



## EXAMEN ESTATAL DE LA OLIMPIADA DE QUÍMICA DE HIDALGO 2021

Correo electrónico \*

quimiolimpiada.hgo@uaeh.edu.mx

Por favor, antes de comenzar el examen proporciona la siguiente información:

Apellidos: \*

Bond

Nombre (s): \*

James

NUR: \*

007

### INSTRUCCIONES PARA CONTESTAR EL EXAMEN

1. Este examen consta de **57 preguntas** de opción múltiple que deberás completar en no más de **180 minutos**.
2. Sólo hay una respuesta correcta (de cuatro opciones) para cada pregunta. Elige la que desde tu punto de vista sea la más razonable, o bien que se acerque más al valor que has calculado.
3. No se permite el uso de tablas adicionales o formularios.
4. Necesitarás una tabla periódica sencilla.
5. Cuando concluyas el examen (o cuando se completen los 180 min) da click en el botón de ENVIAR.

¡MUCHA SUERTE!

1. Un quitaesmalte elaborado a base de acetona está conformado por agua, glicerina y acetona en bajo porcentaje. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor al quitaesmalte?

- Mezcla homogénea
- Compuesto
- Mezcla heterogénea
- Elemento

2. Los números cuánticos que describen al último electrón localizado de un elemento con  $Z = 19$  son:

- $n= 1, \ell= 2, m_l= 0, m_s= +1/2$
- $n= 3, \ell= 0, m_l= 0, m_s= +1/2$
- $n= 4, \ell= 1, m_l= 0, m_s= +1/2$
- $n= 4, \ell= 0, m_l= 0, m_s= +1/2$

3. ¿Cuál de las siguientes fórmulas se encuentra escrita correctamente?

- $\text{KSO}_4$
- $\text{Mg}_2\text{CO}_3$
- $\text{K}_2\text{HSO}_4$
- $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$



4. ¿Cuántos protones (p), neutrones (n) y electrones (e) están presentes en  $^{101}\text{Ru}^{3+}$ ?

- 44 p, 57 n, 41 e
- 44 p, 101 n, 41 e
- 44 p, 101 n, 47 e
- 44 p, 57 n, 47 e

5. Coloque los siguientes iones por orden de tamaño decreciente:  $\text{K}^+$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ .

- $\text{Ca}^{2+} > \text{Br}^- > \text{K}^+ > \text{S}^{2-}$
- $\text{S}^{2-} > \text{K}^+ > \text{Br}^- > \text{Ca}^{2+}$
- $\text{Br}^- > \text{S}^{2-} > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+}$ .
- $\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{S}^{2-} > \text{Br}^-$

6. ¿Cuál de los siguientes elementos presenta una mayor electronegatividad?

- F
- Zn
- I
- K

7. De los siguientes compuestos, ¿Cuáles pueden presentar interacciones por puentes de hidrógeno? i)  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  ii)  $\text{H}_2\text{O}$  iii)  $\text{NH}_3$  iv)  $\text{CH}_4$

- ii y iii



- iii y iv
- i y ii
- i y iv

8. Se tiene un elemento cuya densidad es de  $19.32 \text{ g/cm}^3$ . Si  $18.9 \text{ mL}$  de este elemento equivalen a  $1.85 \text{ mol}$ , ¿de qué elemento se trata?

- Au
- Os
- Ag
- Pb

9. ¿Cuál es el nombre correcto de los compuestos i)  $\text{Mg}(\text{NO}_2)_2$  ii)  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  iii)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?

- i) Nitrato de magnesio; ii) Óxido de fósforo; iii) Óxido férrico
- i) Nitrato de magnesio; ii) Óxido de fósforo; iii) Óxido férroso
- i) Nitrito de magnesio (II); ii) Decaóxido de tetrafósforo; iii) Óxido férroso
- i) Nitrito de magnesio; ii) Decaóxido de tetrafósforo; iii) Óxido férrico

10. ¿Cuál de las siguientes moléculas presenta una geometría lineal?

- $\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CO}_2$
- $\text{BF}_3$
- $\text{CH}_4$

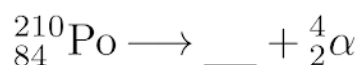
11. ¿Cuál de las siguientes moléculas presentan enlaces múltiples en su estructura?

- $\text{ICl}_7$



H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> NH<sub>3</sub>

12. ¿Cuál es el producto faltante en la siguiente reacción de decaimiento radioactivo?

