

OLIMPIADA DE QUÍMICA

FASE LOCAL DE MADRID (10 de marzo de 2017)

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 0,25 puntos cada una. No se permite el uso de calculadoras programables.

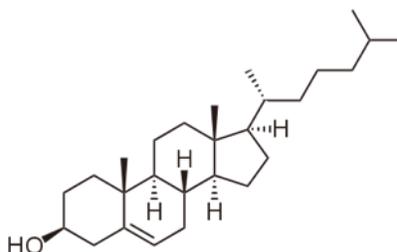
1A																					8A																												
1 H 1,008																					2 He 4,003																												
3 Li 6,941	4 Be 9,012											13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95																																
11 Na 22,99	12 Mg 24,31	3 B 10,81	4 C 12,01	5 N 14,01	6 O 16,00	7 F 19,00	8 Ne 20,18	9 Na 22,99	10 Mg 24,31	11 Al 26,98	12 Si 28,09	13 P 30,97	14 S 32,07	15 Cl 35,45	16 Ar 39,95	17 K 39,10	18 Ca 40,08	19 Sc 44,96	20 Ti 47,88	21 V 50,94	22 Cr 52,00	23 Mn 54,94	24 Fe 55,85	25 Co 58,93	26 Ni 58,69	27 Cu 63,55	28 Zn 65,39	29 Ga 69,72	30 Ge 72,61	31 As 74,92	32 Se 78,96	33 Br 79,90	34 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	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 151,9	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 174,9	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 (Uut) (284)	114 Fl (289)	115 (Uup) (288)	116 Lv (293)	117 (Uus) (294)	118 (Uuo) (294)																																

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

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

1. El colesterol es una molécula fundamental para la vida. En el ser humano es una molécula esencial para formar la membrana celular y es el precursor biosintético de las hormonas esteroídicas.

Su estructura es la siguiente:



Indicar cuál es su fórmula molecular

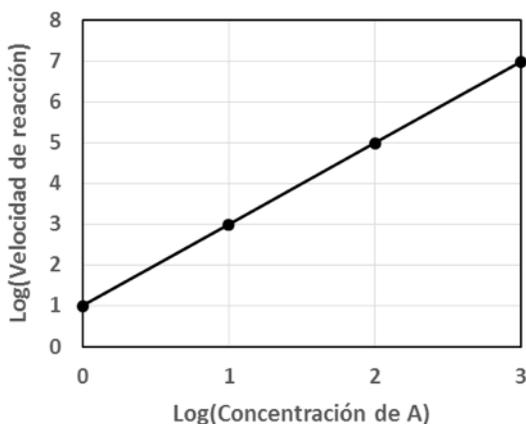
- $C_{26}H_{44}O$
- $C_{27}H_{44}O$
- $C_{27}H_{42}O$
- $C_{27}H_{46}O$



2. ¿Cuál de las siguientes sales tiene un 44,8 % en masa de potasio?
- Sulfato de potasio
 - Sulfito de potasio
 - Nitrato de potasio
 - Nitrito de potasio
3. ¿Cuál debe ser la concentración inicial en agua de un ácido HA que producirá una disolución con un pH igual al pKa del ácido en el equilibrio? Nota: $pK_a = -\log_{10}(K_a)$. Concentración expresada en mol/l.
- K_a
 - $2 \cdot K_a$
 - $1/K_a$
 - $\sqrt{K_a}$
4. ¿Qué afirmación es cierta?
- El Cl^- puede oxidar al Br_2
 - El Br^- puede oxidar al Cl_2
 - El Cl_2 puede oxidar al Br^-
 - El Cl_2 puede reducir al Br^-
5. Considera el siguiente equilibrio con constante de equilibrio K_c : $2 BrCl \rightleftharpoons Br_2 + Cl_2$. Se colocan n moles de BrCl en un recipiente de volumen V. Al cabo de cierto tiempo se alcanzará el equilibrio. ¿De qué valores dependerá el grado de disociación de BrCl una vez alcanzado el equilibrio?
- Depende de n, V y K_c
 - Depende de n, V
 - Depende de n y K_c
 - Depende solo de K_c
6. El gran científico francés Louis Pasteur (1822-1895) es considerado el padre de la microbiología. Sin embargo, sus primeras investigaciones fueron en Química, consistiendo en la separación de los dos enantiómeros de sales del ácido tartárico. Con estos resultados sentó las bases de una importante área de la Química. ¿De qué área se trata?
- Química de los compuestos aromáticos
 - Estereoquímica
 - Química de los complejos de metales de transición
 - Catálisis
7. ¿Cómo podemos convertir el propileno (propeno) en isopropanol?
- No se puede realizar esta transformación
 - Por reacción con borano
 - Por reacción con oxígeno
 - Por reacción con agua en presencia de un ácido



