

OLIMPIADA LOCAL 2021. Madrid 5 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											B	C	N	O	F	Ne
	Li	Be											10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18
	6.941	9.012											13	14	15	16	17	18
	11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar
	Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	26.98	28.09	30.97	32.07	35.45	39.95
	22.99	24.31											31	32	33	34	35	36
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	69.72	72.61	74.92	78.96	79.90	83.80
	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)	(281)	(272)	(285)	(284)	(289)	(288)	(293)	(294)	(294)

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

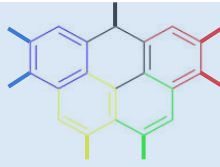
$$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}; 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm de Hg} = 101325 \text{ Pa}; F = 96500 \text{ C}; 1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}; 1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

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

1.- En el prospecto de la vacuna de Pfizer contra la COVID-19 se explica que incluye los siguientes componentes: mRNA, lípidos [(4-hidroxibutil)azanedil]bis(hexano-6,1-diil)bis(2-hexildecanoato), 2[[polietilenglicol]-2000]-N,N-ditetradecilacetamida, 1,2-Distearoil-sn-glicerol-3-fosfocolina y colesterol), cloruro potásico, fosfato de potasio monobásico, cloruro de sodio, fosfato de sodio dibásico y sacarosa.

¿Para qué crees que incluye estas dos sales: fosfato potásico monobásico (KH_2PO_4), fosfato sódico dibásico (Na_2HPO_4)?

- Como conservantes.
- Para ajustar y mantener el pH constante.
- Es un componente obligatorio para todas las vacunas.
- El sodio y el potasio funcionan como antivirales (impiden que el virus se propague).



2.- La OMS proporciona la siguiente receta para preparar 10 L de gel hidroalcohólico casero. Entre otros componentes, hay que añadir 8333 ml de Etanol al 96 % en volumen, 417 ml de peróxido de hidrógeno al 3 % y 145 ml de glicerol al 98 % en volumen. ¿Cuál será el porcentaje en volumen de etanol que incluirá la mezcla final?

- a. 75 %
- b. 90 %
- c. 70 %
- d. 80 %

3.- El SARS-CoV-2 es un virus con envuelta que presenta, en su superficie, la proteína S (espícula o *spike* en inglés), esta proteína reconoce ciertas proteínas de la membrana de nuestras células y le permite introducirse en ellas. La fórmula molecular de la proteína S es $C_{6266}H_{9660}N_{1644}O_{1881}S_{53}$. En el virus, la proteína está formando trímeros y en cada virus hay una media de 30 trímeros. Calcula la masa de proteína S que hay en 1 millón de virus SARS-CoV-2.

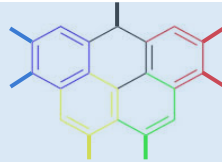
- a. $2,1 \cdot 10^{-11}$ g
- b. $7,0 \cdot 10^{-12}$ g
- c. $1,2 \cdot 10^{-9}$ g
- d. $2,3 \cdot 10^{-13}$ g

4.- Si nos alejamos de las condiciones estándar, las moléculas tienen un comportamiento diferente al que estamos acostumbrados. A $20,0^\circ \text{C}$, el agua tiene como producto iónico $6,807 \times 10^{-15}$. ¿Cuál es el pH de agua pura a esta temperatura?

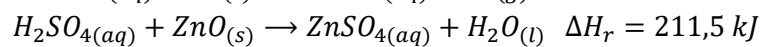
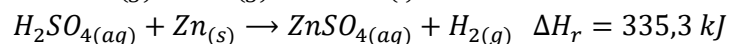
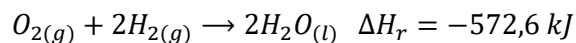
- a. 6,667
- b. 6,920
- c. 7,000
- d. 7,084

5.- En el mundo imaginario de Ulthar, los electrones tienen solamente tres números cuánticos: el número cuántico principal (n), el azimutal o momento angular (l) y el momento magnético (m). Suponiendo que las reglas sobre estos números siguen siendo aplicables, ¿cuántos electrones caben en los niveles $n=1$, $n=2$ y $n=3$ respectivamente?

