

DÉCIMO CONCURSO

Química, Sociedad y Medio Ambiente

15 de junio de 2012

Apellidos:..... Nombre:.....

Centro de Enseñanza:..... Localidad:.....

INSTRUCCIONES:

- (1) El concurso consta de **45 preguntas** con 5 posibles soluciones.
- (2) Dispone de una **hora y treinta minutos** para contestar.
- (3) Para cada pregunta propuesta hay **una y sólo una** respuesta correcta.
- (4) Cada respuesta correcta **suma 1 punto**.
- (5) Cada respuesta errónea resta **1/4 de punto**.
- (6) Las preguntas no contestadas, es decir, en blanco, **ni suman ni restan**.
- (7) Para responder use bolígrafo o rotulador **azul** o **negro**.
- (8) No olvide marcar las respuestas elegidas en la carátula o primera hoja. El resto no se corrige.
- (9) Puede y debe utilizar calculadora científica, pero **no programable**.

Pregunta	Respuesta	Pregunta	Respuesta	Pregunta	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) Para el modelo atómico de Bohr aplicado al átomo de hidrógeno, ¿cuál de los siguientes enunciados es **incorrecto**?

- a) La velocidad del electrón aumenta según lo hace el número cuántico n
- b) La segunda órbita es cuatro veces más grande que la primera
- c) El modelo interpreta que la segunda línea de la serie de Balmer se genera cuando los electrones de múltiples átomos de hidrógeno excitados saltan de $n = 4$ a $n = 2$
- d) Las energías electrónicas en las órbitas estacionarias son negativas
- e) El momento angular del electrón en cada órbita estacionaria vale $n \cdot h / 2\pi$

(2) Seleccione el elemento químico cuyos átomos son **diamagnéticos** en su estado fundamental.

- a) Br
- b) Si
- c) Ba
- d) S
- e) Sb

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

- a) 1 mol de ozono
- b) 50 mL de agua líquida
- c) 100 g de metanol
- d) 60 L de dióxido de carbono medidos en condiciones normales
- e) 2 kg de tolueno

(4) De las siguientes especies, ¿cuál tiene geometría lineal?

- a) H_2S
- b) H_2O_2
- c) O_3
- d) NO_2^-
- e) NO_2^+

(5) Para estudiar la cinética de la reacción en medio acuoso $\text{A}(\text{aq}) + \text{B}(\text{aq}) \rightarrow \text{Productos}$ se hace uso de que uno de los productos de la reacción da color al medio acuoso. Por tanto, la medida espectrofotométrica de la intensidad del color permite calcular la velocidad de reacción. Se observa experimentalmente que la intensidad del color al cabo de 1 minuto es la misma cuando $[\text{A}]_0 = [\text{B}]_0 = 0,2 \text{ mol/L}$ y cuando $[\text{A}]_0 = 0,8 \text{ mol/L}$ y $[\text{B}]_0 = 0,1 \text{ mol/L}$. En consecuencia, para la reacción propuesta se cumple que:

- a) El ritmo o tasa de consumo de A en la reacción química es el doble que la de B
- b) El orden total de reacción es 2
- c) Si triplicamos la concentración inicial de A, sin cambiar la de B, la velocidad de la reacción se triplica
- d) Si duplicamos la concentración inicial de A y reducimos a la mitad la de B, la velocidad de reacción no varía
- e) La velocidad de la reacción no puede medirse de la forma que dice el enunciado, pues no sabemos cómo varían con el tiempo $[\text{A}]$ y $[\text{B}]$

(6) El hidróxido de hierro(III) es un sólido muy poco soluble en agua ¿La presencia de cuál de los siguientes reactivos aumentará notablemente su solubilidad?

- a) La adición de más cantidad de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sólido
- b) La adición de HCl
- c) La adición de NaOH
- d) La adición de NaCl
- e) La solubilidad de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ es una constante que no se puede modificar adicionando ningún reactivo

(7) ¿Cuál de las siguientes explicaciones para la geometría del CO_2 le parece más razonable?