  ${}_{82}^{210}\text{Pb}$   ${}_{82}^{206}\text{Pb}$   ${}^{210}_{82}\text{Pb}$   ${}^{206}_{82}\text{Pb}$   ${}_{84}^{206}\text{Po}$   ${}_{82}^{206}\text{Po}$   ${}^{206}_{84}\text{Po}$   ${}^{206}_{82}\text{Po}$ 

**Tome en cuenta la siguiente información para responder las preguntas 13-16:** Para celebrar el décimo quinto aniversario de la Olimpiada Estatal de Química de Hidalgo consideraremos al elemento fósforo que es esencial para la vida y cuyo número atómico es... ¡15! Este elemento forma parte de una gran cantidad de moléculas de interés biológico y se obtiene principalmente de la descomposición de minerales conocidos como apatitas cuya fórmula general es  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{X}$ , donde X= F, Cl u OH. Si la apatita contiene flúor o cloro o hidroxilo (OH), recibe el nombre de fluoroapatita, cloroapatita e hidroxiapatita, respectivamente.

13. ¿Cuál es el peso molecular (g/mol) de la cloroapatita?

- 504.3 g/mol
- 520.7 g/mol
- 485.3 g/mol
- 502.3 g/mol

14. ¿Cuántos moles hay en 197.6 g de fluoroapatita?

- 0.40 mol
- 0.45 mol
- 0.52 mol
- 0.35 mol

15. ¿Cuántos átomos de oxígeno hay en 41.93 g de hidroxapatita?

- $6.50 \times 10^{23}$  átomos
- $6.24 \times 10^{23}$  átomos
- $5.99 \times 10^{23}$  átomos
- $4.32 \times 10^{23}$  átomos

16. ¿Cuántos iones fosfato existen en 3.50 g del catión  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]^{+?}$

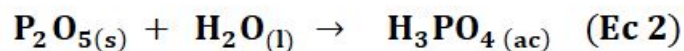
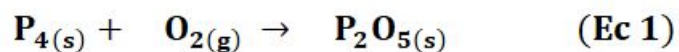
- $1.30 \times 10^{22}$  iones
- $2.16 \times 10^{-2}$  iones
- $1.41 \times 10^{-3}$  iones



$1.20 \times 10^{21}$  iones

**Toma en cuenta la siguiente información para responder las preguntas**

**17-20:** Siguiendo con la celebración de los 15 años de la Olimpiada Estatal de Química de Hidalgo, en un laboratorio de química de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo se llevaron a cabo los siguientes procesos partiendo del alótropo del fósforo conocido como fósforo blanco ( $P_4$ ). (Tome en cuenta que las ecuaciones **NO están balanceadas**)



17. ¿Cuántos moles de oxígeno gaseoso se requieren para reaccionar con 0.800 g de fósforo blanco?

- 0.0161 mol
- 0.0065 mol
- 0.0323 mol
- 0.0026 mol

18. ¿Cuántas moléculas de  $H_3PO_4$  se forman a partir de 2.98 mol de oxígeno?

- $1.76 \times 10^{24}$  moléculas
- $7.18 \times 10^{23}$  moléculas
- $3.60 \times 10^{23}$  moléculas
- $1.44 \times 10^{24}$  moléculas



19. ¿Cuántos gramos de fósforo blanco se requieren para producir  $2.89 \times 10^{-2}$  mol de  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ?

- 1.790 g
- 2.051 g
- 0.895 g
- 1.025 g

20. Se sabe que la primera reacción (Ec 1) tiene un rendimiento del 80%, por lo que ¿cuántos moles de  $\text{H}_2\text{O}$  se requieren para hacer reaccionar todo el  $\text{P}_2\text{O}_5$  formado si se parten de 20.0 g de  $\text{P}_4$ ?

- 0.966 mol
- 0.322 mol
- 0.773 mol
- 0.258 mol

***Toma en cuenta las siguientes fórmulas que te podrían ayudar para responder las preguntas de la siguiente sección.***

Acidez y pH	$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ ; $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$ ; $\text{pH} + \text{pOH} = 14$
Corriente eléctrica	$I = \frac{q}{t}$ donde I = Corriente, q = carga, t = tiempo
Cte. Faraday	$9.6485 \times 10^4 \text{ C/mol}$





21. El fósforo es un elemento relevante en la lucha contra el COVID-19; este elemento se encuentra en el compuesto llamado Remdesivir, cuya fórmula química es  $C_{27}H_{35}N_6O_8P$ , y es un antiviral de amplio espectro que actualmente se emplea como parte del tratamiento contra el virus SAR-CoV-2. ¿Cuál es el porcentaje en masa de fósforo en el Remdesivir?