8. Se estudia la reacción química $A \rightarrow B$ y se mide la velocidad de reacción para diferentes concentraciones de A. Los valores obtenidos se muestran en la gráfica (ejes en escala logarítmica).



La cinética de esta reacción es:

- De orden cero
- De segundo orden
- De primer orden y en presencia de un catalizador
- De primer orden y en ausencia de un catalizador

9. Un compuesto de fórmula AB_3 contiene un 40% en masa del elemento A. Determine la relación entre las masas atómicas de A y B.

- $M_{at}(B) = 4 M_{at}(A)$
- $M_{at}(A) = 1,8 M_{at}(B)$
- $M_{at}(B) = 0,6 M_{at}(A)$
- $M_{at}(A) = 2 M_{at}(B)$

10. Michael Faraday (1791-1857) está considerado el experimentalista más importante de la historia de la ciencia. En 1825, en unos experimentos realizados con alquitrán de hulla aisló un compuesto químico muy importante ¿Cuál es?

- Benceno
- Glucosa
- Ácido desoxirribonucleico
- Ácido sulfúrico

11. Los átomos de un metal se organizan de acuerdo a una celda cúbica centrada en las caras. El número de átomos del metal por celda unidad es:

- 4
- 6
- 14
- Faltan datos para resolverse.



12. La absorción de luz ultravioleta procedente del Sol se produce en la capa de ozono gracias, en parte, a la fotólisis de la molécula de O_3 según la reacción $O_3 + \text{luz} \rightarrow O_2 + O$. Sabiendo que un fotón de frecuencia $7,5 \cdot 10^8$ MHz es capaz de producir la fotólisis de una molécula de O_3 , calcule el valor de energía molar de enlace O-O en dicha molécula.

- a) $4,97 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$
- b) $71,9 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$
- c) $299 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$
- d) $1240 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$

13. En la observación astronómica del Sol es habitual utilizar un filtro llamado H- α , encargado de eliminar la radiación electromagnética correspondiente a la primera transición espectral de la serie de Balmer en el átomo de hidrógeno, que tiene lugar entre los niveles con números cuánticos principales $n = 2$ y $n = 3$. Calcular la longitud de onda asociada a dicha radiación (Dato: $R_H = 109678 \text{ cm}^{-1}$).

- a) $6,56 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$
- b) $6,56 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
- c) $65,6 \text{ nm}$
- d) 6563 angstroms

14. Indicar la opción en la que la energía reticular (U_r) de los compuestos NaF, CaO, KF y $MgCl_2$ se encuentra ordenada correctamente.

- a) $U_r(\text{KF}) > U_r(\text{NaF}) > U_r(\text{CaO}) > U_r(\text{MgCl}_2)$
- b) $U_r(\text{NaF}) > U_r(\text{KF}) > U_r(\text{MgCl}_2) > U_r(\text{CaO})$
- c) $U_r(\text{MgCl}_2) > U_r(\text{CaO}) > U_r(\text{NaF}) > U_r(\text{KF})$
- d) $U_r(\text{CaO}) > U_r(\text{MgCl}_2) > U_r(\text{NaF}) > U_r(\text{KF})$

15. Se quiere llevar a cabo la reducción de 2,5 g de 1,3-butadieno a butano usando H_2 . Calcular el volumen de gas comercial medido a 1250 mmHg y 20°C que es necesario para llevar a cabo la reacción (composición en volumen del gas comercial: 90% de H_2 y 10% de N_2).