- a) Enlace σ entre orbitales p del átomo de carbono y de los oxígenos.
- b) Enlace σ entre híbridos sp^3 del átomo de carbono y de los oxígenos
- c) Enlace σ entre híbridos sp^2 del átomo de carbono y de los oxígenos.
- d) Enlace σ entre híbridos sp del átomo de carbono y de los oxígenos.
- e) Enlace σ entre híbridos sp del átomo de carbono y de los oxígenos y π entre orbitales p del átomo de carbono y de los oxígenos.

(8) Una cuba electrolítica contiene 5 L de disolución acuosa 100 g/L de cloruro de cromo(III) ¿cuánto tiempo debe circular una corriente continua de 0,5 A para que se deposite todo el cromo en el electrodo correspondiente?

- a) 253,6 horas
- b) Menos de 1 hora
- c) 91300 s
- d) Unas 10 horas
- e) Ninguna de las anteriores

(9) Considere el átomo de cloro-37 (^{37}Cl). ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- a) En el átomo neutro hay un total de 17 protones, 17 electrones y 20 neutrones
- b) En el ión Cl^- hay un total de 18 protones y 18 electrones**
- c) En el ión Cl^- hay un total de 17 protones y 18 electrones
- d) El cloro-35 es un isótopo del mismo, pero con 2 neutrones menos.
- e) La configuración electrónica de su estado fundamental es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

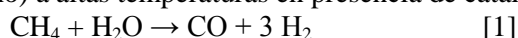
(10) La lluvia ácida es un severo problema medioambiental en regiones del planeta donde se queman intensamente combustibles fósiles, especialmente carbón y fracciones pesadas del petróleo. En relación con este problema, seleccione la afirmación incorrecta:

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

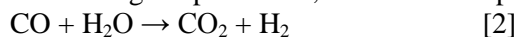
(11) En relación con las propiedades periódicas de los elementos seleccione la afirmación incorrecta:

- a) El helio tiene el potencial de ionización más alto de todo el Sistema Periódico
- b) La segunda energía de ionización es siempre mayor que la primera para todos los elementos químicos
- c) Los halógenos tienen radios atómicos pequeños dentro de sus períodos respectivos
- d) El ion K^+ es más grande que el ion Cl^-**
- e) La electronegatividad más alta, después del flúor, le corresponde al oxígeno

(12) En el proceso industrial llamado “reformado de vapor” se hace reaccionar vapor de agua con hidrocarburos (especialmente metano) a altas temperaturas en presencia de catalizadores metálicos:



La mezcla CO/H_2 se llama “gas de síntesis” y tiene múltiples aplicaciones industriales. Pero si se desea incrementar la cantidad de hidrógeno producido, se combina el proceso con una segunda reacción:



La reacción [1] es fuertemente endotérmica, mientras que la [2] es muy exotérmica. En consecuencia:

- a) Podemos favorecer el rendimiento de [1] operando a alta presión
- b) Si trabajamos a alta temperatura, el proceso [2] transcurrirá más deprisa, pero el rendimiento se reducirá**
- c) Cuando se desarrollen mejores catalizadores podremos trabajar a baja temperatura en el proceso [1]
- d) El proceso [2] no necesita catalizadores, porque es exotérmico
- e) Podemos mejorar el rendimiento del proceso [2] reduciendo la presión, o sea, trabajando “a vacío”

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

- a) KOH
- b) HF**
- c) KCl
- d) NH_4Br
- e) NH_3

$$K_a(\text{HF}) = 6,8 \cdot 10^{-4} \quad K_a(\text{NH}_4^+) = 5,7 \cdot 10^{-10}$$

(14) Teniendo en cuenta las fuerzas intermoleculares, ¿Qué sustancia molecular de las siguientes tendrá la temperatura de ebullición más baja?

- a) Ne**
- b) O_2
- c) NH_3
- d) CO
- e) HCl

(15) ¿Qué valor de K_p indicaría que la reacción $\text{P}(g) + \text{Q}(g) \rightarrow 2 \text{R}(g)$ es reversible y ha avanzado muy poco cuando se alcanza el equilibrio?

