramos el centenario del nacimiento de Rosalind E. Franklin (1920-1958), destacada cristalografía que contribuyó a determinar la “*molécula de la vida*” (<https://educacionquimica.wordpress.com/2015/07/25/rosalind-franklin-y-la-estructura-del-adn/>), el ácido desoxirribonucleico (ADN), que es la molécula que transmite la información genética entre generaciones. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?

- a. La molécula de ADN es una molécula de muy alto peso molecular.
- b. El ADN es una proteína.**
- c. Las bases que forman el ADN son adenina, citosina, guanina y timina.
- d. El enlace de hidrógeno es fundamental para estabilizar la estructura del ADN.