



XVIII CONCURSO

Química, Medio Ambiente
y Energía Inteligente

8 de septiembre de 2020

Apellidos: _____ Nombre: _____

Centro de Enseñanza: _____ Localidad: _____

INSTRUCCIONES

- (1) Dispone de 90 minutos para completar la prueba.
- (2) El concurso consta de 45 preguntas con 5 posibles soluciones.
- (3) Para cada pregunta propuesta hay únicamente una respuesta correcta.
- (4) Cada respuesta correctamente contestada suma 1 punto.
- (5) Cada respuesta errónea resta 0,25 puntos.
- (6) Las preguntas no contestadas (en blanco), ni suman ni restan puntos.
- (7) Para responder use bolígrafo o rotulador azul o negro.
- (8) Las respuestas elegidas se marcarán en la "Tabla de Respuestas", que es lo único que se corrige.
- (9) Se permite y se recomienda el empleo de calculadora científica, pero no programable.
- (10) No se permite el uso de otros dispositivos electrónicos.

TABLA DE RESPUESTAS

Preg.Nº	Respuesta	Preg.Nº	Respuesta	Preg.Nº	Respuesta
1	a b c d e	16	a b c d e	31	a b c d e
2	a b c d e	17	a b c d e	32	a b c d e
3	a b c d e	18	a b c d e	33	a b c d e
4	a b c d e	19	a b c d e	34	a b c d e
5	a b c d e	20	a b c d e	35	a b c d e
6	a b c d e	21	a b c d e	36	a b c d e
7	a b c d e	22	a b c d e	37	a b c d e
8	a b c d e	23	a b c d e	38	a b c d e
9	a b c d e	24	a b c d e	39	a b c d e
10	a b c d e	25	a b c d e	40	a b c d e
11	a b c d e	26	a b c d e	41	a b c d e
12	a b c d e	27	a b c d e	42	a b c d e
13	a b c d e	28	a b c d e	43	a b c d e
14	a b c d e	29	a b c d e	44	a b c d e
15	a b c d e	30	a b c d e	45	a b c d e

(1) Teniendo en cuenta el concepto de longitud de enlace aplicado al enlace covalente, ¿en qué especie de las siguientes se encontrará el enlace carbono-oxígeno más corto?:

- a) CO b) CO₂ c) (CO₃)²⁻ d) CH₃COOH e) CH₃COCH₃

(2) ¿Cuántos electrones pueden alojarse como máximo en un orbital *d*?

- a) 1 b) 10 c) 2 d) Depende de la capa e) Ninguna de las anteriores

(3) Indique en cuál de las siguientes muestras encontraremos más átomos de oxígeno:

- a) 50 L de CO₂ (en condiciones normales)
b) 1 mol de ozono
c) 100 g de etanol
d) 100 mL de agua líquida
e) 1 kg de tolueno

(4) La cinética de la reacción $P(g) + 2 Q(g) \rightarrow 2 R(g)$ es de primer orden respecto de P y de segundo orden respecto de Q. Si inicialmente disponemos de la misma cantidad molar de P y Q en un reactor de volumen constante, al cabo de un cierto tiempo se cumplirá que:

- a) El ritmo o tasa de formación de R es igual al ritmo o tasa de desaparición de P
b) El orden total de reacción es $2 \times 1 = 2$
c) Si la reacción transcurre de forma irreversible y completa, la concentración final de R es igual a la inicial de Q
d) Si reducimos el volumen del reactor a la mitad, la velocidad de la reacción se duplica
e) Todas las anteriores son incorrectas

(5) ¿Cuál es el componente de la atmósfera terrestre que más contribuye al llamado “efecto invernadero”?

- a) CH₄ b) CO₂ c) O₂ d) O₃ e) H₂O

(6) El aire contiene un 21% en volumen de gas oxígeno. Por tanto, la fracción molar de gas oxígeno (O₂) en el aire es:

- a) 0,21 b) Depende de P c) Faltan datos d) Depende de T e) 0,42

(7) Para estudiar la cinética de la reacción en medio acuoso $P + Q \rightarrow \text{Productos}$, se aprovecha que las disoluciones acuosas de uno de los productos de la reacción son azuladas, mientras todas las demás son incoloras. Se mide la intensidad del color 30 s después de mezclar 20 mL de disolución acuosa de P y 20 mL de disolución acuosa de Q y resulta que la intensidad del color que detecta el colorímetro es la misma si $[P]_0 = [Q]_0 = 0,1 \text{ mol/L}$ y si $[P]_0 = 0,2 \text{ mol/L}$ y $[Q]_0 = 0,025 \text{ mol/L}$. En consecuencia, para la reacción propuesta se cumple que:

