

INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente el examen, responda 4 preguntas de la siguiente forma:

- Responda a la pregunta 1 (Obligatoria).
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 2A y 2B.
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 3A y 3B.
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 4A y 4B.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 55 minutos. Cada pregunta tiene una calificación máxima de 2,5 puntos.

1) Responda a las siguientes cuestiones sobre los fundamentos de la estructura de la materia:

- a) (0,5 puntos) **Pregunta tipo test.** ¿Qué partículas elementales descubrió J.J. Thomson utilizando tubos de descarga, lo que le llevó a proponer su modelo atómico del "puddín de pasas"?
- I. Protones.
 - II. Neutrones.
 - III. Electrones.
 - IV. Partículas alfa.
- b) (1 punto) Calcula la masa atómica del neón sabiendo que en la naturaleza existen tres isótopos: el de masa atómica 20 u, que es mayoritario con un 90,48 % de abundancia; el de masa atómica 21 u, que apenas supone el 0,27 % del total, y el de masa atómica 22 u, al que le corresponde el resto de la abundancia.
- c) (1 punto) Expresa las siguientes cantidades numéricas obligatoriamente con **tres** cifras significativas y empleando la notación científica estándar: 0,0087643 y 5367890.

2A) La interacción de la radiación con la materia nos permite estudiar la estructura atómica.

- a) (1,25 puntos) Si en el laboratorio se trabaja con luz láser de color verde cuya longitud de onda es de 500 nm, ¿cuál es la frecuencia (ν) y la energía (E) de cada fotón emitido?
- b) (1,25 puntos) Indica el número exacto de protones, neutrones y electrones que poseen en su estructura las siguientes especies químicas: un átomo neutro de Magnesio ($Z = 12$, $A = 24$) y un anión sulfuro S^{2-} ($Z = 16$, $A = 32$).

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

2B) La estructura de la corteza electrónica determina las propiedades de los átomos y su estabilidad.

- a) (1,25 puntos) Disponemos de los átomos neutros de Sodio (Na), Cloro (Cl) y Rubidio (Rb). Ordénalos de menor a mayor radio atómico, justificando detalladamente tu respuesta en función de su posición cruzada (grupo y periodo) en la tabla periódica.
- b) (1,25 puntos) Escribe la configuración electrónica del estado fundamental del ion nitrato N^{3-} ($Z = 7$) y del catión magnesio Mg^{2+} ($Z = 12$). ¿Se puede afirmar que ambos iones son isoelectrónicos? Justifica tu respuesta.

3A) Las propiedades químicas de los elementos derivan de su estructura electrónica externa.

- a) (1,25 puntos) Dadas las siguientes configuraciones electrónicas de la última capa: a) $3s^2$ y b) $3s^2 3p^5$, identifica a qué grupo y periodo de la tabla periódica pertenece cada uno, y escribe su símbolo químico.
- b) (1,25 puntos) Si el elemento con la configuración "a" reacciona con el elemento de la configuración "b", ¿qué tipo de enlace químico primario mantendrá unidos a estos elementos? Indica el nombre y la fórmula del compuesto resultante justificando el balance de electrones.

3B) La naturaleza de los enlaces determina las propiedades macroscópicas de las sustancias.

- a) (1,25 puntos) Dadas las siguientes sustancias sólidas a temperatura ambiente: hilo de cobre (Cu) y cristales de yodo (I_2). Explica qué tipo de enlace presenta cada una y justifica cuál de ellas es capaz de conducir la corriente eléctrica en estado sólido.
- b) (1,25 puntos) Explica qué tipo de enlace químico primario debe romperse o qué fuerzas de atracción intermoleculares deben vencerse para llevar a cabo los siguientes procesos físicos: fundir una sal como el bromuro de calcio ($CaBr_2$) y hervir agua líquida (H_2O).