- a) 1
- b) 10^{-30}**
- c) -10^7
- d) -10^{-7}
- e) $1/10^{-5}$

(16) El aspartamo es un edulcorante no calórico que contiene carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno. Sabiendo que el nitrógeno constituye un 9,52% en masa del compuesto ¿cuál de las siguientes cantidades, en g/mol, sería aceptable como masa molar del aspartamo?

- a) 98
- b) 185
- c) 294**
- d) 399
- e) Faltan datos para hacer el cálculo

(17) Para la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno gas para dar agua y oxígeno a 298 K disponemos de los siguientes datos: $\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}, g) = -241,82 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}_2, g) = -135,82 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $S^\circ (\text{H}_2\text{O}, g) = 188,83 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; $S^\circ (\text{H}_2\text{O}_2, g) = 335,67 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; $S^\circ (\text{O}_2, g) = 205,14 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. Por tanto:

- a) La descomposición del peróxido de hidrógeno es espontánea a 298 K en condiciones estándar.
- b) La descomposición del peróxido de hidrógeno a 298 K en condiciones estándar es endotérmica
- c) El proceso transcurre con aumento de la entropía del sistema
- d) Si aumentamos la temperatura, en condiciones estándar, el proceso se hará más espontáneo
- e) La temperatura no influye en la espontaneidad del proceso, pues ésta depende solo de la entropía

(18) ¿Qué compuesto orgánico de los siguientes da disoluciones neutras ($\text{pH} \approx 7$) cuando se disuelve en agua?

- a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- b) CH_3COOH
- c) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
- d) CH_3CONH_2
- e) $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$

(19) De las siguientes especies, ¿cuál tiene distribución atómica tridimensional?

- a) BF_3
- b) NO_3^-
- c) C_2H_2
- d) $\text{CHCl}=\text{CHCl}$
- e) PF_3

(20) Para cierta reacción, $\text{M}(g) + 2\text{N}(g) \rightarrow \text{productos}$, la energía de activación del proceso directo es 142 kJ, mientras que la energía de activación del proceso inverso es 86 kJ. Indica cuál de las siguientes proposiciones es correcta: **anulada por doble respuesta válida**

- a) Cuando reaccionan 2 moles de M se absorbe un calor de 284 kJ
- b) Subiendo la temperatura disminuye la energía de activación directa, pero aumenta la inversa
- c) Un catalizador que reduzca la energía de activación del proceso directo en 50 kJ también reduce la del proceso inverso en 50 kJ/mol
- d) El proceso inverso es exotérmico
- e) El complejo activado tiene una energía superior a la de los reactivos, pero inferior a la de los productos de la reacción

(21) La densidad de cierto gas puro a 25 °C y 80 kPa es de 0,52 g/L. Suponiendo comportamiento ideal, su masa molar en g/mol será

- a) 16
- b) 28
- c) 32
- d) 44
- e) Ninguna de las anteriores

(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) La molalidad de una disolución en la que el disolvente es etanol y el soluto glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) es 2,38. En 25 g de esa disolución hay contenida una masa de soluto de:

- a) 12,2
- b) 7,5
- c) 4,8
- d) 10,7
- e) Ninguna de las anteriores

(24) En la estratosfera, el ozono se forma a partir de una compleja reacción fotoquímica que globalmente se resume en $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$. El inicio del proceso exige que la luz ultravioleta del Sol genere átomos libres de oxígeno por rotura del doble enlace de la molécula O_2 . Sabiendo que la energía del enlace $\text{O}=\text{O}$ es 498 kJ/mol ¿cuál será la máxima longitud de onda de la luz solar capaz de iniciar el proceso de rotura de las moléculas de oxígeno?

