



OLIMPIADA DE QUIMICA DE MADRID 2018

2 de marzo de 2018

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.

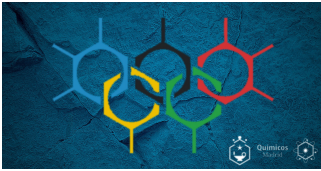
1A																		8A	
1 H 1.008	2 2A													13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He 4.003
3 Li 6.941	4 Be 9.012												5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18	
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 9B	10 8B	11 1B	12 2B	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95		
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80		
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3		
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)		
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 (Uuo) (284)	114 Fl (289)	115 (Uup) (288)	116 Lv (293)	117 (Uus) (294)	118 (Uuo) (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, considerar que los volúmenes son aditivos.

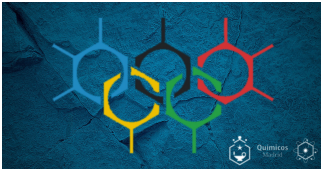
1. La Olimpiada Nacional de Química de 2018 se va a celebrar en Salamanca, cuya Universidad cumple este año el VIII centenario de su fundación. Uno de los aspectos más curiosos de esta ciudad es que muchos de sus edificios históricos (por ejemplo, la Plaza Mayor, la fachada de las Escuelas Mayores, la Clerecía o el Palacio de Anaya) están contruidos con piedra de Villamayor, que les otorga su característico color amarillento, o rosado si hay presencia de óxidos de hierro. Esta piedra suele estar compuesta por cuarzo, feldespatos, micas y una matriz arcillosa. La proporción de feldespatos en esta piedra suele ser de un 20-30%, aproximadamente. Un mineral presente en los feldespatos es la ortoclasa, cuya composición en masa contiene un 9,7% de Al, 30,3% de Si y 46,0% de O. ¿Cuál es la fórmula molecular de la ortoclasa?
 - a) $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
 - b) $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
 - c) KAlSi_3O_8
 - d) $\text{MgAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$



La Química
es vida y progreso



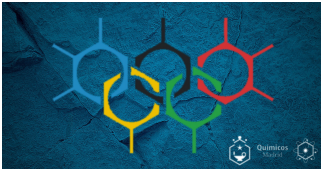
2. ¿Qué elemento tiene más isótopos estables?
- Carbono.
 - Germanio.
 - Estaño.
 - Silicio.
3. La reacción de la termita —que ha aparecido en series de televisión como *Breaking Bad*— es conocida por ser muy exotérmica. Para obtenerla se mezclan aluminio en polvo y óxido de hierro (III) y se calienta a alta temperatura para iniciar la reacción. Como productos se forman hierro fundido y óxido de aluminio. Calcula el porcentaje en masa de aluminio que debe haber en la mezcla para que sea estequiométrica.
- 25%
 - 67%
 - 53%
 - 17%
4. ¿Qué tipo de reacción convierte un alcohol secundario en una cetona?
- Reacción de reducción.
 - Reacción de oxidación.
 - Reacción de cetonización.
 - No se puede realizar la transformación.
5. Una de las formas de expresar la concentración de H_2O_2 presente en el agua oxigenada que se vende en las farmacias es en volúmenes de oxígeno, es decir, el volumen de O_2 que se liberaría a 25°C y 1 atm si todo el H_2O_2 presente en 1 L de agua oxigenada se descompusiera a oxígeno molecular y agua. Se valora 1 mL de agua oxigenada comercial y se requieren 20 mL de KMnO_4 0,02 M en medio ácido para llegar al punto de equivalencia. ¿Cuál la concentración del agua oxigenada comercial expresada en volúmenes de oxígeno?
[Datos: $E^0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51\text{V}$. $E^0(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = 0,68\text{V}$].
- 10
 - 12,2
 - 4,9
 - 8,4