- a. 2, 8 y 18
- b. 1, 3 y 6
- c. 1, 4 y 9
- d. 4, 9 y 16



6.- Dadas las siguientes reacciones, calcular la entalpía de formación del óxido de zinc:



- a. -25,8 kJ
- b. -448,8 kJ
- c. 258 kJ
- d. -162,5 kJ**

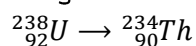
7.- El producto de solubilidad del carbonato de litio es $K_{ps} = 1,7 \cdot 10^{-3}$. ¿Cuántos gramos de carbonato de litio se podrían disolver como máximo en 5 litros de agua?

- a. 15,23 g
- b. 37,51 g
- c. 27,78 g**
- d. 55,63 g

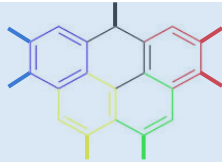
8.- La notación “partes por” se usa comúnmente en química para describir pequeños valores de cantidades adimensionales. Por ejemplo, una fracción de masa de 1 parte por millón (ppm) es equivalente a 1 g de soluto por millón de gramos de solución (es decir, soluto + solvente), o 1 mg de soluto por kg de solución. Se prepara una solución disolviendo 358,4 mg de yodo en 0,2500 L de etanol (la densidad del etanol es $0,7893 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$). ¿Cuál es la fracción de masa de yodo en esta solución, expresada en ppm?

- a. 1130 ppm
- b. 1132 ppm
- c. 1434 ppm
- d. 1816 ppm**

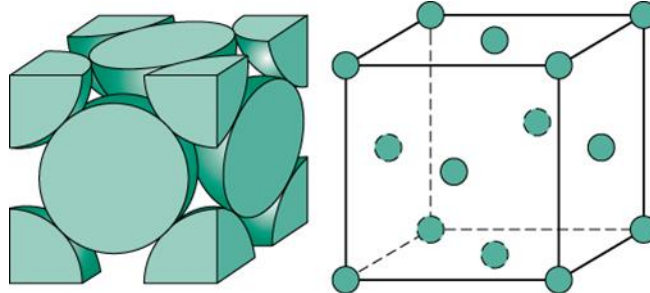
9.- En 1921, Frederick Soddy recibió el Premio Nobel de Química *por sus notables contribuciones al conocimiento de la química radiactiva y las investigaciones sobre la existencia y naturaleza de los isótopos*. Entre esas contribuciones, se encuentra la ley de Soddy-Fajans, la cual describe qué elementos e isótopos se crean tras una desintegración radiactiva. ¿Qué tipo de desintegración se da en el siguiente ejemplo?



- a. Desintegración α**
- b. Desintegración β +
- c. Desintegración β -
- d. Desintegración γ



10.- A una cierta temperatura, el cobre presenta una estructura cristalina cúbica centrada en las caras. Si la longitud del lado de la celda unidad es de $3,597 \text{ \AA}$, ¿cuál es la densidad del cobre a esta temperatura? El diagrama siguiente representa la estructura de la celda unidad.



- a. $4,53 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- b. $9,06 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$**
- c. $2,25 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- d. $8,96 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$

11.- El metanotiol (también conocido como metilmercaptano) es un compuesto orgánico con un uso bastante peculiar. ¿Cuál es?

- a. Producto de limpieza en reactores de fisión.
- b. Ingrediente en la fabricación de golosinas.
- c. Fertilizante de árboles frutales.
- d. Aditivo de olor desagradable en las bombonas de butano.**

12.- La bauxita es una roca sedimentaria y supone la principal fuente mundial de un cierto metal. ¿De qué metal se trata?

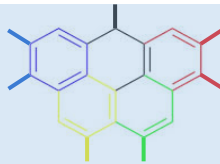
- a. Iridio.
- b. Aluminio.**
- c. Rodio.
- d. Cobre.

13.- ¿Cuál de las siguientes listas corresponde a los ingredientes de un champú?

