
34^a OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
19 DE SEPTIEMBRE DE 2024
CERTAMEN ZONAL – NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

Utilizá la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios. Podés suponer que las sustancias en estado gaseoso se comportan idealmente.

Datos útiles:

Número de Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$

Densidad: $\rho = m/V$

Ecuación de gases ideales: $p V = n R T$

Constante de los gases: $R = 0,08314 \text{ bar L / (K mol)}$

$T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15 \text{ K}$

$1 \text{ bar} = 105 \text{ Pa} = 750 \text{ mm Hg} = 750 \text{ Torr}$

Nota: los distintos ítems de este examen no están relacionados entre sí. Si por algún motivo no podés resolver alguno de ellos, **continúa con el siguiente.**

Ejercicio 1 (2,5 Puntos) (Puntaje sugerido 2,5 puntos, 0,5 por cada respuesta correcta)

Para cada uno de los siguientes sistemas materiales, indica cuál de los siguientes métodos de separación resultaría apropiado para separar al menos dos de sus componentes. Aplica un solo método que resulte viable para cada muestra, sin repetir los métodos en distintas muestras. (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo completar el cuadro en esta hoja)

Métodos de separación: Centrifugación / Decantación / Filtración / Disolución / Destilación

Sistema	Método de separación
Sangre	Centrifugación
Sal y arena	Disolución
Agua y arena	Filtración – (Se acepta decantación si no se usó en otra mezcla)
Agua y alcohol	Destilación
Agua y aceite	Decantación

Ejercicio 2 (6 Puntos) (Puntaje sugerido 6 puntos, 2 por cada respuesta correcta)

Se tienen 3 frascos A, B y C de igual volumen, cada uno lleno con una sustancia diferente. Se sabe que hay un frasco con tolueno (C_7H_8 - pto. fusión: $-95^{\circ}C$ - pto. ebullición: $110^{\circ}C$), uno con argón (Ar - pto. fusión: $-189^{\circ}C$ - pto. ebullición: $-186^{\circ}C$) y otro con nitrógeno (N_2 - pto. fusión: $-210^{\circ}C$ - pto. ebullición: $-196^{\circ}C$),

pero no se sabe a cuál frasco corresponde cada sustancia. Para ello, se realizaron distintos experimentos, cuyas observaciones se detallan a continuación:

- Cuando los frascos se encuentran en CNPT, la masa del frasco B resultó mucho mayor que las de los frascos A y C.
- Al enfriar los frascos a -200°C , se observó que la sustancia en los frascos B y A se encontraba en estado sólido, mientras que en el frasco C se encontraba en estado líquido.

En base a esta información, asigna la sustancia que hay en cada frasco. (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo completar el cuadro a continuación)

Frasco A	Argón
Frasco B	Tolueno
Frasco C	Nitrógeno

Ejercicio 3 (5 Puntos) (Puntaje sugerido 5 puntos, 1 por cada respuesta correcta)

Indica si las siguientes afirmaciones referidas a las sustancias del ejercicio anterior son verdaderas (V) o falsas (F) (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo indicar tus respuestas en los casilleros correspondientes):

- (i) La única sustancia simple de las tres es el N_2 .
- (ii) El Ar es un metal.
- (iii) El tolueno presenta 15 moléculas totales.
- (iv) La atomicidad del elemento nitrógeno en la sustancia nitrógeno es 2.
- (v) El punto de ebullición del nitrógeno es de 77 K

F
F
F
V
V

Ejercicio 4 (6 Puntos)

a) Teniendo en cuenta las siguientes sustancias: (Puntaje sugerido 4 puntos, 1 por cada respuesta correcta y completa)

i. O_3 ii. aire iii. dióxido de carbono iv. NaCl v. agua vi. jugo de frutas

- Enumera las sustancias simples: O_3
- Enumera las sustancias compuestas: dióxido de carbono, NaCl, agua
- Enumera las sustancias puras: O_3 , dióxido de carbono, NaCl, agua
- Enumera las mezclas: aire, jugo de frutas

b) Ordena por radio atómico creciente: (Puntaje sugerido 2 puntos)

Fr Cs Cs^+ Ba^{2+}

(No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo escribir las respuestas en esta hoja)



Ejercicio 5 (8 Puntos)

El boro es un elemento químico con dos isótopos mayoritarios estables: ^{10}B (19,9% de abundancia) y ^{11}B (80,1% de abundancia).

a) Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F) (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo indicar tus respuestas en los casilleros correspondientes): **Puntaje sugerido 5 puntos, 1 por cada respuesta correcta**

- (i) Ambos isótopos presentan igual número de neutrones y distinto número de electrones.
- (ii) Ambos isótopos presentan igual número de protones y distinto número de electrones.
- (iii) Ambos isótopos presentan igual número de protones y distinto número de neutrones.
- (iv) Ambos isótopos presentan igual número de neutrones y distinto número de protones.
- (v) Ambos isótopos presentan igual número de protones e igual número de electrones.