- a) 1,50 L
- b) 3,02 L
- c) 0,75 L
- d) 1,35 L

16. El ángulo de enlace O - X - O en las especies SO_3 , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , CO_2 varía según:

- a) $CO_2 = SO_3 > SO_4^{2-} > SO_3^{2-}$
- b) $CO_2 > SO_3 > SO_4^{2-} > SO_3^{2-}$
- c) $CO_2 > SO_3 = SO_4^{2-} > SO_3^{2-}$
- d) $CO_2 > SO_4^{2-} > SO_3 > SO_3^{2-}$



17. A un matraz Erlenmeyer con 100 mL de agua se añaden 2 mL de una disolución de ácido acético de concentración desconocida y se valora con NaOH 0,1 M. Se gastan 20 mL del agente valorante. ¿Cuál es el valor del pH en el punto de equivalencia? [Dato: pKa (ácido acético) = 4,8]
- 10,7
 - 8,5
 - 7,0
 - 4,8
18. Se quieren preparar 10 mL de una disolución reguladora con un pH de 7,4 empleando únicamente disoluciones de NaH_2PO_4 0,07 M y Na_2HPO_4 0,07 M. ¿Cuál es el volumen que debe tomarse de la disolución de Na_2HPO_4 ? [Dato: pKa (H_2PO_4^-) = 7,2]
- 6,1 mL
 - 4,5 mL
 - 3,9 mL
 - 5,7 mL
19. En una caldera se lleva a cabo la combustión de 100 g de propano. Si toda la energía liberada en la reacción se dedica a calentar un tanque con 50 L de agua, calcular el incremento de temperatura que se produciría. [Datos: $\Delta H_f(\text{propano}) = -103,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H_f(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $C_e(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ kcal}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$, $d(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$].
- 16°C
 - 36°C
 - 98°C
 - 24°C
20. Sabiendo que la temperatura normal de ebullición del agua es 100°C, calcular la presión que hay en el interior de una olla de cocina a presión si en ella el agua hierve a 130°C. [Dato: $\Delta H_{\text{vap}}(\text{H}_2\text{O}) = 40,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$].
- 267400 Pa
 - 2,1 atm
 - 2280 mmHg
 - 2,9 bar
21. En las mismas condiciones de presión y temperatura la relación entre las densidades del oxígeno molecular y de un gas desconocido es 0,451. ¿Cuál es el gas desconocido?
- CO
 - NO_2
 - CO_2
 - Cl_2



22. Con la finalidad de abastecer de agua potable a un pueblo se han realizado diversas prospecciones y se ha encontrado un acuífero en el que las paredes están compuestas de yeso. Por lo tanto, el agua presente en este acuífero está saturada en CaSO_4 . Según la normativa (Real Decreto 1423/1982), el nivel máximo permitido de Ca(II) en el agua de consumo es de 200 mg/L. Para conseguir que el agua de este acuífero cumpla con la normativa se ha pensado en usar zeolitas, una familia de compuestos capaces de atrapar cationes como el Ca(II) y que actualmente se usan en detergentes en la zona mediterránea para reducir la dureza del agua. Si un gramo de la zeolita empleada es capaz de retener 30 mg de Ca(II) , ¿cuál es la cantidad de zeolita necesaria para tratar 100 L del agua procedente del acuífero y que ésta cumpla con la normativa? (Dato: $\text{pK}_s(\text{CaSO}_4) = 4,2$)

- a) 390 g
- b) 1060 g
- c) 540 g
- d) 220 g

23. ¿Cuál es la notación adecuada para un ión que contiene 35 protones, 36 electrones y 45 neutrones?

- a) ${}^{45}_{35}\text{Br}^+$
- b) ${}^{80}_{35}\text{Br}^-$
- c) ${}^{80}_{35}\text{Br}^+$
- d) ${}^{45}_{35}\text{Br}^-$

24. En el laboratorio se dispone de 4 metales (M_1 , M_2 , M_3 y M_4) y de 4 disoluciones de los correspondientes cationes monovalentes (M_1^+ , M_2^+ , M_3^+ y M_4^+).