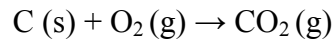
La Química
es vida y progreso



6. En química orgánica, un grupo funcional —combinación de átomos y enlaces— es el responsable de la reactividad química de un tipo de compuestos ¿Cuál es el grupo funcional característico de una amida primaria?
- CONH_2
 - CO_2NH_2
 - CN
 - CO_2H
7. Cuando a una determinada cantidad de disolución de ácido acético (etanoico), que contiene x moles de soluto se le añaden x moles de NaOH , se obtiene una disolución cuyo pH es:
- Independiente del valor de x .
 - Mayor que 7.
 - Igual a 7.
 - Menor que 7.
8. Las farolas que tradicionalmente se han usado para el alumbrado público son lámparas de sodio. La típica luz naranja que emiten se corresponde, fundamentalmente, con un doblete de líneas espectrales del sodio, llamadas líneas D, que se sitúan a 589 nm. ¿Cuál es la energía de un mol de fotones con $\lambda=589$ nm?
- $3,4 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$.
 - $2 \cdot 10^7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.
 - $48,9 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$.
 - $2 \cdot 10^3 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$.
9. La reacción del carburo de calcio con agua genera un gas con importantes aplicaciones industriales ¿Cuál es?
- Hidrógeno
 - Metano
 - Acetileno
 - Hidruro de calcio



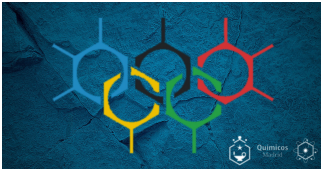
10. La mezcla pirotécnica que se emplea en los fuegos artificiales suele estar formada por clorato de potasio y carbono, que reacciona con el oxígeno liberado en la reacción de descomposición del clorato de potasio, de acuerdo con las siguientes reacciones:



Gracias a la energía que se libera en la primera reacción se excitan los electrones de las sales metálicas que se añaden a la mezcla para que se produzca la emisión de colores. Si en un cohete se han liberado 34 L de $\text{CO}_2(\text{g})$ medidos a 300°C y 2,3 atm, ¿cuál es la energía liberada en la reacción de descomposición del KClO_3 suponiendo que todo el O_2 que reacciona con el $\text{C} (\text{s})$ procede de esta reacción de descomposición?

[Datos: $\Delta H_f(\text{KClO}_3(\text{s})) = -391,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H_f(\text{KCl}(\text{s})) = -435,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$].

- a) 44,7 kJ
b) 32,1 kcal
c) 118,3 kcal
d) 49,5 kJ
11. En 2016, la Unión de Química Pura y Aplicada (IUPAC) aceptó el nombre de cuatro nuevos elementos químicos con los números atómicos 113, 115, 117 y 118, respectivamente. ¿Cuál es el nombre del elemento $Z = 118$?
- a) Moscovión.
b) Salchichonio.
c) Oganésón.
d) Nihonión.
12. El fósforo rojo es un sólido bastante insoluble, aislante y con un punto de fusión dentro de un intervalo de temperaturas. Con estos datos, la estructura del fosforo rojo es:
- a) Red metálica
b) Iónico
c) Sólido molecular
d) Red polimérica



La Química
es vida y progreso



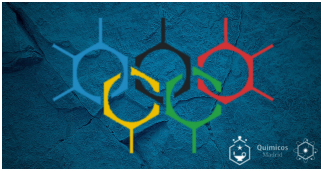
13. La espectrometría de masas de alta resolución es una técnica que presenta una gran cantidad de aplicaciones en la caracterización y confirmación estructural de compuestos químicos. Su principal ventaja es la capacidad de distinguir la abundancia relativa de los isótopos de los elementos presentes en un compuesto. Sabiendo que la masa atómica promedio del cloro es 35,453 uma y que las masas de los isótopos ^{35}Cl y ^{37}Cl son 34,969 uma y 36,966 uma, respectivamente, ¿cuál es la abundancia relativa natural del isótopo ^{37}Cl ?
- a) 65,4%
 - b) 24,2%
 - c) 33,2%
 - d) 75,8%
14. En relación a los modelos atómicos, indicar cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera.
- a) El modelo atómico planteado por E. Rutherford puede justificarse sin necesidad de recurrir a la fuerza nuclear fuerte.
 - b) El modelo atómico planteado por J.J. Thomson permite justificar el comportamiento de las partículas α al intentar atravesar una delgada lámina de oro.
 - c) En el modelo atómico de Rutherford, la energía de los electrones es inversamente proporcional al cuadrado del número n.
 - d) En el modelo atómico de Bohr, la velocidad de los electrones es inversamente proporcional al número n.
15. Cuando se añade un soluto no volátil a un disolvente volátil, la presión de vapor _____, la temperatura de ebullición _____, la temperatura de congelación _____, y la presión osmótica a través de una membrana semipermeable _____.
- a) Disminuye, aumenta, disminuye, disminuye.
 - b) Aumenta, aumenta, disminuye, aumenta.
 - c) Aumenta, disminuye, aumenta, disminuye.
 - d) Disminuye, aumenta, disminuye, aumenta.