4A) Resuelva las siguientes cuestiones básicas sobre el tratamiento de datos y conversión de unidades:

- a) (1,25 puntos) Utilizando factores de conversión, transforma al Sistema Internacional (SI) una velocidad de 136 km/h y convierte un volumen de 250 mL a m^3 .
- b) (1,25 puntos) En un experimento mides el tiempo de caída de un objeto y tu cronómetro marca 46 s. Si el tiempo real medido con sensores de alta precisión es de 45 s, calcula el error absoluto (ϵ_a) y el error relativo (ϵ_r) de tu medida expresado en porcentaje.

4B) El método científico y la representación gráfica son pilares de la experimentación en Química y Física.

- a) (1,25 puntos) Imagina que cortamos una patata. Un trozo lo dejamos al aire sobre la mesa y otro lo metemos en la nevera. Basándote en la etapa de "formulación de hipótesis" del método científico, formula dos hipótesis diferentes que expliquen qué factores físicos o químicos pueden estar influyendo en la velocidad a la que se oxida la patata.
- b) (1,25 puntos) En la ley de los gases de Boyle-Mariotte, sabemos que a temperatura constante el producto de la Presión por el Volumen se mantiene constante ($P \cdot V = \text{constante}$). Si representamos gráficamente la Presión en el eje de ordenadas frente al Volumen en el eje de abscisas, ¿qué tipo de curva geométrica saldrá?

SOLUCIONARIO Y CRITERIOS DE CORRECCIÓN (SIMULACRO B)

A continuación, se detallan los pasos de resolución esperados y la rúbrica de calificación para garantizar una corrección objetiva y alineada con los estándares de nivel medio de 1º de Bachillerato.

Pregunta 1 (Obligatoria)

- **a) Respuesta correcta: iii. Electrones.** A finales del siglo XIX, Joseph J. Thomson evidenció mediante tubos de descarga la existencia de estas partículas de carga negativa, proponiendo su modelo donde los electrones se hallaban incrustados en una masa esférica positiva.
- **b) Cálculo de la masa atómica isotópica (media ponderada).** Primero calculamos la abundancia del isótopo 22 u: $100\% - 90,48\% - 0,27\% = 9,25\%$.
Aplicamos la fórmula:

$$A_{Ne} = \frac{20 \text{ u} \cdot 90,48 + 21 \text{ u} \cdot 0,27 + 22 \text{ u} \cdot 9,25}{100}$$

$$A_{Ne} = \frac{1809,6 + 5,67 + 203,5}{100} = \frac{2018,77}{100} = \mathbf{20,19 \text{ u}}$$

- **c) Redondeo a tres cifras significativas y paso a notación científica:**
 - $0,0087643 \rightarrow 8,76 \cdot 10^{-3}$ (El 4 no redondea hacia arriba al 6).
 - $5367890 \rightarrow 5,37 \cdot 10^6$ (El 7 redondea hacia arriba al 6, transformándolo en 7).

Rúbrica de calificación (2,5 puntos en total):

- **1a (0,5 pts):** 0,5 pts por marcar "Electrones".
- **1b (1 pt):** 0,25 pts por hallar el porcentaje restante. 0,5 pts por plantear el sumatorio. 0,25 pts por el resultado numérico correcto y su unidad (u).
- **1c (1 pt):** 0,5 pts por cada número correcto en notación científica y con el redondeo bien aplicado.

Pregunta 2A

- **a) Primero, calculamos la frecuencia (ν) a partir de la longitud de onda ($\lambda = 500 \text{ nm} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m}$):**

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{500 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 6,00 \cdot 10^{14} \text{ Hz (o s}^{-1}\text{)}$$

A continuación, calculamos la energía de cada fotón con la ecuación de Planck ($E = h \cdot \nu$):

$$E = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 6,00 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 3,98 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

- **b) Conteo de partículas elementales:**
 - **Magnesio (Mg neutro, $Z = 12, A = 24$):** Al ser $Z = 12$, tiene **12 protones**. Al ser neutro, tiene **12 electrones**. Sus neutrones se calculan como $A - Z = 24 - 12 = \mathbf{12 \text{ neutrones}}$.
 - **Anión sulfuro (S^{2-} , $Z = 16, A = 32$):** Al ser $Z = 16$, tiene **16 protones**. Al tener carga -2, ha ganado dos electrones, por lo que tiene $16 + 2 = \mathbf{18 \text{ electrones}}$. Sus neutrones son $A - Z = 32 - 16 = \mathbf{16 \text{ neutrones}}$.

