

INSTRUCCIONES GENERALES

- La duración del examen es de 90 minutos.
- Se permite exclusivamente el uso de calculadoras no programables o sin capacidades gráficas. Queda totalmente prohibido el uso de teléfonos móviles, smartphones o relojes inteligentes o cualquier dispositivo electrónico con conexión a internet.
- Mientras tenga el examen en su poder **SÓLO** puede comunicarse con los miembros del Tribunal de examen.
- Cualquier otro tipo de comunicación o uso de dispositivos o materiales no autorizados supondrá la expulsión del aula de examen y la retirada del examen por parte del Tribunal, lo cual será reflejado en el Acta como **COPIA ILEGAL**.
- El examen debe realizarse únicamente con **bolígrafo azul o negro**.
- No puede utilizar ningún tipo de corrector (Tipp-Ex).
- No puede utilizar ninguna hoja que no haya sido entregada por algún miembro del Tribunal de examen.
- Las hojas de respuesta deben ir numeradas en las casillas que aparecen en la parte inferior.

La prueba consta de tres partes

PRIMERA PARTE: Quince preguntas tipo test de las cuales puede responder a diez y solo a diez. **En caso de responder más de 10 preguntas, solo se contarán las 10 primeras respondidas.**

Valor total de esta parte **4 puntos**. Cada pregunta de tipo test ofrece tres opciones para la respuesta de las que sólo una es correcta. Se puntúa de la forma siguiente:

- La respuesta correcta suma **0,4 puntos**.
- La respuesta incorrecta resta **0,1 puntos**.
- La respuesta en blanco o marcada incorrectamente se valora con 0 puntos.

Para contestar a esta parte debe utilizarse la hoja de respuestas Tipo Test. Es **MUY IMPORTANTE** leer las instrucciones sobre cómo deben marcarse las respuestas.

SEGUNDA PARTE: Dos problemas de desarrollo de los cuales puede responder a uno y solo a uno solo de ellos. Si se contesta a más de una pregunta solo se corregirá la primera contestada. Valor total de esta parte **3 puntos**.

TERCERA PARTE: Dos problemas de desarrollo de los cuales puede responder a uno y solo a uno solo de ellos. Si se contesta a más de una pregunta solo se corregirá la primera contestada. Valor total de esta parte **3 puntos**.

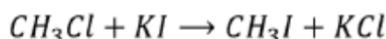
Las preguntas o apartados en los que se pide que razone o justifique la respuesta se puntuarán con un 20% de su valor en el caso de no realizarse dicho razonamiento o justificación. **En caso de responder más de un problema en cada parte solo se contará el primero respondido.**

Las dos partes de problemas se contestarán en hojas aparte y las tres partes se entregarán conjuntamente.



PRIMERA PARTE

1. Indique el tipo de reacción que se muestra a continuación:



- a) Reacción de eliminación.
- b) Reacción de condensación.
- c) Reacción de sustitución.

2. Solo una de las siguientes proposiciones es correcta. Indique cuál:

- a) En el enlace covalente, los electrones del nivel de valencia de todos los átomos se sitúan alrededor de los núcleos de forma deslocalizada.
- b) El enlace iónico se forma por transferencia de uno o más electrones de un átomo a otro, generándose iones que quedarán unidos por fuerzas de atracción electrostática.
- c) El enlace iónico se forma por transferencia de uno o más electrones de un átomo a otro, generándose iones que quedarán unidos por fuerzas de London.

3. Si se pretende determinar la variación de energía entre distintos niveles electrónicos del átomo de hidrógeno, es necesario recurrir a:

- a) La ecuación de Planck.
- b) La ecuación de De Broglie.
- c) La ecuación de Rydberg.

4. ¿Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas corresponde a un elemento del grupo 18?

- a) $1s^2 2s^2 2p^6$
- b) $1s^2 2s^2 2p^2$
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

5. El polipropileno es:

- a) Un polímero natural.
- b) Un polímero sintético de adición.
- c) Un polímero sintético de condensación.