La Química
es vida y progreso



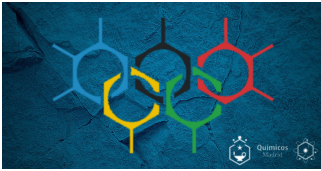
16. El xenón es un elemento químico que puede formar compuestos con elementos muy electronegativos, como el flúor. ¿Qué geometría molecular presenta el tetrafluoruro de xenón?
- Tetraédrica.
 - Plano cuadrada.
 - Taburete.
 - Forma T.
17. Indica cuáles de las siguientes moléculas son polares: agua, tricloruro de boro, tricloruro de fósforo, tetracloruro de carbono y benceno.
- Agua y benceno.
 - Agua y tricloruro de fósforo.
 - Agua y tetracloruro de carbono.
 - Agua, trifluoruro de fósforo y tricloruro de boro.
18. ¿Cuál de las siguientes composiciones puede ser la de un detergente?
- Dodecilsulfato sódico, pirofosfato de sodio, polietoxiamidas, estilbenceno, limoneno.
 - Hipoclorito de sodio, pirofosfato de sodio, poliésteres, fenoles, alcanfor.
 - Hexanoato de amonio, citrato de sodio, poliolefinas, hidróxido de calcio, mentol.
 - Bicarbonato de sodio, ácido cítrico, poliésteres, compuestos aromáticos, vainillina.
19. ¿Cuántos estereoisómeros son posibles en el 4,5-dimetiloctan-2,6-dieno?
[CH₃-CH=CH-CH(CH₃)-CH(CH₃)-CH=CH-CH₃].
- 4
 - 8
 - 10
 - 16



La Química
es vida y progreso



20. En un laboratorio a la temperatura ambiente de 20°C se introducen en un vaso de precipitados (de paredes no adiabáticas) 3000 mL de agua a 20°C . Entonces, se añaden 1000 mL de agua líquida a 60°C en el vaso. Suponiendo que la densidad del agua líquida es de $1\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ y que el calor específico del agua líquida es $1\text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ entre 0 y 100°C , ¿cuál será la temperatura del agua cuando se alcance el equilibrio térmico?
- 10°C
 - 20°C
 - 30°C
 - 60°C
21. En medicina nuclear es frecuente el uso de isótopos radiactivos para tratar o diagnosticar enfermedades. Uno de los métodos de diagnosis es la *tomografía de emisión de positrones* (*positron emission tomography*, PET) en la que se pueden ‘visualizar’ (escanear) procesos metabólicos del organismo. Frecuentemente, en esta técnica se usa la 2-fluoro-2-desoxi-*D*-glucosa, marcada con el isótopo 18 del flúor. ¿En qué isótopo se transforma el flúor-18 en el proceso radiactivo?
[Nota: un positrón es la antipartícula del electrón].
- En flúor-19.
 - En oxígeno-18.
 - Continúa como flúor-18.
 - En neón-19.
22. A finales del siglo XIX, la masa molecular de los gases se determinaba midiendo su densidad. En 1894, Lord Rayleigh y Ramsey (galardonados con sendos Premios Nobel en Física y en Química, respectivamente, en 1904) observaron una ligera discrepancia en las densidades del nitrógeno obtenido por síntesis o por destilación fraccionada del aire. Estos dos grandes científicos pensaron que la muestra obtenida del aire debía estar contaminada por otra sustancia química, entonces desconocida. Investigaron este asunto y aislaron una nueva sustancia química ¿Cuál?
- El helio.
 - El neón.
 - El argón.
 - El monóxido de carbono.



