

QUÍMICA (Examen resuelto y criterios de corrección)

- Responda en el pliego en blanco a **cuatro** de las cinco preguntas que se proponen. De cada una de las seleccionadas conteste **una única opción**, A o B. Todas las preguntas se calificarán con un máximo de **2,5 puntos**.
- Agrupaciones de preguntas que sumen más de 10 puntos o no coincidan con las indicadas conllevarán la **anulación** de la(s) última(s) pregunta(s) seleccionada(s) y/o respondida(s).

Pregunta 1. Opción A. (2,5 puntos) a) (1,25 puntos) Escriba las configuraciones electrónicas de los átomos de berilio, boro, sodio, azufre y selenio ($Z = 34$) en su estado fundamental. **b) (1,25 puntos)** Identifique, razonadamente, a qué grupo de la tabla periódica pertenece cada uno de esos elementos.

a)

Be	$(1s)^2(2s)^2$
B	$(1s)^2(2s)^2(2p)^1$
Na	$(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^1$
S	$(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^4$
Se	$(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6(3d)^{10}(4s)^2(4p)^4$
Desglose de la puntuación	
Configuraciones electrónicas ($5 \times 0,25$)	1,25

También se admite, para el Se, la configuración electrónica $(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6(4s)^2(3d)^{10}(4p)^4$.

b)

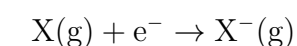
Be	$(2s)^2$	→	Grupo 2
B	$(2p)^1$	→	Grupo 13
Na	$(3s)^1$	→	Grupo 1
S	$(3p)^4$	→	Grupo 16
Se	$(4p)^4$	→	Grupo 16
Desglose de la puntuación			
Grupos (argumentado) ($5 \times 0,25$)	1,25		

Pregunta 1. Opción B. (2,5 puntos) La tabla muestra los valores experimentales de la primera afinidad electrónica, $E_{ea}/(\text{kJ mol}^{-1})$, de los ocho elementos que forman el segundo periodo de la tabla periódica.

Elemento	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
$E_{ea}/(\text{kJ mol}^{-1})$	-60	> 0	-27	-122	> 0	-141	-328	> 0

a) (1,00 punto) Indique a qué es debida la tendencia general observada. **b) (1,50 puntos)** Justifique las excepciones encontradas (Be, N y Ne).

a)



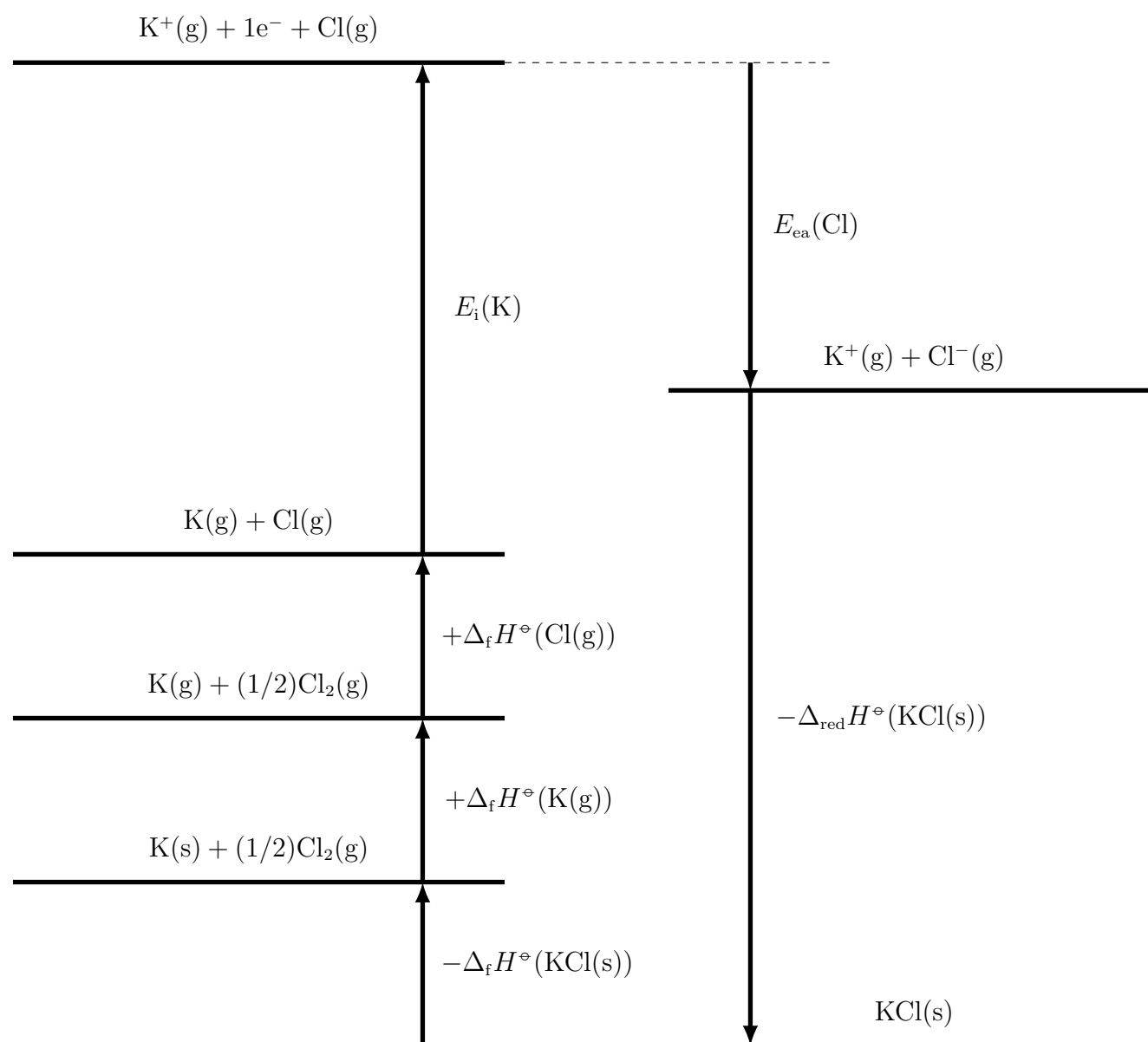
La afinidad electrónica se va haciendo más negativa al ir de izquierda a derecha en un periodo.