6. ¿Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas corresponde a un átomo en estado excitado?

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^1$
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$

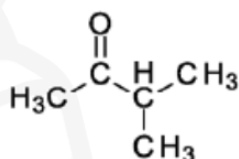
7. Deduzca la combinación correcta de números cuánticos para el último electrón alojado, dada la configuración electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$. Téngase en cuenta el principio de exclusión de Pauli y el de máxima multiplicidad de Hund:

- a) Los cuatro números cuánticos son (3,2,-1,+1/2).
- b) Los cuatro números cuánticos son (4,3,1,+1/2).
- c) Los cuatro números cuánticos son (3,2,2,+1/2).

8. Respecto a los siguientes compuestos orgánicos, ¿cuál corresponde a un ácido carboxílico?

- a) R – OH
- b) R – COOH
- c) R – COO – R'

9. El nombre correcto del siguiente compuesto orgánico es:



- a) ácido propanoico
- b) propan-2-ona
- c) 3-metilbutan-2-ona

10. ¿Cuál de los siguientes hidrocarburos presenta un menor punto de ebullición?

- a) dodecano
- b) etano
- c) Hexano

11. ¿Qué tienen en común el poliestireno y el polipropileno?

- a) Su unidad repetitiva presenta anillos aromáticos.
- b) Son polímeros muy elásticos.
- c) Son polímeros vinílicos.

12. Dada la reacción $2AgF + Fe \rightarrow FeF_2 + 2Ag$, de los siguientes enunciados, señale el que sea correcto:
- a) Los cationes Ag^+ actúan como reductores.
 - b) Los aniones F^- actúan como oxidantes.
 - c) El Fe es el agente reductor.
13. El nombre estequiométrico del siguiente compuesto inorgánico (B_2H_6) es:
- a) Hexahidruro de diboro.
 - b) Trihidruro de boro.
 - c) Hexahidruro de boro(II).
14. ¿Cuál de las siguientes propiedades no es propia de los cauchos o elastómeros?
- a) Gran elasticidad.
 - b) Propiedades termoplásticas.
 - c) Impermeables.
15. Una mezcla de gases ideales está formada por 1 mol de la especie A, 5 moles de la especie B y 2 moles de la especie C. Supongamos que, tras un cambio de presión, la mezcla en el nuevo equilibrio está formada por 2 moles de A, 3 moles de B y 8 moles de C, ¿cuánto se ha reducido la presión parcial de la especie A?

NOTA: La presión total inicial es 4,30 atm, mientras que la presión total en el equilibrio final es 1,70 atm.

- a) 0,751 atm.
- b) 0,276 atm.
- c) 0,958 atm.

SEGUNDA PARTE

1. (3 puntos)

Respecto a los sólidos iónicos CaO, CaCl₂ y NaCl:

a) (0,5 puntos) Atendiendo exclusivamente al valor de las cargas de los correspondientes iones, ¿Cómo evolucionará el punto de fusión a lo largo de la serie? Razone la respuesta.

b) (2,0 puntos) Escriba de forma esquemática el ciclo de Born-Haber para el CaCl₂ y para el NaCl, calculando para cada una de las dos sustancias el valor de la energía de red. Indique los valores de la energía de red con sus dimensiones correspondientes.

c) (0,5 puntos) Discuta los resultados obtenidos en el apartado **b** y razone si son consistentes con lo que ha contestado en el apartado **a**.