F
F
V
F
V

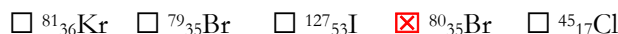
b) Sabiendo que la masa atómica del ^{10}B es 10,013 uma y que la del ^{11}B es de 11,009 uma, calcula la masa atómica promedio del elemento B (en uma). (Debes presentar la resolución completa de este ejercicio en hoja aparte) **Puntaje sugerido 3 puntos**

Calculamos el promedio ponderado de las masas atómicas de los isótopos más estables.

$$\text{m.a.p.} = (10,013 \text{ u} \cdot 19,9\% + 11,009 \text{ u} \cdot 80,1\%) / 100 \% = 10,88 \text{ u}$$

Ejercicio 6 (4 Puntos)

a) El anión X^- pertenece al grupo de los halógenos, es isoelectrónico con el catión Sr^{2+} y posee 45 neutrones. Identifica a X: **Puntaje sugerido 2 puntos**



b) El nucleido Z es un metal de transición cuya CEE es $5s^2$ y cuyo número másico es 112. Identifica a Z: **Puntaje sugerido 2 puntos**



(No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja)

Ejercicio 7 (10 Puntos)

Se tiene un sistema formado por 40 mL de agua (densidad = $1,00 \text{ g cm}^{-3}$) y 35 mL de alcohol etílico (densidad $0,789 \text{ g cm}^{-3}$), al que se le agrega cierta masa de azúcar, que no se disuelve por completo. La masa total del sistema es de 217,6 g.

a) Marca las respuestas correctas – una por pregunta. (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo indicar tus respuestas en los casilleros correspondientes). **Puntaje sugerido 2 puntos, 1 por cada respuesta correcta.**

- i) El sistema es: ☐ homogéneo ☒ heterogéneo
- ii) El sistema tiene: ☐ 1 fase, 3 componentes ☒ 2 fases, 3 componentes ☐ 3 fases, 2 componentes

b) Sabiendo que en estas condiciones se pueden disolver 184,2 g de azúcar por cada 100 g de la mezcla de solventes, calcula la masa de azúcar que quedó sin disolver. (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja). **Puntaje sugerido 4 puntos**

☒ 25,5 g ☐ 150 g ☐ 142,6 g ☐ 12,5 g

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 40 \text{ g} \quad m_{\text{etanol}} = 27,6 \text{ g}$$

$$m_{\text{azúcar total}} = 217,6 \text{ g} - 40 \text{ g} - 27,6 \text{ g} = 150 \text{ g}$$

$$m_{\text{disuelta por mezcla}} = 124,5 \text{ g} \quad m_{\text{sin disolver}} = 25,5 \text{ g}$$

c) Calcula el % m/m del etanol en la fase líquida (Debes presentar la resolución completa de este ejercicio en hoja aparte). **Puntaje sugerido 4 puntos**

Si no pudiste resolver el ítem anterior, considera que quedaron 40 g de azúcar sin disolver.

En primer lugar, calculamos la masa de la fase líquida, restando la masa de azúcar sin disolver a la masa total:

$$m_{\text{fase líquida}} = 217,6 \text{ g} - 25,5 \text{ g} = 192,1 \text{ g}$$

En esta masa de sistema hay 35 ml de etanol, que corresponden a $m_{\text{EtOH}} = \text{densidad}_{\text{EtOH}} \times V_{\text{EtOH}} = 35 \text{ mL} \times 0,789 \text{ g.mL}^{-1} = 27,62 \text{ g etanol}$. Por lo tanto,

$$\%m/m \text{ del etanol} = 14,4 \%$$

Considerando 40 g sin disolver:

$$m_{\text{fase líquida}} = 217,6 \text{ g} - 40 \text{ g} = 177,6 \text{ g}$$

$$\%m/m \text{ del etanol} = 15,5 \%$$

Ejercicio 8 (10 Puntos)