- a) 180 nm
- b) $3,22 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
- c) 2150 Å
- d) 0,36 μm
- e) Ninguna de las anteriores

(25) El pH de una disolución acuosa es 4,7. Si a 25 mL de la disolución se le añaden otros 25 mL de agua pura, el pH de la disolución resultante es:

- a) 4,7
- b) 5,7
- c) 5,0
- d) 4,2
- e) No se puede saber con estos datos

(26) ¿Cuántos enlaces sigma (σ) y pi (π) posee una molécula de propino?

- a) 2 y 6
- b) 4 y 4
- c) 5 y 3
- d) 6 y 2
- e) 5 y 1

(27) Para la reacción $P + Q \rightarrow R$ a cierta temperatura se han obtenido los siguientes datos cinéticos:

Experiencia	$[P]_0$ en mol/L	$[Q]_0$ en mol/L	v_0 en mol/(L·s)
1	0,2	0,2	$8 \cdot 10^{-3}$
2	0,6	0,2	$24 \cdot 10^{-3}$
3	0,2	0,4	$32 \cdot 10^{-3}$

En consecuencia, las unidades de la constante cinética son:

- a) $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ b) $\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}$ c) $\text{mol}^2 \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ d) $\text{mol}^{-2} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$ e) Ningunas de las anteriores

(28) En relación con los orbitales atómicos, ¿cuál de las siguientes proposiciones es falsa?

- a) Los orbitales p no tienen simetría esférica
b) En el átomo de hidrógeno, los orbitales $4s$ son de más energía que los $3d$
c) Según la interpretación de Copenhague, los orbitales representan nubes o regiones de probabilidad espacial
d) Cada orbital puede alojar dos electrones sin que se viole el Principio de Pauli
e) Los orbitales híbridos no son orbitales atómicos, sino moleculares

(29) ¿Cuántos electrones gana medio mol de iones dicromato($2-$) cuando dichos iones se transforman en iones Cr^{3+} en un proceso redox en medio ácido acuoso?

- a) Depende del reductor b) 6 c) $3 \times 6,022 \cdot 10^{23}$ d) $6,022 \cdot 10^{23} / 6$ e) Ninguna de las anteriores

(30) La glicina es un aminoácido muy simple y frecuente cuya estructura es $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$. Su “punto isoeléctrico” (molécula neutra, no cargada ni positiva ni negativamente) en disolución acuosa ocurre a $\text{pH} = 6,0$. Por consiguiente, que proposición es incorrecta para la glicina:

- a) Su grupo ácido es más fuerte que su grupo básico
b) Su grupo ácido es más débil que su grupo básico
c) La glicina es una sustancia anfótera
d) A pH muy ácido, las moléculas de glicina se cargan positivamente
e) A pH muy alcalino, todas las moléculas de glicina poseen carga negativa

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



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

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

(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) ¿Cuál de los siguientes compuestos iónicos tendrá previsiblemente el punto de fusión más bajo?

- a) NaCl b) LiF c) MgO d) CaCl_2 e) Na_2O

(34) Como consecuencia de la combustión completa de 400 L de hidrocarburos gaseosos formados por una mezcla de etano y propano se generan, en idénticas condiciones de presión y temperatura, 880 L de CO₂. En consecuencia, el porcentaje en volumen de etano en la mezcla de hidrocarburos era:

- a) 20% b) 40% c) 60% **d) 80%** e) Faltan datos para el cálculo

(35) La reacción por la cual el tolueno en presencia de una mezcla de ácidos sulfúrico y nítrico produce nitrotolueno es un caso de:

- a) Sustitución electrófila**
b) Adición nucleófila
c) Oxidación aromática
d) Adición a un anillo bencénico
e) Sustitución nucleófila

(36) A 1 L de disolución de KOH 0,1 M se le añade un cierto volumen de HCl 2 M. ¿Cuál de los siguientes volúmenes de HCl daría lugar a un pH < 1 al ser añadido?

- a) 2 mL b) 20 mL c) 100 mL **d) 150 mL** e) Ninguno de los anteriores

(37) ¿Cuál de las siguientes combinaciones de números cuánticos puede corresponder a un electrón 3p?

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

(38) ¿Cuál de los siguientes métodos es el paso fundamental en la síntesis industrial del ácido nítrico?