Desglose de la puntuación	
Tendencia	1,00

b) La configuración electrónica del berilio, en su estado fundamental, es $(1s)^2(2s)^2$. La adición de un electrón supone «abrir» una nueva subcapa. La configuración electrónica del nitrógeno, en su estado fundamental, es $(1s)^2(2s)^2(2p)^3$. La estabilidad que genera el semillanado de la última subcapa se pierde con la adición de un electrón. La configuración electrónica del neón, en su estado fundamental, es $(1s)^2(2s)^2(2p)^6$. La estabilidad que genera la última capa cerrada se pierde con la adición de un electrón.

Desglose de la puntuación	
Excepciones (argumentadas) ($3 \times 0,50$)	1,50

Pregunta 2. Opción A. (2,5 puntos) Utilice un ciclo de Born-Haber para calcular la entalpía estándar de red, $\Delta_{\text{red}}H^\ominus$, del KCl(s) . *Datos:* $E_i(\text{K}) = 418 \text{ kJ mol}^{-1}$ (primera energía de ionización), $E_{ea}(\text{Cl}) = -349 \text{ kJ mol}^{-1}$ (primera afinidad electrónica), $\Delta_f H^\ominus(\text{KCl(s)}) = -437 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta_f H^\ominus(\text{K(g)}) = 89 \text{ kJ mol}^{-1}$ y $\Delta_f H^\ominus(\text{Cl(g)}) = 122 \text{ kJ mol}^{-1}$.



La longitud de las flechas no se corresponde con el valor numérico que representa.

$$-\Delta_f H^\circ(\text{KCl(s)}) + \Delta_f H^\circ(\text{K(g)}) + \Delta_f H^\circ(\text{Cl(g)}) + E_i(\text{K}) + E_{\text{ea}}(\text{Cl}) - \Delta_{\text{red}} H^\circ(\text{KCl(s)}) = 0$$