- a. Lauril éter sulfato sódico, dodecilsulfato sódico, glicerina.**
- b. Agua, glucosa, vanilina, propilenglicol.
- c. Butano, ciclopentasiloxano, hidroxiclورو de aluminio.
- d. Carbonato de calcio, dodecilsulfato sódico, fluoruro de sodio.

14.- Una corriente eléctrica de 5 A circula durante un día (24 h) a través de dos cubas electrolíticas distintas, una, conteniendo sulfato de cobalto (II) y, otra, conteniendo cloruro de sodio. ¿De cuál de los elementos correspondientes se depositará mayor masa? Dato: $F=96500 \text{ C}$.

- a. Cobalto.**
- b. Sodio.
- c. Azufre.
- d. No se puede resolver con los datos disponibles.



15.- En 1669, el alquimista Hennig Brand destiló una mezcla de orina y arena, mientras buscaba la piedra filosofal. Obtuvo un material blanco que brillaba en la oscuridad y ardía con facilidad. ¿Qué elemento había descubierto?

- a. Potasio.
- b. Cobre.
- c. Uranio.
- d. Fósforo.

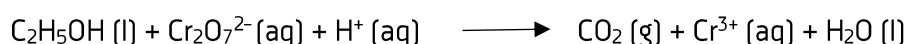
16.- Para salvar las medallas del premio nobel de Max Von Laue y de James Franck del régimen nazi durante la II Guerra Mundial, Niels Bohr tuvo que disolver el oro del que estaban hechas. El agua regia (una mezcla de ácidos nítrico y clorhídrico concentrados) es una de las pocas sustancias que pueden disolver el oro. Sin embargo, ninguno de estos ácidos por separado es capaz de hacerlo. ¿A qué se debe este comportamiento?

- a. Los ácidos nítrico y clorhídrico reaccionan, formando $NOCl_2$, que disuelve el oro.
- b. Los ácidos nítrico y clorhídrico reaccionan, formando Cl_2 , que disuelve el oro.
- c. El ácido nítrico oxida al oro en pequeña proporción, generando el ión Au^{3+} , que reacciona con el ácido clorhídrico formando el ion $AuCl_4^-$, lo que provoca que el equilibrio entre $Au(0)$ y el $Au(III)$ se desplace a la derecha.
- a. El ácido nítrico se vuelve un oxidante más fuerte en entornos más ácidos.

17.- Se desea preparar una disolución 0,1 M de ácido sulfúrico, a partir de la botella de ácido comercial empleado en el laboratorio, en cuya etiqueta figuran los siguientes datos: densidad $1,83 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ y 96% (p/p) de riqueza. El volumen necesario para preparar 1,0 L de la disolución 0,1 M de ácido sulfúrico es:

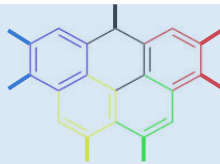
- a. 5,14 mL
- b. 5,52 mL
- c. 5,33 mL
- d. 11,04 mL

18.- El etanol reacciona con iones dicromato en solución ácida según la ecuación;



¿Cuál es el coeficiente de $H^+(aq)$ cuando esta ecuación cumple la ley de la conservación de la masa de Lavoisier con los coeficientes de números enteros más pequeños?

- a. 10
- b. 12
- c. 14
- d. 16



19.- Para la determinación de Fe(II) en vino, una muestra de este vino, se hace reaccionar con 1,10-fenantrolina, dando lugar a un compuesto (complejo Fe(II)-1,10 fenantrolina) de color anaranjado, estable a un pH comprendido entre 2 y 9. Tras varias pruebas en un laboratorio de análisis, se estableció que el pH óptimo fue de 3. Indica la respuesta correcta.

- a. A pH neutro se pierde el color del complejo.
- b. A pH básico el Fe(II) se oxida a Fe(III).
- c. A pH ácido se evita la formación de los hidróxidos de Fe(II).
- d. A pH básico el Fe(III) del vino se reduce a Fe(II).