Rúbrica de calificación (2,5 puntos en total):

- **2Aa (1,25 pts):** 0,5 pts por calcular la frecuencia. 0,75 pts por calcular la energía. Penalización si no se pasan los nanómetros a metros.
- **2Ab (1,25 pts):** 0,5 pts por el Magnesio. 0,75 pts por el anión Sulfuro (evaluando correctamente la suma de electrones).

Pregunta 2B

- a) El Cloro (Cl) y el Sodio (Na) pertenecen al mismo periodo (Periodo 3), pero el Cloro está más a la derecha (Grupo 17) que el Sodio (Grupo 1). Dentro de un periodo, el radio disminuye hacia la derecha debido al aumento de la carga nuclear efectiva, por lo que el radio del Cl es menor que el del Na . El Rubidio (Rb , Grupo 1) está por debajo del Sodio (Periodo 5 frente a Periodo 3). En un grupo, el radio aumenta hacia abajo al incrementar el número de capas electrónicas, por lo que el Rb es mayor que el Na .
Orden creciente: $Cl < Na < Rb$.

- b) Las configuraciones de ambos iones buscan la estabilidad de gas noble:
 - N^{3-} : El Nitrógeno neutro ($Z = 7$) tiene 7 electrones. Al ganar 3, pasa a tener 10 electrones. Su configuración es: $1s^2 2s^2 2p^6$.
 - Mg^{2+} : El Magnesio neutro ($Z = 12$) tiene 12 electrones. Al perder 2, pasa a tener 10 electrones. Su configuración es: $1s^2 2s^2 2p^6$.

Sí, se puede afirmar que **son isoelectrónicos**, ya que ambas especies han adquirido exactamente el mismo número total de electrones (10 electrones) y, en consecuencia, presentan la misma configuración electrónica (la del gas noble Neón).

Rúbrica de calificación (2,5 puntos en total):

- $2Ba$ (1,25 pts): 0,5 pts por justificar la variación en el periodo. 0,5 pts por justificar la variación en el grupo. 0,25 pts por el orden final correcto.
- $2Bb$ (1,25 pts): 0,5 pts por la configuración del Nitrógeno. 0,5 pts por la configuración del Magnesio. 0,25 pts por concluir y justificar que son isoelectrónicos.

Pregunta 3A

- a) Identificación a partir de la capa de valencia:
 - Configuración $3s^2$** : Pertenece al Periodo 3 (por el nivel $n = 3$) y al Grupo 2 (por tener 2 electrones, familia de los alcalinotérreos). Es el **Magnesio** (Mg).
 - Configuración $3s^2 3p^5$** : Pertenece al Periodo 3 (nivel $n = 3$) y al Grupo 17 (por tener 7 electrones de valencia, familia de los halógenos). Es el **Cloro** (Cl).
- b) La unión entre un metal alcalinotérreo (Magnesio, electropositividad alta) y un no metal halógeno (Cloro, electronegatividad alta) da lugar a un **enlace iónico**.
El Magnesio tiende a ceder sus 2 electrones de valencia formándose Mg^{2+} , mientras que cada átomo de Cloro solo necesita ganar 1 electrón para completar su octeto formando Cl^- . Por tanto, se necesitan dos átomos de Cloro por cada átomo de Magnesio.
La fórmula es $MgCl_2$ y su nombre es **Cloruro de magnesio**.

Rúbrica de calificación (2,5 puntos en total):

- $3Aa$ (1,25 pts): 0,625 pts por elemento (0,25 grupo, 0,25 periodo, 0,125 símbolo).
- $3Ab$ (1,25 pts): 0,25 pts por nombrar el enlace iónico. 0,5 pts por justificar el balance de cargas. 0,5 pts por la fórmula y el nombre correctos.