- Mayor a 15%
- Menor al 5%
- Entre 5% y 10%
- Entre 11% y 15%

22. ¿Qué masa de  $NH_4HCO_3$  se requiere para preparar 300 mL de una disolución 1.54 molar (M)?

- 36.52 g
- 0.462 g
- 405.8 g
- 79.05 g

23. La concentración promedio del ion  $NO_3^-$  en el agua de mar es de  $3.68 \times 10^{-3}$  M. ¿Cuál es la concentración en partes por millón (ppm) del  $NO_3^-$  en un litro de agua de mar?

- $2.28 \times 10^{-1}$  ppm
- $3.68 \times 10^2$  ppm
- $2.28 \times 10^2$  ppm
- $3.68 \times 10^{-3}$  ppm



24. ¿Cuál de las siguientes especies químicas es considerada como un anfótero?

- Ag<sup>+</sup>
- HCl
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- OH<sup>-</sup>

25. ¿Cuál de las siguientes especies es considerada como una base de Lewis?

- H<sub>2</sub>O
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- Na
- Ag<sup>+</sup>

26. ¿Cuáles son las bases conjugadas de las siguientes especies? i) H<sub>2</sub>O ii) HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iii) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

- i) H<sup>+</sup> ii) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> iii) H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>
- i) OH<sup>-</sup> ii) CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> iii) HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- i) OH<sup>-</sup> ii) CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> iii) H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>
- i) O<sup>2-</sup> ii) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> iii) HPO<sub>3</sub><sup>2-</sup>

27. ¿Cuál de las siguientes expresiones representa la solución menos básica?

- pH = 2.5
- [H<sup>+</sup>] = 3.2 x 10<sup>-2</sup> M



$[\text{OH}^-] = 7.3 \times 10^{-10} \text{ M}$

$\text{pOH} = 11.2$

28. ¿Cuál es la concentración del ión  $[\text{H}^+]$  en una solución de  $\text{NaOH } 6.45 \times 10^{-4} \text{ M}$ ?

$6.45 \times 10^{-4} \text{ M}$

$1.55 \times 10^{-11} \text{ M}$

$3.19 \text{ M}$

$10.81 \text{ M}$

29. El  $\text{pK}_a$  del  $\text{HF}$  es de 3.17. ¿Cuál es la concentración del anión  $\text{F}^-$  en una solución  $0.300 \text{ M}$ ?

$6.76 \times 10^{-4} \text{ M}$

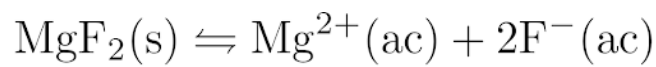
$3.00 \times 10^{-1} \text{ M}$

$1.39 \times 10^{-2} \text{ M}$

$2.86 \times 10^{-1} \text{ M}$



30. ¿Cuál es la expresión de la constante del producto de solubilidad ( $K_{ps}$ ) para la siguiente reacción?



$$K_{ps} = [\text{MgF}_2][\text{F}^{-}]^2$$

$K_{ps} = [\text{MgF}_2][\text{F}^{-}]^2$

$$K_{ps} = \frac{[\text{Mg}^{2+}]}{[\text{F}^{-}]^2}$$

$K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}]/[\text{F}^{-}]^2$

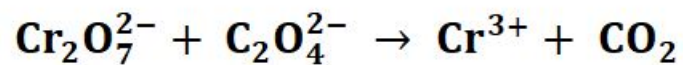
$$K_{ps} = \frac{[\text{F}^{-}]^2}{[\text{Mg}^{2+}]}$$

$K_{ps} = [\text{F}^{-}]^2/[\text{Mg}^{2+}]$

$$K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{F}^{-}]^2$$

$K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{F}^{-}]^2$

31. ¿Cuál es la especie que se oxida en la siguiente reacción?



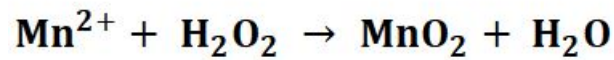
$\text{O}^{2-}$

$\text{Cr}^{6+}$

$\text{Cr}^{3+}$

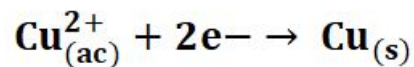
C<sup>3+</sup>

32. En la siguiente reacción ¿cuál es el agente reductor?



- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- MnO<sub>2</sub>
- H<sub>2</sub>O
- Mn<sup>2+</sup>

33. La siguiente reacción describe el proceso de deposición de cobre. Si después de aplicar una corriente constante durante 5.0 h se depositaron 404 mg de cobre, ¿cuál es el valor de la corriente aplicada?