Se realizan varios experimentos en tubos de ensayo, de modo que cada metal se enfrenta a las disoluciones de los otros cationes metálicos. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla adjunta (**Sí**: Se observan cambios en la superficie del metal. **No**: No hay cambios en la superficie del metal). Indicar cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

Metal/Catión	M_1^+	M_2^+	M_3^+	M_4^+
M_1		No	No	Sí
M_2	Sí		Sí	Sí
M_3	Sí	No		Sí
M_4	No	No	No	

- a) El metal M_1 es el de mayor poder reductor
- b) El orden de mayor a menor del poder reductor de los metales estudiados es: $\text{M}_1 > \text{M}_3 > \text{M}_2 > \text{M}_4$
- c) El metal M_2 es el de mayor poder oxidante
- d) El orden de mayor a menor del poder reductor de los metales estudiados es: $\text{M}_2 > \text{M}_3 > \text{M}_1 > \text{M}_4$



25. El punto de ebullición del metanol, etanol, 1-propanol y 1-butanol es 65°C, 78°C, 98°C y 117°C, respectivamente. Este incremento se debe a:
- Aumento de la fuerza del enlace de hidrógeno.
 - Es mayor el número de enlaces covalentes.
 - Aumentan las fuerzas de van der Waals
 - Aumenta la polaridad de la molécula.

26. ¿Cuál de las siguientes propiedades es característica de los compuestos aromáticos?
- Dan reacciones de sustitución preferentemente a las de adición con reactivos electrófilos.
 - Son planos.
 - Presentan enlaces carbono-carbono con longitudes intermedias entre los enlaces sencillos y dobles.
 - Todas las anteriores.

27. El *nylon* es un polímero con múltiples aplicaciones en nuestra vida cotidiana, entre las que podemos citar las medias, el hilo de pescar o el recubrimiento de los *airbags* de los vehículos.

Estructuralmente es una poliamida, es decir, una sustancia con multitud de agrupaciones amida. ¿Cuál de las siguientes estructuras se corresponde con una amida?

- R-C(O)-R
- R-C(O)-NHR
- R-NH-R
- R-CH=CH-R

Donde R es cualquier grupo carbonado y C(O) indica que hay un doble enlace entre el carbono y el oxígeno.

28. De los siguientes compuestos orgánicos, indique el que NO es un isómero del 2-metilbutanal:
- Butanona
 - Dimetilpropanal
 - 2-pentanona
 - Pentanal

29. El grado de ionización de un electrolito débil (α) se define como la fracción de moléculas de dicho electrolito que se disocian en sus iones.

Para el caso del ácido acético -ácido monoprótico débil- ¿en qué caso será mayor el grado de ionización en disolución acuosa?

- Ácido acético glacial (prácticamente puro).
- Ácido acético 2,0M.
- Ácido acético 0,5M.
- Ácido acético 0,01M.



30. La Química Relativista es la rama de la Química que estudia las implicaciones de la Teoría de la Relatividad Especial en los compuestos químicos. En determinados átomos de gran número atómico las fuerzas coulombicas ejercidas por el núcleo aceleran los electrones hasta velocidades cercanas a la de la luz, produciéndose un fenómeno denominado contracción relativista de orbitales en los orbitales s. Los orbitales afectados (o contraídos) tienen mayores dificultades para solapar y dar lugar a enlaces. Conociendo esto, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- a) El mercurio es un metal líquido al tener un enlace metálico débil por la contracción de orbitales relativista.
- b) El flúor es un elemento poco reactivo debido a la contracción relativista de orbitales.
- c) El oro es un metal muy reactivo por culpa de la contracción relativista de orbitales.
- d) Todas las anteriores son falsas.