20.- Los compuestos BF_3 , NH_3 y ClF_3 responden a la fórmula general AB_3 , sus geometrías correspondientes son:

- a. Plana trigonal, piramidal trigonal, forma de T.
- b. Piramidal trigonal, tetraédrica, forma de T.
- c. Plana trigonal, tetraédrica, forma de T.
- d. Forma de T, plana trigonal, plana trigonal.

21.- Tras analizar una muestra de fertilizante, se obtuvo un contenido de fosfato de 140,26 mg/g. Expresa los resultados como % de fósforo total.

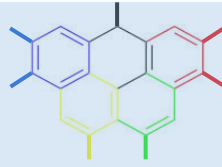
- a. 4,6 %
- b. 0,046 %
- c. 43 %
- d. 9,2 %

22.- La cromatografía de gases es una técnica utilizada para separar compuestos en función de su punto de ebullición. De esta forma, saldrán primero del sistema aquellos más volátiles. Teniendo en cuenta su fundamento, indique el orden correcto de salida del sistema de los siguientes hidrocarburos: decano, undecano, dodecano y pentadecano.

- a. 1º decano, 2º dodecano, 3º undecano, 4º pentadecano.
- b. 1º pentadecano, 2º dodecano, 3º undecano, 4º decano.
- c. 1º decano, 2º pentadecano, 3º dodecano, 4º undecano.
- d. 1º decano, 2º undecano, 3º dodecano, 4º pentadecano.

23.- ¿En cuál de las siguientes listas están escritos los siguientes iones en orden creciente de tamaño?

- a. $\text{F}^- < \text{S}^{2-} < \text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+}$
- b. $\text{F}^- < \text{S}^{2-} < \text{Mg}^{2+} < \text{Al}^{3+}$
- c. $\text{Mg}^{2+} < \text{F}^- < \text{Al}^{3+} < \text{S}^{2-}$
- d. $\text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+} < \text{F}^- < \text{S}^{2-}$



24.- Se realiza una electrólisis de 125 mL de una disolución de dicloruro de cobre 0,45 M durante 75 min, utilizando una corriente de 2 A. ¿Cuál es la concentración final de iones Cl^- ? Tenga en cuenta que $1 \text{ F} = 96500 \text{ C}$.

- a. $1,58 \cdot 10^{-1} \text{ M}$
- b. $7,76 \cdot 10^{-2} \text{ M}$
- c. $3,35 \cdot 10^{-2} \text{ M}$
- d. $8,9 \cdot 10^{-1} \text{ M}$

25.- El ácido cianhídrico fue aislado por vez primera en 1783 por el químico sueco Carl Wilhelm Scheele. Lo hizo a partir del tinte azul de Prusia por lo que se conoce como ácido prúsico. Se disuelven 0,675 gramos de ácido cianhídrico en agua hasta llegar a los 500 mL de disolución. ¿Qué pH tendrá? Dato: el pK_a del ácido cianhídrico es de 9,2.

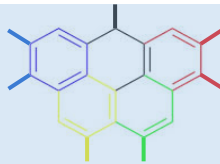
- a. 9,84
- b. 5,25
- c. 1,33
- d. 8,13

26.- En fisiología humana es muy importante mantener unas condiciones aproximadamente constantes de pH, temperatura...esto se conoce como equilibrio homeostático. Para mantener el pH sanguíneo dentro de un rango adecuado, el organismo emplea el tampón bicarbonato, formado por el par ácido base conjugado $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$, el cual presenta un $\text{pK}_a = 6,1$. Si una persona que se encuentra grave en la UCI presenta un pH sanguíneo de 7,04 y una concentración de HCO_3^- de 24 mM, ¿Cuál será su presión parcial de CO_2 sabiendo que la constante de solubilidad de este gas a 37°C es de $0,03 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{mmHg}^{-1}$?

- a. 91,6 mmHg
- b. 150 mmHg
- c. 75 mmHg
- d. 34 mmHg

27.- Para la reacción: $2\text{HI} (\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2 (\text{g}) + \text{I}_2 (\text{g})$, la constante de equilibrio K_c , a 745°C , vale 0,02. Si en un matraz de 2 L se introducen 4,61 g de HI ¿cuál será la concentración de HI en el equilibrio?