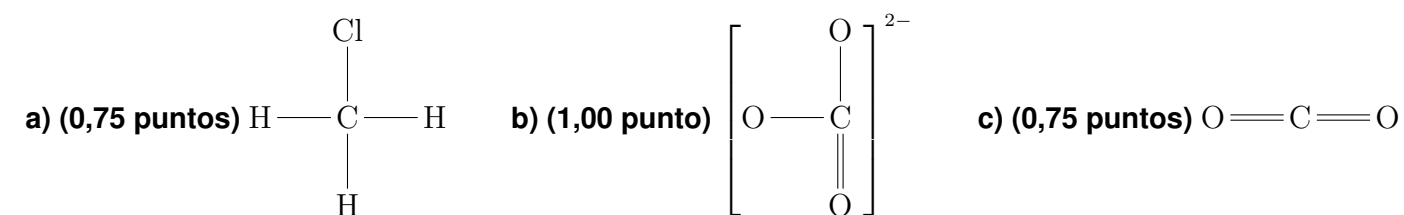
$$437 + 89 + 122 + 418 - 349 - \Delta_{\text{red}} H^\circ(\text{KCl(s)}) = 0$$

$$\Delta_{\text{red}} H^\circ(\text{NaCl(s)}) = 717 \text{ kJ mol}^{-1}$$

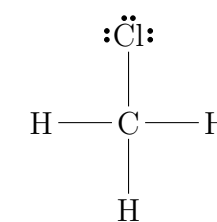
Desglose de la puntuación		
$\text{KCl(s)} \rightarrow \text{K(s)} + (1/2)\text{Cl}_2(\text{g})$	$-\Delta_f H^\circ(\text{KCl(s)})$	0,25
$\text{K(s)} + (1/2)\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{K(g)} + (1/2)\text{Cl}_2(\text{g})$	$+\Delta_f H^\circ(\text{K(g)})$	0,25
$\text{K(g)} + (1/2)\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{K(g)} + \text{Cl(g)}$	$+\Delta_f H^\circ(\text{Cl(g)})$	0,25
$\text{K(g)} + \text{Cl(g)} \rightarrow \text{K}^+(\text{g}) + 1\text{e}^- + \text{Cl(g)}$	$E_i(\text{K})$	0,25
$\text{K}^+(\text{g}) + 1\text{e}^- + \text{Cl(g)} \rightarrow \text{K}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g})$	$E_{\text{ea}}(\text{Cl})$	0,25
$\text{K}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) \rightarrow \text{KCl(s)}$	$-\Delta_{\text{red}} H^\circ(\text{KCl(s)})$	0,25
$\Delta_{\text{red}} H^\circ(\text{KCl(s)}) = 717 \text{ kJ mol}^{-1}$		1,00

Si las unidades de una cantidad final no son correctas, se restan 0,25 puntos. Si el número de cifras significativas de un valor numérico final difiere del correcto en más de dos unidades, se restan 0,25 puntos.

Pregunta 2. Opción B. (2,5 puntos) Represente las estructuras de Lewis de las siguientes especies, determine su geometría y, a partir de ella, la hibridación del átomo de carbono.

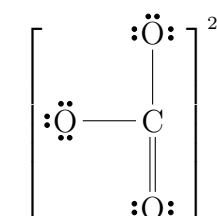


a) $e^- = (1 \times 3) + 4 + 7 = 14$ (7 pares)



Desglose de la puntuación	
Estructura	0,25
Tetraédrica	0,25
sp^3	0,25

b) $e^- = (6 \times 3) + 4 + 2 = 24$ (12 pares)



Desglose de la puntuación	
Estructura	0,50
Trigonal plana	0,25
sp ²	0,25

c) $e^- = (6 \times 2) + 4 = 16$ (8 pares)

$\ddot{O} \equiv C \equiv \ddot{O}$	
Desglose de la puntuación	
Estructura	0,25
Lineal	0,25
sp	0,25

Pregunta 3. Opción A. (2,5 puntos) Calcule la constante de equilibrio K_p de la reacción $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$, a una temperatura T , sabiendo que al mezclar en un recipiente, a esa temperatura y $p_{tot,eq} = 1,00$ atm, 1,00 mol de $H_2(g)$ y 1,00 mol de $I_2(g)$, una vez alcanzado el equilibrio se ha consumido el 79,0 % de la cantidad inicial de $H_2(g)$.