La Química
es vida y progreso



23. El rubí y el zafiro son dos de las gemas más valoradas en joyería y que también tienen aplicaciones tecnológicas. Aunque sus aspectos físicos son bastante diferentes, su composición química es, esencialmente, la misma y las diferencias se deben a pequeñas impurezas de cationes metálicos. ¿Cuál es la sal inorgánica principal constituyente de los rubíes y los zafiros?

- a) SiO_2
- b) Al_2O_3
- c) KNO_3
- d) NaH_2PO_3

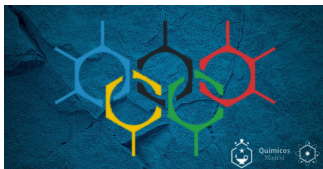
24. Indique cuál de las siguientes moléculas es diamagnética:

- a) NO
- b) O_2
- c) CO
- d) O_2^-

25. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es/son correcta/s?

- 1) Para determinar la masa molecular de un gas, suponiendo comportamiento ideal, lo más adecuado es pesar un volumen conocido a temperaturas bajas y presiones altas.
- 2) En iguales condiciones de presión y temperatura, dos moles de He ocuparán el mismo volumen que un mol de N_2 .
- 3) A igualdad de temperaturas, todos los gases tienen la misma energía cinética.
- 4) A volumen constante, la presión de un gas es inversamente proporcional a la temperatura.

- a) La 2, la 3 y la 4.
- b) Únicamente la 1.
- c) La 1 y la 3.
- d) Solamente la 3.



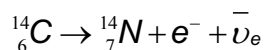
26. Si se mezclan 200 mL de una disolución de nitrato de plomo (II) 0,20 M con otros 200 mL de una disolución de sulfato de sodio 0,30 M, se forman como productos sulfato de plomo (II) insoluble y otro producto soluble, nitrato de sodio. La concentración del sulfato de sodio en exceso es:

- a) 0,020 M
- b) 0,10 M
- c) 0,15 M
- d) 0,05 M

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

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

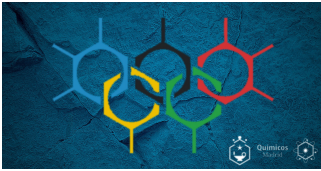
28. En los años 1940s, Willard Libby propuso un método muy original para conocer la edad de muestras de origen biológico, basado en la proporción entre los isótopos 14 (radiactivo) y 12 (no radiactivo) del carbono en la muestra biológica y la atmósfera circundante. Este método ha tenido múltiples aplicaciones en geología, paleontología, arqueología, ciencias forenses, ciencias medioambientales, etc. Por estas investigaciones, Libby fue galardonado con el Premio Nobel de Química en 1960. La desintegración del isótopo 14 del carbono se produce por emisión β según la siguiente reacción:



Si esta reacción tiene un tiempo de semivida de 5730 años y sigue una cinética de primer orden, ¿cuál es el valor de la constante de velocidad?

[Nota: el símbolo $\bar{\nu}_e$ representa el antineutrino del electrón]

- a) $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ años}^{-1}$
- b) $4,5 \cdot 10^{-7} \text{ días}^{-1}$
- c) 10^{-9} h^{-1}
- d) $3,8 \cdot 10^{-14} \text{ s}^{-1}$



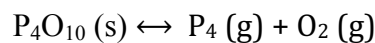
La Química
es vida y progreso



29. Se desea determinar la cantidad de cloruro y yoduro en una muestra de agua de mar. Para ello se valoran los halogenuros contenidos en 50 mL de dicha muestra con AgNO_3 0,05 M. Sabiendo que los puntos de equivalencia se alcanzaron para unos volúmenes de AgNO_3 de 9,5 y 21,4 mL, determinar la concentración de cloruro y yoduro.