Pregunta 3B

- a) **Cobre** (Cu): Presenta un **enlace metálico** (red de cationes inmersos en un mar de electrones deslocalizados). **Yodo** (I_2): Presenta un **enlace covalente** apolar en la molécula y fuerzas intermoleculares débiles entre ellas conformando un sólido molecular blando.

La sustancia que **conduce la corriente eléctrica en estado sólido es el cobre (Cu)**, debido a la gran movilidad de los electrones libres deslocalizados en su red metálica. El yodo sólido es un aislante.

■ **b) Análisis termodinámico del cambio de estado:**

- **Fundir bromuro de calcio (CaBr_2):** Al ser un sólido cristalino iónico, el cambio de fase requiere suministrar energía masiva para romper las fuertes atracciones electrostáticas de la red, es decir, **debe romperse el enlace iónico** (separar los iones Ca^{2+} y Br^-).
- **Hervir agua (H_2O):** El agua es una sustancia molecular. Para evaporarla no se rompen los enlaces covalentes O-H dentro de la molécula, sino que **deben romperse las fuerzas de atracción intermoleculares**, que en este caso son específicamente los intensos **puentes de hidrógeno**.

Rúbrica de calificación (2,5 puntos en total):

- **3Ba (1,25 pts):** 0,25 pts por el enlace metálico en Cu. 0,25 pts por enlace covalente molecular en I₂. 0,75 pts por justificar la conductividad del cobre debido a electrones libres.
- **3Bb (1,25 pts):** 0,5 pts por indicar la ruptura del enlace iónico en la sal. 0,75 pts por indicar la ruptura de fuerzas intermoleculares (puentes de H) en el agua.

Pregunta 4A

■ **a) Factores de conversión:**

Transformación de velocidad:

$$136 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = \mathbf{37,8 \text{ m/s}}$$

Transformación de volumen al SI (m^3):

$$250 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

■ **b) Cálculo de errores de laboratorio:**

El error absoluto (ϵ_a) es la diferencia en valor absoluto entre la medida experimental y el valor real:

$$\epsilon_a = |\text{Valor experimental} - \text{Valor real}| = |46 \text{ s} - 45 \text{ s}| = \mathbf{1 \text{ s}}$$

El error relativo (ϵ_r) evalúa la calidad de la medida dividiendo el error absoluto entre el valor real:

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon_a}{\text{Valor real}} = \frac{1}{45} = 0,0222$$

Expresado en porcentaje: $\epsilon_r = \mathbf{2,22 \%}$.

Rúbrica de calificación (2,5 puntos en total):

- **4Aa (1,25 pts):** 0,75 pts por la conversión de km/h a m/s empleando fracciones correctas. 0,5 pts por el cambio de mL a m³.
- **4Ab (1,25 pts):** 0,5 pts por el cálculo y las unidades del error absoluto. 0,75 pts por el cálculo correcto del porcentaje de error relativo.

Pregunta 4B

- a) La formulación de hipótesis requiere proponer explicaciones coherentes previas al experimento. Dos hipótesis válidas podrían ser:
 1. **Hipótesis de Temperatura:** Al disminuir la temperatura (metiendo la patata en la nevera) disminuye la velocidad de la reacción química de oxidación de la patata frente al trozo que queda a temperatura ambiente.
 2. **Hipótesis de Oxígeno:** La exposición continua del trozo sobre la mesa al aire (que contiene oxígeno) es el factor clave que favorece un pardeamiento más rápido frente a un ambiente aislado.
- b) Según el análisis de resultados empíricos mediante representaciones gráficas, las variables físicas que responden a una proporción inversa (donde si una variable aumenta, la otra disminuye para que su producto se mantenga constante, $P \cdot V = \text{constante}$) generan un dibujo curvo. Por tanto, la gráfica originará matemáticamente una **hipérbola** isoterma.

Rúbrica de calificación (2,5 puntos en total):

- 4Ba (1,25 pts): 0,625 pts por cada hipótesis formulada correctamente relacionando la velocidad de oxidación con una variable (temperatura, exposición al aire, etc.).
- 4Bb (1,25 pts): 1,25 pts por contestar que el gráfico de una relación inversamente proporcional es una "hipérbola".