El CuSO_4 es un compuesto químico de color azul comúnmente utilizado como fertilizante.

a) Nombra el compuesto. **Puntaje sugerido 1 punto**

Nombre del compuesto: **Sulfato de cobre (II), Sulfato cúprico**

b) ¿De qué tipo de compuesto se trata? (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja): **Puntaje sugerido 1 punto**

☐ Sal Binaria ☐ Oxoácido ☒ Oxosal

c) Calcula el % m/m del oxígeno en el compuesto. (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja) **Puntaje sugerido 4 puntos**

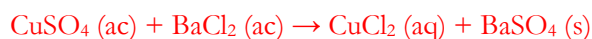
☐ 10,02% ☒ 40,09 % ☐ 64,01% ☐ 43,23%

1 mol $\text{CuSO}_4 = 159,5 \text{ g}$ CuSO_4 contienen 4 mol at O = 64 g O

% m/m del O en $\text{CuSO}_4 = 40,09 \%$

d) Cuando este compuesto se disuelve en agua, la solución toma un color azul debido al Cu(II) disuelto. Si se le agregan gotas de solución de BaCl_2 , se observa la formación de un sólido blanco del cual se sabe que contiene iones Ba(II) y sulfato, mientras que el sobrenadante (la solución) permanece azulado. Escribe una reacción química que represente este proceso y decide, a continuación, qué tipo de reacción es. **Puntaje sugerido 3 puntos**

Reacción química:



e) Es una reacción de (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja): **Puntaje sugerido 1 punto**

☐ Neutralización ☒ Intercambio ☐ Combustión

Ejercicio 9 (6 Puntos)

El alcohol isopropílico es un agente frecuentemente utilizado en desinfectantes. Su fórmula molecular es $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$. En presencia de oxígeno, puede combustionar completamente, liberando una gran cantidad de energía en forma de calor. Marca la respuesta correcta en cada caso (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja):

a) La combustión del isopropanol es un proceso: ☐ endotérmico ☒ exotérmico **Puntaje sugerido 1 punto**

b) Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F): **Puntaje sugerido 1 punto (0,25 por respuesta correcta)**

(i) En una reacción de combustión los únicos productos posibles son H_2O y CO_2 .

F

(ii) La reacción presenta dos reactivos y dos productos.

V

(iii) La reacción presenta un reactivo y dos productos.

F

(iv) El H_2 es uno de los reactivos involucrados en la combustión.

F

c) La combustión completa de 1,00 g de isopropanol ($60,1 \text{ g mol}^{-1}$) produce (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja): **Puntaje sugerido 4 puntos**

☐ 0,3 g H_2O y 0,7 g CO_2 ☒ 1,2 g de H_2O y 2,2 g de CO_2 ☐ 2,4 g H_2O y 4,4 g CO_2

Ejercicio 10 (13 Puntos)

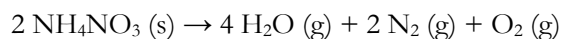
El nitrato de amonio (NH_4NO_3) es otra sal también utilizada frecuentemente como fertilizante. Sin embargo, a altas temperaturas, puede resultar explosivo. A temperaturas entre $150^\circ C$ y $300^\circ C$, el sólido se descompone completamente en agua, y monóxido de dinitrógeno, sin observarse fases condensadas al finalizar la reacción.

a) Escribe una reacción química balanceada que represente este proceso. Considera los estados de agregación de las sustancias involucradas. **Puntaje sugerido 2 puntos**

Reacción química:



A temperaturas mayores a $300^\circ C$, el sólido se descompone completamente según la siguiente reacción:



b) Cuando 0,0365 mol de sal se descomponen completamente por esta vía, los gases resultantes se recolectan a $300^\circ C$ en un recipiente rígido de $2,00 \text{ dm}^3$ de capacidad.

i) Calcula el número de átomos de N presentes en 0,0365 mol de sal. **Puntaje sugerido 3 puntos**

☐ $7,32 \cdot 10^{-2}$ ☐ $2,20 \cdot 10^{22}$ ☐ $3,66 \cdot 10^{-2}$ ☐ $1,20 \cdot 10^{24}$ ☒ $4,39 \cdot 10^{22}$

(No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja)

$3,65 \cdot 10^{-2} \text{ mol } NH_4NO_3$ que contienen $7,30 \cdot 10^{-2} \text{ mol átomos N} = 4,39 \cdot 10^{22} \text{ átomos N}$

ii) Calcula la presión ejercida por la mezcla de gases una vez finalizada la reacción. **Puntaje sugerido 3 puntos**