- a. $1,17 \cdot 10^{-2} \text{ M}$
- b. $1,72 \cdot 10^{-2} \text{ M}$
- c. $0,79 \cdot 10^{-2} \text{ M}$
- d. $1,40 \cdot 10^{-2} \text{ M}$



28.- Si el volumen se reduce a la mitad, calcula la nueva presión de HI en el equilibrio del ejercicio anterior.

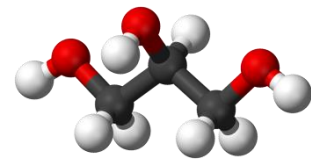
- a. 1,32 atm
- b. 3,24 atm
- c. 2,64 atm**
- d. 1,94 atm

29.- Señala la afirmación correcta sobre la geometría, polaridad y acidez del trifluoruro de boro:

- a. Trigonal plana, polar, base de Lewis.
- b. Piramidal, apolar, base de Lewis.
- c. Trigonal plana, apolar, ácido de Lewis.**
- d. Piramidal, polar, ácido de Lewis.

30.- El sistema de colores CPK es una popular convención de colores para distinguir átomos de diferentes elementos químicos en modelos moleculares que podemos encontrar en libros de divulgación de la química como *Las moléculas de Atkins*.

Así, por ejemplo, el carbono se representa con el color negro, el hidrogeno con el blanco y el oxígeno con el rojo en el glicerol (propano-1,2,3-triol). Siguiendo este convenio podemos reconocer moléculas de inmediato sin que lleven los nombres de todos sus componentes:
 En la aminometanamida, carbamida o urea ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$)

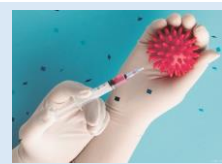
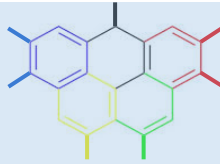


¿Podrías decir de qué color se pinta el nitrógeno según el sistema de colores CPK?

- a. Amarillo.
- b. Verde.
- c. Violeta oscuro.
- d. Azul oscuro.**

31.- ¿Dónde podemos encontrar las fuerzas de dispersión de London?

- a. Entre todas las moléculas.**
- b. Solo entre dipolos permanentes.
- c. Entre los cationes del enlace metálico.
- d. Entre los iones del enlace iónico.



32.- En noviembre de 1922 se anunció el Premio Nobel de Física correspondiente al año 1921. Fue otorgado a Albert Einstein *por sus aportaciones a la Física Teórica, en especial por su descubrimiento de la ley del efecto fotoeléctrico*. Para explicar este efecto, Einstein postuló que la luz se transporta en diminutos paquetes, aportando así una semilla que contribuiría al desarrollo de la física cuántica.

A una superficie de cinc llega luz ultravioleta de 150 nm de longitud de onda. Calcula cuál es la velocidad de los electrones extraídos sabiendo que el trabajo de extracción de un electrón del cinc es de 4,31 eV, si es que se produce el efecto fotoeléctrico.

a. $3,21 \cdot 10^7$ m/s

b. $1,18 \cdot 10^3$ km/s

c. $1,13 \cdot 10^2$ km/s

d. $2,6 \cdot 10^5$ m/s

33.- Una muestra que contiene un isótopo radiactivo produce 2000 cuentas por minuto en un contador Geiger. Después de 120 horas, la muestra produce 250 recuentos por minuto. ¿Cuál es la vida media del isótopo?

a. 15 h

b. 30 h

c. 40 h

d. 60 h

34.- Se realizó una prueba a la llama para confirmar la identidad de un ión metálico en una disolución. El resultado fue una llama verde. ¿Cuál de los siguientes iones metálicos es el responsable de este resultado?

a. Cobre.

b. Estroncio.

c. Sodio.

d. Zinc.