- a) P se consume más rápido que Q.
b) La reacción es de primer orden tanto respecto de P como respecto de Q.
c) Si mezclamos $[P]_0 = 0,025 \text{ mol/L}$ y $[Q]_0 = 0,2 \text{ mol/L}$, el color azul a los 30 s es igual de intenso que antes.
d) Si triplicamos las concentraciones iniciales de P y Q, la velocidad de la reacción se multiplica por 27.
e) Si duplicamos las concentraciones iniciales de P y Q, la velocidad de la reacción se multiplica por 4.

(8) Indica cuál de los siguientes gases es tóxico o irritante por inhalación:

- a) N₂ b) Ar c) O₃ d) CO₂ e) O₂

(9) ¿Cuál de las siguientes moléculas no se puede formar?

- a) PBr₃ b) NF₆ c) SO d) Cu₃P e) Hg₂S

(10) El hidróxido de hierro(III) es un sólido muy poco soluble en agua. ¿Cuál de las siguientes acciones aumentará notablemente su solubilidad?

- a) La adición de más cantidad de Fe(OH)₃ sólido.
b) La adición de HCl.
c) La adición de NaOH.
d) La adición de KCl.
e) La solubilidad de Fe(OH)₃ es una constante que no se puede modificar adicionando ningún reactivo.

(11) ¿Cuál de los siguientes elementos presenta la primera energía de ionización mayor?

- a) Li b) F c) Ca d) Ag e) Ne

(12) De las siguientes especies, ¿cuál presenta la forma más oxidada del fósforo?

- a) P₄O₆ b) P₄ c) H₄P₂O₆ d) PH₃ e) PF₅

(13) Disponemos de las siguientes disoluciones acuosas, todas ellas M = 0,1, ¿cuál presentará el pH más bajo?

Datos: K_a(HF) = 6,8 · 10⁻⁴; K_a(NH₄⁺) = 5,7 · 10⁻¹⁰

- a) KOH b) HF c) KCl d) NH₄Br e) NH₃

(14) ¿Cuántos enlaces sigma (σ) y pi (π) asigna la teoría del enlace de valencia al ion NO₂⁺?

- a) 3 y 1 b) 2 y 2 c) 1 y 2 d) 2 y 1 e) 1 y 1

(15) En relación con los sólidos de naturaleza molecular, ¿cuál de las siguientes proposiciones es incorrecta?:

- a) Se disuelven bien en agua.
b) No tienen un color característico.
c) Frecuentemente forman cristales observables a simple vista.
d) Suelen ser blandos y frágiles.
e) La mayoría de las sustancias que subliman en condiciones normales son de este tipo.

(16) En la etiqueta de un producto químico encontramos el siguiente pictograma de peligrosidad:



Se trata, por tanto, de una sustancia de tipo:

- a) Comburente b) Volátil c) Tóxica d) Explosiva e) Inflamable

(17) ¿Cuál de las geometrías de las siguientes especies no es plana?:

- a) BF_3 b) PO_4^{3-} c) C_6H_6 d) C_2F_4 e) CO_3^{2-}

(18) Se estudia el rendimiento de la reacción $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{C}(\text{g})$ a 200 K, siendo $[\text{A}]_0 = [\text{B}]_0$. ¿Qué valor de K_p indicaría que el proceso tiene lugar, pero es reversible y ha avanzado muy poco cuando se alcanza el equilibrio?

- a) 1 b) 10^{-6} c) -1 d) 10^4 e) 0

(19) Calcula la variación de energía interna que experimenta un sistema si este realiza un trabajo de 450 J y cede 50 calorías al entorno.

- a) -659 J b) 500 J c) -241 J d) 400 J e) -450 J

(20) La densidad de cierto gas puro a 0°C y 28,5 kPa es de 0,20 g/L. Suponiendo comportamiento ideal, su masa molar en g/mol será:

- a) 32 b) 16 c) 28 d) 44 e) 2

(21) La reacción por la cual el 2-clorobutano en medio básico se transforma en 2-butanol es un caso de:

- a) Adición electrófila
b) Inserción de radicales
c) Sustitución nucleófila
d) Eliminación hipoclorítica
e) Ácido-base

(22) Referido a las pilas, baterías y acumuladores, indique qué proposición de las siguientes no es correcta:

- a) El cloruro de sodio es el electrolito más adecuado para hacer puentes salinos.
b) En la pila Daniell, el cátodo es de cobre.
c) En las baterías de los coches (plomo-ácido), se emplea ácido sulfúrico como electrolito.
d) La llamada "pila seca" o "pila de voltio y medio" contiene cinc que hace de ánodo.
e) El proceso espontáneo transcurre cuando el potencial de la pila es positivo.