☐ 6 Torr ☐ 3 Torr ☒ 2281 Torr ☐ 4562 Torr ☐ 1955 Torr

(No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja)

$3,65 \cdot 10^{-2} \text{ mol } NH_4NO_3$ producen $3,65 \cdot 10^{-2} \text{ mol } N_2 (g)$, $1,82 \cdot 10^{-2} \text{ mol } O_2 (g)$ y $7,30 \cdot 10^{-2} \text{ mol } H_2O$. En total = 0,128 mol gases, $p_T = 3,04 \text{ bar}$

$$p_T V = n_T R T \quad n_T = 0,128 \text{ mol} \quad T = 300^\circ C = 573 \text{ K} \quad V = 2,00 \text{ dm}^3$$

$$p_T = 3,04 \text{ bar}$$

Esto equivale a 2281 Torr.

c) Cierta tiempo luego de transcurrida la reacción, el recipiente se enfría a 50°C. Estima la presión total (en bar) ejercida por las sustancias que permanecen gaseosas en el recipiente en estas condiciones. (Debes presentar la resolución completa de este ejercicio en hoja aparte). **Puntaje sugerido 5 puntos**

Datos: $T_{eb}(\text{H}_2\text{O}) = 373\text{K}$; $T_{eb}(\text{N}_2) = 77\text{K}$; $T_{eb}(\text{O}_2) = 90\text{K}$

En este caso, tenemos $3,65 \times 10^{-2} \text{ mol N}_2(\text{g})$, $1,82 \times 10^{-2} \text{ mol O}_2(\text{g})$, pero no hay $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ya que debido al enfriamiento, la misma se encuentra en estado líquido. En total = $5,47 \times 10^{-2} \text{ mol gases}$

$$p_T V = n_T R T \quad n_T = 5,47 \times 10^{-2} \text{ mol} \quad T = 50^\circ\text{C} = 323 \text{ K} \quad V = 2,00 \text{ dm}^3$$

$$p_T = 0,734 \text{ bar}$$

Restar 3 puntos si se considera el agua como gaseosa.

Ejercicio 11 (7 Puntos)

La masa de una molécula de una sustancia de fórmula X_4 es $2,06 \times 10^{-22} \text{ g}$. Calcula:

a) La masa de un mol de átomos de X. (Debes presentar la resolución completa de este ejercicio en hoja aparte) **Puntaje sugerido 3 puntos**

Como una molécula contiene 4 átomos de X y pesa $2,06 \cdot 10^{-22} \text{ g}$, podemos calcular cuánto pesan $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos (1 mol) de X

$$4 \text{ átomos X} \text{ ---- } 2,06 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

$$6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos X} \text{ --- } 31,00 \text{ g}$$

Rta: 31,00 g

b) La masa molar de la sustancia. (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja) **Puntaje sugerido 2 puntos**

☐ $2,06 \cdot 10^{-22} \text{ g}$ ☒ $124,0 \text{ g}$ ☐ $124,0 \text{ u}$ ☐ $31,00 \text{ g}$ ☐ $31,00 \text{ u}$

$$\text{Si } 1 \text{ molécula de } \text{X}_4 \text{ pesa } 2,06 \cdot 10^{-22} \text{ g} \rightarrow 6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de } \text{X}_4 (1 \text{ mol}) = 124,0 \text{ g}$$

c) La masa atómica de X. (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja) **Puntaje sugerido 2 puntos**

☐ $5,15 \cdot 10^{-23} \text{ u}$ ☐ $8,24 \cdot 10^{-22} \text{ g}$ ☐ $124,0 \text{ u}$ ☐ $31,00 \text{ g}$ ☒ $31,00 \text{ u}$

Como la masa de 1 mol de átomos de X es de 31,0 g, entonces la masa atómica de X es 31,0 u ($5,15 \cdot 10^{-23} \text{ g}$).

Ejercicio 12 (4 Puntos)

Calcula la masa de KIO_3 que contiene el doble de átomos de oxígeno que 35 mL de CH_3OH (cuya densidad es 0,792 g/mL). (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja) **Puntaje sugerido 4 puntos**

☐ 366,0 g ☐ 142,7 g ☐ 61,0 g ☐ 196,8 g ☒ 123,4 g ☐ 151,2 g

$35 \text{ mL CH}_3\text{OH} = 27,72 \text{ g CH}_3\text{OH}$, $M_{\text{CH}_3\text{OH}} = 32 \text{ g/mol} \rightarrow n_{\text{O}} = 0,866 \text{ mol}$

$2 \cdot n_{\text{O}} = 1,73 \text{ mol átomos O}$

Si 1 mol $\text{KIO}_3 = 214,0 \text{ g/mol}$ contienen 3 mol átomos O, se necesitan 123,4 g KIO_3 .