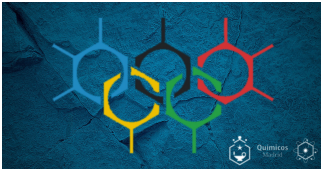
[Datos: $K_{ps}(\text{AgCl})$ $1,7 \cdot 10^{-10} \text{ M}^2$; $K_{ps}(\text{AgI})$ $8,3 \cdot 10^{-17} \text{ M}^2$]

- a) 2,40 g/L de yoduro y 0,42 g/L de cloruro.
b) 1,20 g/L de yoduro y 0,42 g/L de cloruro.
c) 0,60 g/L de yoduro y 0,84 g/L de cloruro.
d) 1,20 g/L de yoduro y 0,84 g/L de cloruro.
30. El $\text{Mg}(\text{OH})_2$ es un compuesto muy poco soluble en agua pura. ¿Qué ocurriría si a una disolución precipitada de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se le añade NH_4Cl ?
- a) Precipitará más hidróxido de magnesio al modificar el pH
b) La solubilidad del hidróxido magnesio no se verá modificada.
c) La solubilidad aumenta porque el pH disminuye.
d) No se puede contestar sin el dato del producto de solubilidad.
31. Se introduce una cierta cantidad de $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s})$ en un recipiente a 400 K y se espera a que se alcance el equilibrio de la siguiente reacción:



Si la presión total es de 1,86 atm, el valor de K_p a dicha temperatura es:

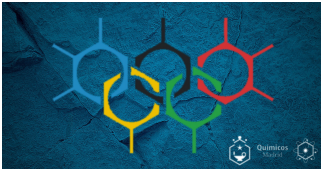
- a) $9,61 \cdot 10^{-2} \text{ atm}^6$
b) $11,16 \text{ atm}^6$
c) $2,78 \text{ atm}^6$
d) $0,36 \text{ atm}^6$
32. Se tiene una disolución reguladora formada por ácido acético y acetato de sodio. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
[Dato: $\text{pK}_a(\text{ácido acético}) = 4,8$].
- a) El valor de pH se verá modificado si se diluye la disolución a la mitad.
b) Cuanto más diluida esté la disolución reguladora, mayor será su capacidad para regular el pH.
c) El cambio de pH que se producirá si se añaden 5 mL de una disolución 0,1 M de NaOH será el mismo que si se añade 1 mL de disolución de NaOH 0,5 M.



La Química
es vida y progreso



- d) Si se añaden dos gotas del indicador fenolftaleína, la disolución se tornará de color rosa (intervalo de viraje de la fenolftaleína de incoloro a rosa entre $\text{pH} = 8,2$ y 10).
33. Los átomos de un metal se disponen de acuerdo a una celda cúbica centrada en el cuerpo. El número de átomos de metal por celda unidad es:
- a) 9
 - b) 3
 - c) 5
 - d) 2
34. La cromatografía de gases es una técnica analítica que se utiliza para separar compuestos de volatilidad media o alta, la cual está altamente relacionada con los puntos de ebullición de las sustancias. En un laboratorio se analiza una muestra de suelo contaminada con VOCs (Compuestos Orgánicos Volátiles), entre los cuales se encuentran el decano, el undecano, el dodecano, el tridecano y el pentadecano. Indica el orden de detección a la salida de la columna cromatográfica (del primero al último):
- a) Pentadecano, tridecano, dodecano, undecano y decano.
 - b) Decano, undecano, dodecano, tridecano y pentadecano.
 - c) Tridecano, pentadecano, dodecano, undecano y decano.
 - d) Undecano, dodecano, tridecano, pentadecano y decano.
35. Un matraz de 500 mL, en el que se ha hecho vacío, se llena con un gas a 27°C y 1 atm. Se observa que la masa del matraz lleno ha aumentado 2,67 g. ¿Cuál es dicho gas?
- a) Neón.
 - b) Argón.
 - c) Kriptón.
 - d) Xenón.