(23) ¿Por qué la configuración electrónica del litio en su estado fundamental no es $1s^3$?

- a) Porque la configuración $1s^2 2s^1$ es energéticamente más favorable.
b) Porque lo impiden las reglas de Hund.
c) Porque se trata de un metal alcalino.
d) Porque no puede haber tres electrones en la misma subcapa
e) Porque supondría una violación del Principio de Pauli.

(24) A 25°C , una disolución saturada de fluoruro de lantano (III), sal muy poco soluble, contiene una concentración molar de iones F^- igual a S. Por tanto, la constante del producto de solubilidad del fluoruro de lantano a dicha temperatura será:

- a) $3S^4$ b) $9S^3$ c) $9S^3/9$ d) $27S^4$ e) $S^4/3$

(25) ¿Cuál de las siguientes reacciones no es redox?

- a) $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$
- b) $2 Na + Cl_2 \rightarrow 2 NaCl$
- c) $Na_2CO_3 + 2 HCl \rightarrow CO_2 + 2 NaCl + H_2O$
- d) $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$
- e) $C_6H_6 + Br_2 \rightarrow HBr + C_6H_5$

(26) Para cierta reacción, $P + Q \rightarrow$ Productos, la energía de activación del proceso directo es 120 kJ, mientras que la energía de activación del proceso inverso es 140 kJ. Indica cuál de las siguientes proposiciones no es correcta:

- a) El proceso inverso es endotérmico.
- b) Si un catalizador reduce la energía de activación del proceso directo en 80 kJ, también reduce la del proceso inverso en 80 kJ.
- c) Si cambiamos la temperatura, modificaremos mucho la velocidad, pero apenas se verá afectada la entalpía de reacción.
- d) La entalpía de reacción es de $\Delta H_r = 20$ kJ.
- e) El complejo activado tiene una energía superior a la de los reactivos y productos de la reacción.

(27) La fracción molar de una disolución de etanol en agua es 0,051. Por tanto, su molalidad es:

- a) 2,99
- b) 15,4
- c) 0,044
- d) 1,56
- e) Ninguna de las anteriores

(28) Considere el equilibrio siguiente: $2 NO(g) + 2 CO(g) \leftrightarrow N_2(g) + 2 CO_2(g)$. Sabiendo que $\Delta H < 0$, ¿cuál de las siguientes acciones sobre el equilibrio no reducirá la cantidad de CO (gas tóxico)?

- a) Reducir la temperatura
- b) Retirar el CO_2 según se vaya formando
- c) Aumentar la presión
- d) Añadir un catalizador
- e) Ninguna de las anteriores

(29) Una disolución acuosa contiene un único soluto orgánico cuya concentración es 0,005 M. Si la disolución presenta un pH = 4,2, se puede afirmar que:

- a) El soluto es una amina.
- b) Si con ese mismo soluto se prepara otra disolución acuosa que luego se neutraliza con NaOH, el pH en el punto de equivalencia dependerá de la concentración inicial de soluto orgánico..
- c) El soluto es un ácido débil cuyo pK_a es 5,2.
- d) Si a la disolución se le añade exclusivamente agua pura, el pH no varía.
- e) Todas las anteriores son falsas

(30) Si empleando un catalizador conseguimos reducir la energía de activación de un proceso químico a la tercera parte, manteniéndose constante el resto de factores, resultará que:

- a) La velocidad del proceso no aumentará mientras se mantenga constante la temperatura.
- b) La constante cinética se reducirá a la tercera parte.
- c) La reacción no transcurrirá tres veces más deprisa.
- d) La entalpía de reacción se reduce a la tercera parte.
- e) La energía de activación del proceso inverso no se verá afectada.