- 1.47 A
- 14.7 A
- 0.68 A
- 0.068 A

***Tome en cuenta la siguiente información para responder las preguntas***

**34-38:** El ácido perclórico concentrado (HClO<sub>4</sub>) se comercializa como una solución al 72.0% p/p, la cual tiene una densidad de 1.67 g/cm<sup>3</sup>.

34. ¿Cuál es la concentración molar (M) del HClO<sub>4</sub> concentrado?

- 1.67 M
- 7.20 M



16.62 M

11.97 M

35. ¿Cuántos mililitros (mL) de  $\text{HClO}_4$  concentrado contienen 0.650 mol de  $\text{HClO}_4$ ?

Entre 51 y 80 mL

Más de 100 mL

Menos de 50 mL

Entre 81 y 100 mL

36. Si se desean preparar 250 mL de una solución 0.400 M de  $\text{HClO}_4$ , ¿cuántos mL de  $\text{HClO}_4$  concentrado se requieren?

10.8 mL

6.01 mL

5.43 mL

8.35 mL

37. Si 2.50 mL de  $\text{HClO}_4$  concentrado se aforan a 500 mL, ¿cuál es el pH de esta solución?

2.08

2.22

1.08

1.22

38. Si se tienen 500 mL de una solución de NaOH con  $\text{pH} = 12.67$ , ¿cuántos mL de una solución 0.400 M de  $\text{HClO}_4$  se requieren para la neutralización total del NaOH?

Entre 35 y 45 mL



- Entre 20 y 30 mL
- Entre 50 y 60 mL
- Entre 65 y 75 mL

**Toma en cuenta las siguientes fórmulas que te podrían ayudar para responder las preguntas de la siguiente sección.**

Equivalencia en kelvin al cero de la escala Celsius	273.15 K
Constante universal de los gases (R)	0.082 atm L mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Ley de los gases ideales	PV = n RT (P = presión; V = volumen; n = núm. moles; R = Cte. universal de los gases; T = temperatura)
Equivalencia de mmHg a atm	760 mmHg = 1 atm

39. Si un recipiente cerrado de 750 mL de capacidad contiene una muestra gaseosa de 7.00 g de SO<sub>3</sub> a 43.9 °C, ¿cuál es la presión (en atmósferas) del gas?

- 3.01 atmósferas
- 4.18 x 10<sup>-1</sup> atmósferas
- 2.42 atmósferas
- 2.42 x 10<sup>2</sup> atmósferas

40. Un globo aerostático contiene 3.8 x 10<sup>6</sup> L de nitrógeno molecular. Si la presión del nitrógeno es 690 mmHg a 25 °C, ¿qué masa de nitrógeno (en gramos) contiene el globo?

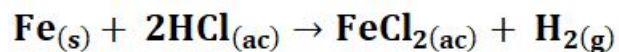
- 3.95 x 10<sup>6</sup> g
- 1.41 x 10<sup>5</sup> g
- 1.97 x 10<sup>6</sup> g
- 3.00 x 10<sup>9</sup> g

41. Un compuesto orgánico gaseoso tiene una densidad de 0.655 g/L a 80.0 °C y 500 mmHg de presión. ¿Cuál es la fórmula molecular del compuesto?

- C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

- C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>
- CH<sub>4</sub>
- C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>

Si se hacen reaccionar 8.90 g de hierro con 200 mL de una solución de HCl 2.50 M y el H<sub>2</sub> liberado se recolecta en un matraz de 10.0 L a 25 °C, ¿cuál es la presión (en atmósferas) del H<sub>2</sub> en este matraz? Tome en cuenta la siguiente ecuación:



- 1.22 atmósferas
- 0.818 atmósferas
- 0.39 atmósferas
- 0.16 atmósferas

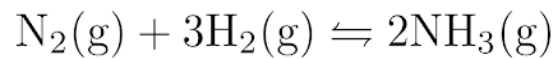
43. Un litro de vapor de azufre S<sub>8</sub> gaseoso se encuentra a 400 °C y a 1.19 atm de presión y se quema con oxígeno molecular para producir SO<sub>2</sub>. ¿Qué masa (en gramos) de SO<sub>2</sub> se formó?

- 2.32 g
- 1.38 g
- 11.07 g
- 18.59 g





44. De acuerdo a la siguiente reacción química: ¿cuál de las siguientes respuestas corresponde a la expresión de la constante de equilibrio ( $K_c$ ) para la reacción?