DATOS:

	Entalpía de formación ΔH^0	Afinidad electrónica del Cl (g) AE_1	Energía de sublimación del metal ΔH_s	Energía de disociación del Cl ₂ (g) ΔH_d	Primera energía de ionización del metal en estado gas EI_1	Segunda energía de ionización del metal en estado gas EI_2
CaCl₂	-796	-349	178	244	590	1146
NaCl	-411	-349	109	244	494	-

Todos los valores están expresados en unidades de $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. (3 puntos) 100 g de una aleación contiene 85 g de cobre y 15 g de oro. Para recuperar el oro, se disuelve el cobre por tratamiento de la aleación con ácido nítrico, formándose nitrato de cobre (II) y dióxido de nitrógeno. Se pide lo siguiente:

a) (1 punto) Ajustar la reacción según el método del ion-electrón, escribiendo la reacción molecular correspondiente.

b) (0,50 puntos) Calcular el peso de nitrato de cobre (II) que se forma.

c) (0,50 puntos) Calcular el volumen mínimo de disolución de ácido nítrico 5,0 M que se necesita para disolver todo el cobre.

d) (1 punto) Calcular el volumen de dióxido de nitrógeno (medido a 30 °C y 1 atm de presión) que se desprende al disolver todo el cobre.

DATOS: $T(K) = T(^{\circ}C) + 273.15$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 187,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

TERCERA PARTE

1. (3 puntos)

Dada una reacción del tipo $aA + bB \rightarrow \text{productos}$, se obtuvieron los resultados experimentales recogidos en la siguiente tabla, donde se modificaron las concentraciones de los reactivos:

Experimento	[A] ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	[B] ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	Velocidad de reacción ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)
1	0,02	0,01	$4,4 \cdot 10^{-4}$
2	0,02	0,02	$17,6 \cdot 10^{-4}$
3	0,04	0,02	$35,2 \cdot 10^{-4}$
4	0,04	0,04	$140,8 \cdot 10^{-4}$

a) (1,50 puntos) Calcular el orden de reacción respecto a la especie A y respecto a la especie B, así como el orden total.

b) (1 punto) Calcular el valor de la constante de velocidad con sus correspondientes unidades.

c) (0,50 puntos) ¿Cuál será la velocidad de la reacción cuando la concentración de A sea $0,08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ y la de B $0,04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$? Teniendo en cuenta las unidades de la velocidad de reacción, ¿qué se entiende por velocidad de reacción?

2. (3 puntos)

En un recipiente cerrado de $72,6 \text{ cm}^3$ de capacidad, introducimos 3,00 gramos de pentacloruro de fósforo a una temperatura de 760 K. En estas condiciones, el pentacloruro de fósforo se disocia en tricloruro de fósforo y cloro molecular (dicloro). Se trata de un equilibrio homogéneo en estado gaseoso.

a) (0,25 puntos) Escriba la reacción reversible que tiene lugar formulando las especies involucradas.

b) (1,75 puntos) ¿Cuál será la composición de la mezcla en el equilibrio, sabiendo que el valor de K_c correspondiente a esta reacción de disociación tiene un valor de 33,3?

c) (1 punto) Calcular la presión parcial de cada una de las especies que forman la mezcla gaseosa en el equilibrio.

DATOS: $1 \text{ L} = 10^3 \text{ cm}^3$; $M(\text{pentacloruro de fósforo}) = 208,24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

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

TRANSLATION INTO ENGLISH**GENERAL INSTRUCTIONS**

- The duration of the exam is 90 minutes.
- Only the use of non-programmable calculators and without graphing capabilities is permitted. It is completely forbidden to use electronic devices, mobile or smartphones as well as smartwatches or any devices with internet connection
- While you have the exam paper in your possession, you can **ONLY** contact the members of the Examining Board. Any other type of communication or use of unauthorized devices or materials will mean that you will be asked to leave at once the exam room, your exam will be confiscated by the Examining Board and this will be reflected in the Minutes as **ILLEGAL COPY**.
- Black or blue pens may only be used to answer the exam.
- Correction fluids (Tipp-Ex) are not allowed.
- Use exclusively the exam paper provided by members of the Examining Board. The answer sheets should be numbered in the boxes that appear at the bottom.
- The exam is translated into English to facilitate the understanding of the questions, but it **MUST BE ANSWERED IN SPANISH**. In case you might encounter differences in interpretation between the Spanish Exam and the English translation, the original exam in Spanish prevails.