(31) Para el proceso $A + 2B \rightarrow \text{Productos}$, la constante cinética a $25\text{ }^\circ\text{C}$ vale $k = 0,34\text{ L mol}^{-1}\text{ s}^{-1}$, mientras que a $200\text{ }^\circ\text{C}$ vale $825\text{ L mol}^{-1}\text{ s}^{-1}$. Por tanto, se puede afirmar que:

- a) La cinética del proceso es de tercer orden.
- b) La energía de activación del proceso es de $52,2\text{ kJ}$.
- c) En este caso no se cumple la ecuación de Arrhenius.
- d) A $112,5\text{ }^\circ\text{C}$, la constante cinética valdrá $413\text{ L mol}^{-1}\text{ s}^{-1}$.
- e) Todas las anteriores son falsas

(32) Se hace reaccionar S^{2-} con permanganato de potasio en medio ácido, formándose S y Mn^{2+} ; en ese proceso se cumple que:

- a) Moles de S generados = moles de permanganato gastados.
- b) Moles de S generados / 5 = moles de permanganato gastados / 2.
- c) $2 \times$ Moles de S generados = $5/2 \times$ moles de permanganato gastados.
- d) Moles de S generados / 2 = moles de permanganato gastados / 5.
- e) $5 \times$ Moles de S generados = $2/5 \times$ moles de permanganato gastados

(33) Los siguientes compuestos iónicos son todos muy poco solubles en agua ¿Cuál es el más soluble (en mg/L)?

Datos: $K_S(\text{AgCl}) = 1,77 \cdot 10^{-10}$; $K_S(\text{BaCO}_3) = 2,58 \cdot 10^{-9}$; $K_S(\text{CaF}_2) = 3,45 \cdot 10^{-11}$; $K_S(\text{CaCO}_3) = 6,0 \cdot 10^{-9}$; $K_S(\text{Mg(OH)}_2) = 5,61 \cdot 10^{-12}$.

- a) AgCl
- b) BaCO_3
- c) CaF_2
- d) CaCO_3
- e) Mg(OH)_2

(34) El proceso de polimerización por el cual moléculas con grupos carboxílicos se unen a moléculas con grupos amino para dar lugar a poliamidas es un caso de reacción orgánica de:

- a) Condensación intermolecular.
- b) Adición en cadena.
- c) Esterificación.
- d) Saponificación.
- e) Sustitución nucleófila.

(35) Una disolución acuosa $M = 0,5$ de cierto ácido débil monoprótico, de fórmula HX , presenta un grado de disociación de $0,24\%$. En consecuencia, se cumple que:

- a) La adición de agua pura disminuye el grado de disociación, porque la proporción ácido/agua se reduce.
- b) Si se mide el pH de la disolución resultará $3,45$.
- c) La constante de acidez de HX es $K_a = 2,88 \cdot 10^{-5}$.
- d) La concentración de grupos hidróxido es $[OH^-] = 8,33 \cdot 10^{-12}$.
- e) La sal NaX , cuando se disuelve en agua, producirá hidrólisis ácida ($pH < 7$).

(36) La reacción por la cual el tolueno en presencia de gas hidrógeno a alta presión y temperaturas moderadas se convierte, empleando los catalizadores adecuados, en metilciclohexano es un caso de:

- a) Sustitución electrófila.
- b) Sustitución nucleófila.
- c) Oxidación bencénica.
- d) Apertura de un anillo aromático.
- e) Adición electrófila.

(37) ¿Cuál de los siguientes polímeros sintéticos es una poliamida?

- a) Nylon
- b) Teflón
- c) Poliuretano
- d) PVC
- e) Polietileno

(38) Una disolución acuosa de un ácido débil monoprótico, de concentración $1,2 M$, presenta un grado de disociación del $4,4\%$. Por tanto, la constante de acidez de dicho ácido será:

- a) $1,84 \cdot 10^{-4}$
- b) $4,41 \cdot 10^{-3}$
- c) $2,43 \cdot 10^{-3}$
- d) $2,57 \cdot 10^{-2}$
- e) $2,32 \cdot 10^{-3}$

(39) De los siguientes compuestos orgánicos, ¿cuál no sirve para fabricar polímeros sintéticos?:

- a) C_2H_4
- b) Propeno
- c) 1,3-butanodiol
- d) Benceno
- e) Tetraflúoreteno

(40) Se preparan dos semiceldas unidas mediante un puente salino. Una está formada por una lámina de cobre sumergida en $[CuSO_4] = 1M$ y la otra por una barra de cadmio sumergida en $[CdSO_4] = 1M$. En consecuencia, tenemos que:

Datos: $E^\circ(Cd^{2+}/Cd) = -0,40 V$; $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0,34 V$

- a) Se trata de un ejemplo de pila Daniell con puente salino.
- b) La semicelda de cobre actúa como ánodo.
- c) Para el puente salino se emplea una disolución concentrada de cualquier electrolito.
- d) Cuando la pila funciona, la energía de Gibbs del proceso electroquímico vale aproximadamente $-11,6 kJ$.
- e) Todas las anteriores son falsas.