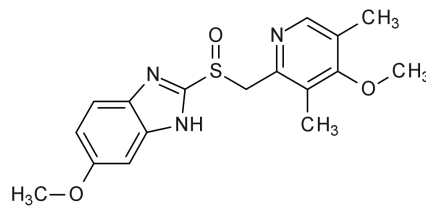
La Química
es vida y progreso



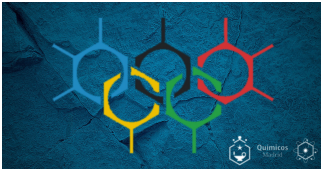
36. La concentración de Arsénico (As) en un agua de grifo es de $4,8 \cdot 10^{-8}$ M. Determinar si supera la concentración máxima admisible (CMA), establecida en $10 \mu\text{g/L}$:

- a) La concentración de As es inferior al CMA.
- b) La concentración de As es superior al CMA.
- c) La concentración de As es igual al CMA.
- d) La concentración de As es 5 veces superior al CMA.

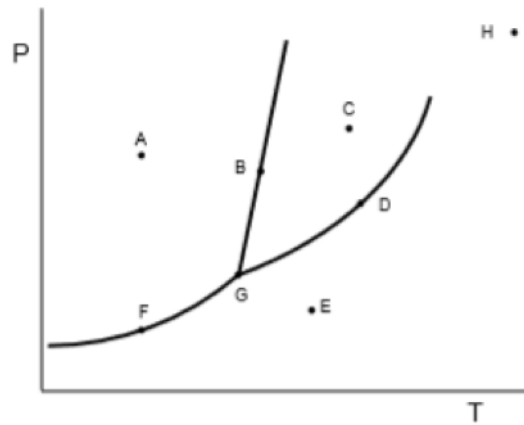
37. El Omeprazol (5-metoxi-2-[(4-metoxi-3,5-dimetil-piridin-2-il)metilsulfinil]-3H-bencimidazol) es un fármaco utilizado como protector gástrico. Es, además, uno de los medicamentos más consumidos en España (61 millones de envases en 2016). A continuación, se presenta la estructura de la molécula. ¿Cuál es su fórmula molecular?



- a) $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}_3\text{S}$
 - b) $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{O}_3\text{S}$
 - c) $\text{C}_{17}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{O}_3\text{S}$
 - d) $\text{C}_{16}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}_3\text{S}$
38. Tenemos 25 mL de una disolución A con una concentración 1 M de glucosa y tenemos además 100 mL de una disolución B que es 0,1 M de glucosa y 0,2 M de NaCl. Queremos obtener 100 mL de una disolución con concentraciones 0,25 M de glucosa y 0,1 M de NaCl. ¿Cómo lo podríamos hacer?
- a) 25 ml de A, 50 ml de B y 25 ml de agua destilada.
 - b) 15 ml de A, 50 ml de B y 35 ml de agua destilada.
 - c) 20 ml de A, 25 ml de B y 55 ml de agua destilada.
 - d) No es posible obtener dicha disolución.



39. Indique qué fases están presentes en los puntos A, C y E del diagrama de fases adjunto:



- a) A: Líquido, C: Gas, E: Sólido.
b) A: Gas, C: Sólido, E: Líquido.
c) A: Sólido, C: Líquido, E: Gas.
d) A: Líquido, C: Sólido, E: Gas.
40. En 2017 se ha otorgado el premio Nobel de Química a Jacques Dubochet, Joachim Frank y Richard Henderson por desarrollar la criomicroscopía electrónica para la determinación de estructuras de alta resolución de biomoléculas en solución. Las biomoléculas son demasiado pequeñas para ser observadas por un microscopio convencional que use luz visible (longitud de onda 400-700 nm) y se debe utilizar otra fuente de “luz” que permita obtener mayor resolución. En un microscopio electrónico en lugar de fotones se utilizan electrones para formar la imagen. Estos se comportan como una onda con una longitud de onda muy pequeña y nos permiten obtener imágenes con mucha más resolución. ¿Cuál será la longitud de onda asociada a un electrón que viaja a un 10% de la velocidad de la luz?
[Dato: masa del electrón en reposo: $9,11 \cdot 10^{-31}$ kg].

- a) 19,1 pm
b) $5,2 \cdot 10^{-11}$ m
c) 24,3 pm
d) 1,34 nm