Ejercicio 13 (6 Puntos)

Existe una variedad de principios activos que se pueden usar como solutos para crear mezclas que actúen como repelentes de mosquitos. Cada uno de ellos se debe usar en una composición fija, y posee una duración de protección distinta:

Principio activo	g principio activo cada 100 g de mezcla repelente	Duración de la protección por cada aplicación
DEET	30%	10 h
IR3535	20%	6 h
Icaridina	20%	8 h

a) Calcula la **masa de mezcla repelente** que será necesaria para garantizar una protección durante 120 h. Tener en cuenta que para ello harán falta varias aplicaciones y suponer que en cada aplicación se utiliza 1 g de mezcla repelente. (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo completar tu respuesta en el cuadro a continuación) **Puntaje sugerido 3 puntos**

Principio activo	Masa de mezcla repelente
DEET	12 g
IR3535	20 g
Icaridina	15 g

Sabiendo la duración del efecto de cada repelente por cada aplicación de 1g, podemos calcular cuántos gramos de repelente se requieren en cada caso para cubrir 120 h según:

$(\# \text{ aplicaciones}) = 120 \text{ h} / (\text{duración de protección})$

$\text{masa de mezcla} = 1 \text{ g} \times (\# \text{ aplicaciones})$

b) Ordena a las tres sustancias según la **masa creciente de cada principio activo** que será necesaria para garantizar una protección durante 120 h. Tener en cuenta que para ello harán falta varias aplicaciones y suponer que en cada aplicación se utiliza 1 g de mezcla repelente. (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo completar tu respuesta en esta hoja) **Puntaje sugerido 3 puntos**

Si no pudiste resolver el ítem a, considera que las masas requeridas de mezcla repelente son: para DEET 40 g; para IR3535 70 g; y para icaridina 35 g.

Teniendo en cuenta el % m/m de cada componente activo en cada una de las mezclas repelentes, podemos calcular los gramos de cada principio activo necesarios en cada caso:

DEET: 3,6 g según rta a) ó 12 g según dato suplementado

IR3535: 4 g según rta a) ó 14 g según dato suplementado

Icaridina: 3 g según rta a) ó 7 g según dato suplementado

Ordenando por masa creciente:

Icaridina < DEET < IR3535

Ejercicio 14 (4,5 Puntos)

La molécula de bupiridina tiene 76,90% de C, 5,16% de H y 17,94% de N. Indica su fórmula mínima. (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja) **Puntaje sugerido 4,5 puntos**

☐ C₅H₄N ☒ C₄H₅N ☐ C₁₀H₈N₂ ☐ C₆H₅N

Por cada 100 g de bupiridina hay 76,90 g C (6,4 mol átomos C); 5,16 g H (5,16 mol átomos H) y 17,94 g N (1,28 mol átomos de N).

Entonces, por cada mol de átomos de N en la bupiridina hay 5 mol de átomos de C y 4 mol de átomos de H. Por lo tanto, la fórmula mínima es C₅H₄N.

Ejercicio 15 (4 Puntos)

Se tienen dos globos de igual volumen a la misma presión y temperatura. Uno de ellos está lleno de N₂ y el otro de He. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F) (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar los casilleros en esta hoja): **Puntaje sugerido 4 puntos, 1 por cada respuesta correcta**

(i) Ambos globos contienen igual cantidad de sustancia.

(ii) Ambos globos contienen la misma masa total.

(iii) El globo con N₂ es más pesado que el globo con He.

(iv) El globo con He contiene mayor cantidad de sustancia que el globo con N₂.

V
F
V
F

Ejercicio 16 (4 Puntos)

Un recipiente con tapa móvil de 3,5 L contiene gas neón a una dada presión y 10°C. Si se desea duplicar el volumen manteniendo la presión constante sin que se escape gas, la variación de temperatura ($T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$) que deberá experimentar el gas será (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo marcar la opción correcta en esta hoja): **Puntaje sugerido 4 puntos**

☐ 293°C ☒ 283°C ☐ 10°C ☐ 20°C