The exam has three parts

PART I: Fifteen multiple choice questions of which you must choose and answer 10 out of 15. **If more than 10 questions are answered, only the first 10 answered will be marked.** Total value of this part **4 points**. Each test question offers three options for the answer of which only one is correct. The score for this part is:

- Each correct answer adds **0,4 points**.
- Each incorrect answer subtracts **0,1 points**.
- Blanks or incorrectly marked answers have 0 points value.

To answer this part, use the Test answer sheet provided. It is **VERY IMPORTANT** to read the instructions on how the answers should be marked.

PART II: Two problem type questions of which you must choose and answer one out of two. If more than one is answered only the first one answered will be marked. This part is worth 3 points.

PART III: Two problem type questions of which you must choose and answer one out of two. If more than one is answered only the first one answered will be marked. This part is worth 3 points.

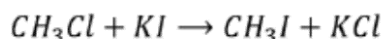
The questions or sections where it is required to reason or justify the answer will be marked with 20% of the total marks when such reasoning or justification is missing. **If more than one problem is answered in each part, only the first one answered will be marked.**

Each problem should be answered in a separate sheet and the three parts should be handed in together.



PART I

1. Indicate the type of reaction shown below:



- a) Elimination reaction.
 - b) Condensation reaction.
 - c) Substitution reaction.
2. Only one of the following propositions is correct. Indicate which one:
- a) In the covalent bond, the electrons of the valence level of all the atoms are located around the nuclei in a delocalized way.
 - b) The ionic bond is formed by the transfer of one or more electrons from one atom to another, generating ions that will be linked by forces of electrostatic attraction.
 - c) The ionic bond is formed by the transfer of one or more electrons from one atom to another, generating ions linked together by London dispersion forces.
3. To determine the energy variation between different electronic levels of the hydrogen atom, it is necessary to use:
- a) Planck's equation.
 - b) De Broglie's equation.
 - c) Rydberg's equation.
4. Which of the following electron configurations corresponds to a group 18 element?
- a) $1s^2 2s^2 2p^6$
 - b) $1s^2 2s^2 2p^2$
 - c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
5. Polypropylene is:
- a) A natural polymer.
 - b) An addition polymer.
 - c) A synthetic condensation polymer.

6. Which of the following electronic configurations corresponds to an atom in the excited state?

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^1$
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$

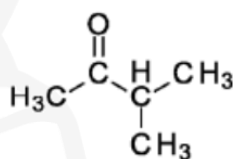
7. Mark the correct combination of quantum numbers for the last electron added, given the electron configuration is $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$. Consider the Pauli exclusion principle and Hund's principle of maximum multiplicity:

- a) The four quantum numbers are (3, 2, -1, +1/2).
- b) The four quantum numbers are (4, 3, 1, +1/2).
- c) The four quantum numbers are (3, 2, 2, +1/2).

8. Regarding the following organic compounds, which one corresponds to a carboxylic acid?

- a) R – OH
- b) R – COOH
- c) R – COO – R'

9. The correct name of the following organic compound is:



- a) propanoic acid
- b) propan-2-one
- c) 3-methylbutan-2-one

10. Which of the following hydrocarbons has a lower boiling point?

- a) dodecane
- b) ethane
- c) hexane

11. What do polystyrene and polypropylene have in common?

- a) The repeat unit presents aromatic rings.
- b) They are very elastic polymers.
- c) They are vinyl polymers.

12. Given the reaction $2AgF + Fe \rightarrow FeF_2 + 2Ag$, of the following statements, mark the correct option:
- a) Ag^+ cations act as reductants.
 - b) F^- anions act as oxidants.
 - c) Fe is the reducing agent.
13. The stoichiometric name of the following inorganic compound (B_2H_6) is:
- a) Diboron hexahydride.
 - b) Boron trihydride.
 - c) Boron(II) hexahydride.
14. Which of the following properties is not characteristic of rubbers or elastomers?
- a) Great elasticity.
 - b) Thermoplastic properties.
 - c) Waterproof.
15. An ideal gas mixture consists of 1 mole of A, 5 moles of B and 2 moles of C. Suppose that, after a change in pressure, the mixture at the new equilibrium consists of 2 moles of A, 3 moles of B and 8 moles of C. How much has the partial pressure of A been reduced?
- NOTE:** The initial total pressure is 4,30 atm, while the total pressure at final equilibrium is 1,70 atm.
- a) 0,751 atm.
 - b) 0,276 atm.
 - c) 0,958 atm.