- a) Cámaras de plomo
b) Proceso Häagen-Dasz
c) Método Solvay
d) Proceso Ostwald
e) Proceso Hall-Herault

(39) El cloruro de plomo(II) es una sal muy insoluble en agua que se disocia en Pb²⁺ y Cl⁻. Si llamamos *s*, a la solubilidad de esa sal a una determinada temperatura, podemos relacionarla con la constante del producto de solubilidad a esa misma temperatura mediante la expresión:

- a) $s = (K_s/4)^{1/3}$** b) $s = 0$ (sal insoluble) c) $s = (K_s)^{1/3}$ d) $s = (K_s)^{1/2}$ e) $s = (K_s)^2$

(40) Para que la constante cinética de cierta reacción química se duplique, la temperatura debe subir de 20 °C a 30 °C. Por tanto, y suponiendo que se cumple exactamente la ecuación de Arrhenius, la energía de activación del proceso químico vale:

- a) 51 kJ** b) 18,6 kJ c) -18,6 kJ d) -25688 J e) Ninguna de las anteriores

(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-NO₂-R'

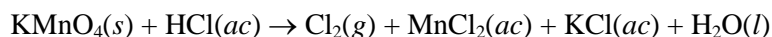
(42) Teniendo en cuenta que $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$ y $E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,67 \text{ V}$, seleccione la aseveración incorrecta:

- a) No es bueno que estén en contacto piezas metálicas de Fe y Al, pues se favorecen procesos de corrosión
b) Podemos obtener aluminio puro a partir de Al₂O₃ por reacción con hierro metálico, aunque resulta caro
c) El aluminio puro se oxida muy lentamente en aire porque la primera capa de óxido que se forma genera un recubrimiento compacto que protege al resto de la pieza
d) Una pieza de hierro expuesta al aire húmedo no se oxidará si está en contacto eléctrico con una barra de aluminio
e) Si construimos una pila con electrodos de estos dos metales, el hierro actuará como cátodo

(43) ¿En cuál de los siguientes compuestos el oxígeno tiene el número de oxidación más alto?

- a) O₂ b) CO₂ c) H₂O₂ d) NO₂ e) CH₃OH

(44) En el laboratorio, el cloro gaseoso puede prepararse fácilmente haciendo gotear ácido clorhídrico sobre polvo de permanganato de potasio, según la reacción:



Si el rendimiento del proceso es del 70% ¿cuál es la masa mínima en gramos de permanganato de potasio que se necesita para producir 200 mL de gas cloro a 25 °C y 720 mmHg?

- a) 1,22 b) 3,50 c) 0,70 d) 0,35 e) Ninguna de las anteriores

(45) Se conectan tres cubas electrolíticas en serie. La primera contiene disolución acuosa de sulfato de cobre, la segunda, disolución acuosa de cloruro de cinc y la tercera, disolución acuosa de nitrato de plata. Si se hace pasar una corriente continua por el sistema, cuál de las siguientes proposiciones es incorrecta:

- a) En el ánodo de las tres cubas se desprenderán gases
b) Si en una cuba se agota la sal presente, cesa la electrolisis en todas ellas
c) Cuando la concentración de la tercera cuba se ha reducido a la mitad, la de la primera cuba solo se ha reducido en una cuarta parte
d) La velocidad de deposición de cada metal dependerá de la concentración de sal en su respectiva cuba
e) Cada metal se deposita en el electrodo cargado negativamente de su cuba

CONSTANTES Y DATOS:

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

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

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

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

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

Masas atómicas relativas

$$\text{H} = 1$$

$$\text{C} = 12$$

$$\text{N} = 14$$

$$\text{O} = 16$$

$$\text{F} = 19$$

$$\text{Ne} = 20,2$$

$$\text{S} = 32$$

$$\text{Cl} = 35,5$$

$$\text{K} = 39,1$$

$$\text{Ar} = 40$$

$$\text{Cr} = 52,0$$

$$\text{Mn} = 54,9$$