31. El primer paso del metabolismo del etanol para los seres humanos es su oxidación en el estómago por una enzima denominada alcohol deshidrogenasa (ADH). Cuál de los siguientes es el producto mayoritario de la reacción enzimática sabiendo que el pKa de la sustancia producto se encuentra en torno a un valor de pKa ≈ 16

- a) C_2H_6
- b) CH_3COOH
- c) CH_3CHO
- d) C_2H_4

32. La siguiente reacción transcurre en unas determinadas condiciones con un rendimiento del 60%.



¿Cuál será la cantidad en gramos de $CaCO_3$ que hay que añadir para que se formen 10 gramos de $CaCl_2$?

- a) 5,4 g
- b) 9 g
- c) 10 g
- d) 15 g

33. ¿Cuál es la relación entre las velocidades medias del etano y metano en estado gas medidos a la misma temperatura y presión? [Met se refiere a metano y Et a etano]

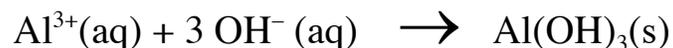
- a) $V_{Met}/V_{Et} = 0,53$
- b) $V_{Met}/V_{Et} = 1,88$
- c) $V_{Met}/V_{Et} = 0,13$
- d) $V_{Met}/V_{Et} = 1,37$



34. En una botella comercial de ácido clorhídrico vemos la siguiente información: concentración de 30 % en masa y densidad de $1,149 \text{ g/cm}^3$. ¿Cuál es la concentración molar?
- 8,23 M
 - 11,5 M
 - 9,45 M
 - 30,0 M
35. Respecto a los siguientes átomos: Na, B, O y K, ¿qué afirmación es cierta?
- El Na es el que tiene mayor radio.
 - El B es el que tiene mayor afinidad electrónica
 - El K es el que tiene mayor electronegatividad
 - El O es el que tiene mayor energía de ionización
36. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas para el comportamiento de moléculas gaseosas de H_2 a 1 atm y 298 K?
- Todas las moléculas de H_2 se mueven a la misma velocidad.
 - Las moléculas chocan contra las paredes del recipiente más frecuentemente que lo harían si estuvieran en el mismo recipiente a 398 K.
 - Hay menos choques entre moléculas que si estuvieran en el mismo recipiente a 2 atm.
- La I
 - La I y la III
 - La III
 - Todas son falsas
37. Calcula la energía medida en kWh que se necesita para producir 1 kg de H_2 a partir de la electrólisis del agua si opera a 1,6 V con un rendimiento del 90%?
- 40
 - 47
 - 80
 - 37
38. El proceso de dimerización de una sustancia consiste en la unión de dos moléculas de dicha para formar un complejo llamado dímero. Un ejemplo es la dimerización del ácido acético, que se produce parcialmente cuando este está en fase gaseosa. ¿Cuál de estos métodos desplaza el equilibrio de la dimerización del ácido acético hacia el producto?
- Aumentar la presión
 - Disminuir la concentración de ácido acético
 - Disminuir la presión
 - Ninguna de las anteriores



39. La constante del producto de solubilidad (K_{sp}) del $\text{Al}(\text{OH})_3$ es $2 \cdot 10^{-31}$ a una temperatura de 298 K. ¿Cuál es el valor de ΔG° (a 298 K) para la precipitación de $\text{Al}(\text{OH})_3$ según la siguiente reacción?



- a) -175kJ/mol
- b) -14,7kJ/mol
- c) -70.6kJ/mol
- d) 175kJ/mol.

40. En el año 1999 se publicó un artículo en la revista *Nature* en el que se estudió por primera vez la dualidad onda-partícula de los fullerenos. Sabiendo que cada fullereno es una molécula individual formada por 60 átomos de carbono (C_{60}) –ver estructura más abajo– y que en el experimento llevado a cabo por los investigadores del artículo las moléculas viajaban a una velocidad de $792 \text{ Km} \cdot \text{h}^{-1}$, calcular la longitud de onda asociada que se registró.

- a) $2,5 \cdot 10^{-15} \text{ m}$
- b) $6,0 \cdot 10^{-13} \text{ m}$
- c) 2,5 pm
- d) 600 nm