PART II

1. (3 points)

Regarding the ionic solids CaO, CaCl₂ and NaCl:

a) (0,5 points) Considering exclusively the value of the charges of the corresponding ions, what is the trend in melting point for this group of ionic compounds? Reason the answer.

b) (2,0 points) Write schematically the Born-Haber cycle for CaCl₂ and NaCl, calculating the value of the lattice energy for each of the two substances. Indicate the values of lattice energy with the proper dimensions.

c) (0,5 points) Discuss the results obtained in section **b** and reason if they are consistent with what you have answered in section **a**.

DATA:

	enthalpy formation of ΔH^0	Electron affinity of Cl (g) AE_1	metal sublimation energy ΔH_s	Cl ₂ dissociation energy (g) ΔH_d	First ionization energy of metal in gas state EI_1	Second ionization energy of metal in gas state EI_2
CaCl₂	-796	-349	178	244	590	1146
NaCl	-411	-349	109	244	494	-

All values are expressed in units of $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. (3 points) 100 g of an alloy contains 85 g of copper and 15 g of gold. To recover the gold, the copper is dissolved by treatment of the alloy with nitric acid, forming copper(II) nitrate and nitrogen dioxide. Answer the following questions:

a) (1 point) Adjust the reaction according to the ion-electron method, writing the corresponding molecular reaction.

b) (0,50 points) Calculate the weight of copper(II) nitrate that is formed.

c) (0,50 points) Calculate the minimum volume of 5,0 M nitric acid solution needed for dissolving completely the copper.

d) (1 point) Calculate the volume of nitrogen dioxide (measured at 30 °C and 1 atm of pressure) that is released when all the copper is dissolved.

DATA: $T(K) = T(^{\circ}C) + 273.15$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 187,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

PART III

1. (3 points)

Given a reaction of the type $aA + bB \rightarrow \text{products}$, the experimental results collected in the table below were obtained, where concentrations of reagents were modified:

Experiment	[A] ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	[B] ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	Rate of reaction ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)
1	0,02	0,01	$4,4 \cdot 10^{-4}$
2	0,02	0,02	$17,6 \cdot 10^{-4}$
3	0,04	0,02	$35,2 \cdot 10^{-4}$
4	0,04	0,04	$140,8 \cdot 10^{-4}$

a) (1,50 points) Calculate the order of reaction with respect to A and with respect to B, as well as the overall order of reaction.

b) (1 point) Calculate the value of the rate constant with the corresponding units.

c) (0,50 points) What will be the rate of the reaction when the concentration of A is $0,08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ and that of B $0,04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$? Considering the units of the reaction rate, what do you understand by reaction rate?

2. (3 points)

In a closed container with a $72,6 \text{ cm}^3$ capacity, we introduce $3,00 \text{ g}$ of phosphorus pentachloride at a temperature of 760 K . Under these conditions, phosphorus pentachloride dissociates into phosphorus trichloride and molecular chlorine (dichlorine). It is a homogeneous equilibrium in the gaseous state.

a) (0,25 points) Write the reversible reaction that takes place by formulating the species involved.

b) (1,75 points) What will be the composition of the mixture at equilibrium, knowing that the value of K_c corresponding to this dissociation reaction has a value of $33,3$?

c) (1 point) Calculate the partial pressure of each substance at equilibrium.

DATA: $1 \text{ L} = 10^3 \text{ cm}^3$; M (phosphorus pentachloride) = $208,24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

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