(41) Para intentar reproducir las propiedades de las fibras naturales, como la seda, en el siglo XX se desarrollaron fibras totalmente sintéticas. La primera, fue el nylon que es una poliamida. En consecuencia, además de cadenas hidrocarbonadas, el grupo funcional que se repite periódicamente en el nylon es:

- a) $R-COO-R'$
- b) $R-N=N-R'$
- c) $R-CONH-R'$
- d) $R-CONHCO-R'$
- e) $R-NO_2-R'$

(42) Solo una de las siguientes combinaciones de números cuánticos puede corresponder a un electrón 3p:

- a) (3, 1, -1, +1/2) b) (3, 0, 0, -1/2) c) (3, 1, 1, 0) d) (3, 2, 1, 0) e) (3, 2, -1, -1/2)

(43) En una valoración de Fe^{2+} en disolución acuosa se emplea dicromato potásico. El Fe^{2+} es oxidado a Fe^{3+} , mientras el cromo es reducido a Cr^{3+} . ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- a) 6 × moles de Fe^{2+} valorados = moles de dicromato potásico empleados.
b) 3 × moles de Fe^{2+} valorados = 2 × moles de dicromato potásico empleados.
c) moles de Fe^{2+} valorados = 3 × moles de dicromato potásico empleados.
d) 2 × moles de Fe^{2+} valorados = 3 × moles de dicromato potásico empleados.
e) moles de Fe^{2+} valorados = 6 × moles de dicromato potásico empleados.

(44) Las moléculas de gas nitrógeno son muy estables en la atmósfera, ya que su energía de ionización es de 1503 kJ/mol. La energía del triple enlace es también muy alta, pero menor, 941 kJ/mol. A las capas superiores de la atmósfera llegan las radiaciones solares más energéticas capaces de disociar e incluso ionizar las moléculas N_2 . Determina la longitud de onda máxima de la radiación solar que será capaz de disociar una molécula de nitrógeno en sus átomos componentes.

- a) $7,97 \cdot 10^{-8}$ m b) 1234 Å c) 0,085 μm d) 127 nm e) Ninguna de las anteriores

(45) La lluvia ácida es un severo problema medioambiental en regiones del planeta donde se queman intensamente combustibles fósiles, especialmente carbón y fracciones pesadas del petróleo. En relación con este problema, seleccione la afirmación incorrecta:

- a) El agua de lluvia natural, en atmósfera sin contaminar, ya tiene un pH ligeramente ácido, en torno a 6.
b) La lluvia ácida deteriora los monumentos de piedra, especialmente si ésta es calcárea.
c) Los óxidos de nitrógeno (NO_x) son importantes agentes responsables del fenómeno.
d) La lluvia ácida se debe principalmente a las emisiones masivas de CO_2 .
e) Las emisiones volcánicas son causa natural de lluvia ácida.

CONSTANTES Y DATOS:

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$|q(e^-)| = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$N_{\text{Av}} = 6,022 \times 10^{23}$$

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

TABLA PERIÓDICA GENERAL: NÚMERO ATÓMICO Y MASA ATÓMICA

1 H 1,008																	2 He 4,003
3 Li 6,94	4 Be 9,01											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											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 Sr 44,96	22 Ti 47,87	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 (98,91)	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,20	83 Bi 208,98	84 Po (208,98)	85 At (209,99)	86 Rn (222,02)
87 Fr (223,02)	88 Ra (226,03)	89 Ac (227,03)	104 Rf (261,11)	105 Db (262,11)	106 Sg (263,12)	107 Bh (264,12)	108 Hs (265,13)	109 Mt (268)	110 Ds (269)	111 Rg (272)	112 Uub (277)		114 Uuq (285)		116 Uuh (289)		

58 Ce 141,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm (144,91)	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97
90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np (237,05)	94 Pu (244,06)	95 Am (243,06)	96 Cm (247,07)	97 Bk (247,07)	98 Cf (251,08)	99 Es (252,08)	100 Fm (257,10)	101 Md (258,10)	102 No (259,10)	103 Lr (262,11)