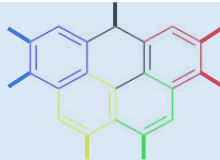
35.- Dorothy Crowfoot Hodgkin fue una gran cristalógrafa británica responsable de obtener el primer diagrama de difracción de rayos X de un cristal de proteína que se conoce, sino que, además, determinó la estructura de muchas otras moléculas con importancia biológica. Un trabajo que, en su conjunto, le valió el Premio Nobel de Química en 1964. A continuación, se relacionan una serie de moléculas cuya estructura ya es sobradamente conocida. ¿Cuál de estas estructuras fue resuelta por esta científica?:

a. Insulina.

b. Penicilina.

c. Vitamina B12 o cobalamina.

d. Todas ellas.



36.- Una de las grandes pasiones de todo químico es descubrir tendencias entre los elementos de las diferentes familias de las que se compone la tabla periódica ¿Qué familia de elementos tiene miembros sólidos, líquidos y gaseosos a 25 ° C y 1 atm de presión?

- a. Metales alcalinos (Li - Cs).
- b. Nitrogenoideos (N - Bi).
- c. Calcógenos (O - Te).
- d. Halógenos (F - I).**

37.- Charles Goodyear descubrió, en 1839, un proceso que hace que el caucho se haga más duro y más resistente al frío ¿Qué elemento químico se utiliza para formar enlaces cruzados entre las hebras del caucho del látex?

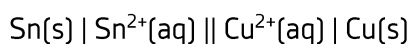
- a. Hierro.
- b. Nitrógeno.
- c. Fósforo.
- d. Azufre.**

38.- Si sacamos un trozo de hielo del congelador en casa y lo dejamos sobre la encimera de la cocina un caluroso día de verano, observamos que se descongela. Calcula la energía que se requiere para convertir 5,0 g de hielo a -10,0 ° C a agua líquida a 11,0 ° C (Supón que las capacidades caloríficas son independientes de la temperatura).

Entalpía de fusión	Calor específico del hielo	Calor específico del agua líquida
6,00 kJ·mol ⁻¹	37,8 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹	76,0 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹

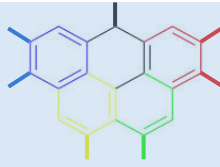
- a. 4,2·10² J
- b. 2,0·10³ J**
- c. 9,3·10³ J
- d. 3,8·10⁴ J

39.- Una manera de representar las pilas es la siguiente:



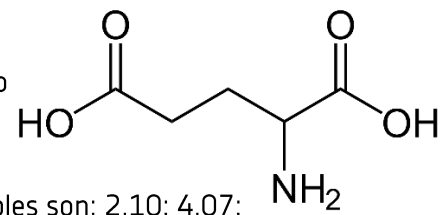
Para la celda voltaica representada arriba, ¿qué cambio aumentará el voltaje?

- a. Aumentar el tamaño del electrodo de Sn.
- b. Aumentar el tamaño del electrodo de Cu.
- c. Incrementar la concentración molar de Sn²⁺.
- d. Incrementar la concentración de Cu²⁺.**



40.- Un aminoácido, como su nombre indica, es una molécula orgánica con *un grupo amino* (-NH₂), un *grupo carboxilo* (-COOH), y un tercer grupo R, unidos todos ellos a un átomo de carbono al que denominamos carbono α , por su posición relativa con respecto al grupo carboxilo. Todos los aminoácidos presentan características comunes y es la naturaleza del grupo R, al que se denomina la *cadena lateral*, lo que los diferencia, caracteriza y proporciona sus propiedades específicas. Entre sus características generales destacan sus propiedades ácido-base porque, dependiendo de la naturaleza de su cadena lateral, pueden formar un *zwitterión* (hermafrodita, en alemán), una molécula que contiene simultáneamente cargas positivas y negativas, pero en tal proporción que su carga neta es cero. De esta propiedad surge el concepto de *punto isoeléctrico* (pI), que se define como el valor de pH al cual la carga neta de cada aminoácido es cero.

Teniendo en cuenta que la fórmula del aminoácido ácido glutámico (Glu) es:



Calcule el valor de su punto isoeléctrico (pI).

Los valores de las constantes de acidez (pK_a) de sus grupos ionizables son: 2,10; 4,07; 9,47.

- a. 6,07
- b. 3,09**
- c. 7,69
- d. 9,80