$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2][\text{N}_2]^3}$$

$$K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2}$$

$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2][\text{N}_2]^3}$

$K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2}$

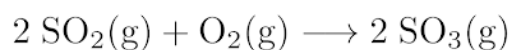
$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$$

$$K_c = [\text{N}_2][\text{H}_2]^3[\text{NH}_3]^2$$

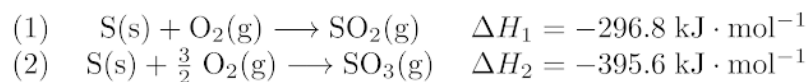
$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$

$K_c = [\text{N}_2][\text{H}_2]^3[\text{NH}_3]^2$

45. Usando la ley de Hess, calcule el  $\Delta H^\circ$  para la siguiente reacción a partir de sus elementos:



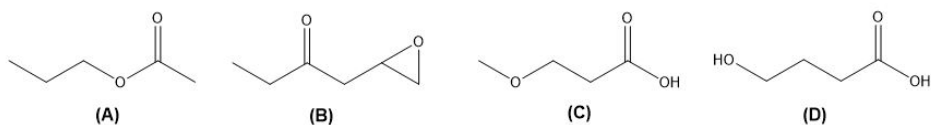
Considere los siguientes datos:



+98.8 kJ/mol

- 197.6 kJ/mol
- +197.6 kJ/mol
- 98.8 kJ/mol

Utilice las siguientes moléculas orgánicas para responder las preguntas **46-48**.



46. ¿Qué grupo funcional contiene la molécula **A**?

- Cetona
- Éster
- Éter
- Alcohol

47. ¿Qué moléculas contienen al grupo funcional éter?

- Moléculas A y B
- Moléculas C y D
- Moléculas B y C
- Moléculas A, B y C

48. Seleccione la respuesta que mejor explique la relación que guardan los compuestos A, B, C y D

- No tienen relación
- A es isómero de B y C
- C y D son isómeros
- Todos son isómeros

Con base a la información de la tabla siguiente, conteste las preguntas 49–57

Nombre de la sustancia	Fórmula	Punto de fusión en °C	Punto normal de ebullición (a 1 atm) en °C
Metanol	CH <sub>3</sub> OH	-98.0	65.0
Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	-130.0	78.0
1-Propanol	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	-126.5	97.1
Agua	H <sub>2</sub> O	0.0	100.0
Fenol	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	41.0	182.0
2-Propanol	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	-89.0	82.5

49. Si tomamos una muestra de 18.0 g de cada una de estas sustancias, ¿en cuál de las muestras habrá una mayor cantidad de sustancia en moles?

- 1-propanol
- Etanol
- Agua
- Metanol

50. Al mezclar cantidades iguales (en gramos) de metanol y agua, la fracción mol del agua en esta disolución es:

- Entre 0.61 y 0.80
- Mayor a 0.80
- Menor 0.30
- Entre 0.30 y 0.60

51. A una temperatura de 310 K y P = 760 mmHg, ¿cuántas de estas sustancias se encuentran en estado líquido?

- Seis
- Cuatro
- Tres

Cinco

52. ¿Cuántas de estas sustancias son isómeros?

- Una
- Cuatro
- Dos
- Tres

53. Si disolvemos 2.0 g de fenol en 50.0 mL de agua, ¿cuál es la molaridad del fenol en esta disolución?

- Entre 0.31 y 0.50 M
- Menos de 0.15 M
- Mayor a 0.50 M
- Entre 0.15 y 0.30 M

54. En la molécula de etanol, el % en masa de carbono es:

- Entre el 30% y 40%
- Entre 40% y 50%
- Menos del 30%
- Más de 50%

55. Cuando se quema un mol de metanol con suficiente oxígeno gaseoso, ¿cuántos moles de agua se obtienen?

- 0.5
- 4.0

1.0

2.0

56. ¿Cuántos gramos de oxígeno gaseoso se requieren para la combustión completa de 92.0 g de etanol? Recuerde que la combustión completa de un hidrocarburo solamente produce agua y  $\text{CO}_2$ .

Menos de 90 g

Entre 90 y 140 g

Entre 140 g y 190 g

Más de 190 g

57. ¿Qué volumen ocupan 6.0 g de 1-propanol a 1 atmósfera de presión y a 110 °C?

Menos de 1.0 L

Entre 1.0 L y 3.0 L

Entre 3.0 L y 5.0 L

Más de 5.0 L

**FIN DEL EXAMEN**

Si ya concluíste el examen o se ha acabado el tiempo, debes enviar este formulario haciendo tres clics: 1) Clic en el botón Rojo de **ENVIAR**, 2) en el botón verde de la parte superior (Click After Submitting Test) y 3) en el botón azul (Yes, Have Finished Submitting)

El formulario se creó en uaeH.

Google Formularios