	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	$\xrightleftharpoons{K_p}$	$2 HI(g)$
$n(\xi = 0)/mol$	1,00		1,00		0
$n(\xi = \xi_{eq})/mol$	$1,00 - \xi_{eq}$		$1,00 - \xi_{eq}$		$2 \xi_{eq}$

$$n_{tot,eq} = 1,00 - \xi_{eq} + 1,00 - \xi_{eq} + 2 \xi_{eq} = 2,00 \text{ mol}$$

$$1,00 - \xi_{eq} = 0,210 \rightarrow \xi_{eq} = 0,790 \text{ mol}$$

	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	$\xrightleftharpoons{K_p}$	$2 HI(g)$
$n(\xi = \xi_{eq})/mol$	0,210		0,210		1,580

	$x_{eq} = n_{eq}/n_{tot,eq}$	$p_{eq} = x_{eq} \times p_{tot,eq}$
$H_2(g)$	$\frac{0,210}{2,00} = 0,105$	$0,105 \times p_{tot,eq}$
$I_2(g)$	$\frac{0,210}{2,00} = 0,105$	$0,105 \times p_{tot,eq}$
$HI(g)$	$\frac{1,580}{2,00} = 0,790$	$0,790 \times p_{tot,eq}$

$$K_p = \frac{(p_{HI(g),eq})^2}{p_{H_2(g),eq} \times p_{I_2(g),eq}} = \frac{(0,790 \times p_{tot,eq})^2}{(0,105 \times p_{tot,eq}) \times (0,105 \times p_{tot,eq})} = 56,6$$

Desglose de la puntuación	
$n_{tot,eq} = 2,00 \text{ mol}$	0,50
$\xi_{eq} = 0,790 \text{ mol}$	0,50
$K_p = \frac{(p_{HI(g),eq})^2}{p_{H_2(g),eq} \times p_{I_2(g),eq}}$	0,50
$K_p = 56,6$	1,00

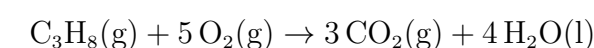
Se admite la omisión del subíndice «eq». Se admite la omisión de los estados de agregación. Si las unidades de una cantidad final no son correctas, se restan 0,25 puntos. Si el número de cifras significativas de un valor numérico final difiere del correcto en más de dos unidades, se restan 0,25 puntos. El dato $p_{tot,eq} = 1,00$ atm es irrelevante.

Pregunta 3. Opción B. (2,5 puntos) a) (2,00 puntos) Calcule, a 298,15 K, la entalpía estándar de reacción, $\Delta_r H^\circ$, correspondiente a la combustión del propano. **b) (0,50 puntos)** Indique, razonadamente, si la reacción es exotérmica o endotérmica.

Datos:

	$CO_2(g)$	$H_2O(l)$	$C_3H_8(g)$
$\Delta_f H^\circ(298,15 \text{ K})/(kJ \text{ mol}^{-1})$	-393,1	-285,5	-103,8

a)



$$\Delta_r H^\circ(298,15 \text{ K}) =$$

$$4 \Delta_f H^\circ(298,15 \text{ K}, H_2O(l)) + 3 \Delta_f H^\circ(298,15 \text{ K}, CO_2(g)) - \Delta_f H^\circ(298,15 \text{ K}, C_3H_8(g)) =$$

$$4 \times (-285,5) + 3 \times (-393,1) - (-103,8) = -2217,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Desglose de la puntuación	
$C_3H_8(g) + 5 O_2(g) \rightarrow 3 CO_2(g) + 4 H_2O(l)$	0,75
$\Delta_r H^\circ = 4 \Delta_f H^\circ(H_2O(l)) + 3 \Delta_f H^\circ(CO_2(g)) - \Delta_f H^\circ(C_3H_8(g))$ (todas a 298,15 K)	0,75
$\Delta_r H^\circ(298,15 \text{ K}) = -2217,5 \text{ kJ mol}^{-1}$	0,50

Si se omiten los estados de agregación en la ecuación química, se restan 0,25 puntos. Si las unidades de una cantidad final no son correctas, se restan 0,25 puntos. Si el número de cifras significativas de un valor numérico final difiere del correcto en más de dos unidades, se restan 0,25 puntos.

b) $\Delta_r H^\circ(298,15 \text{ K}) < 0 \rightarrow$ Exotérmica

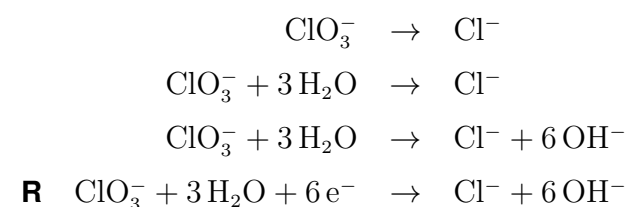
Desglose de la puntuación	
Exotérmica (argumentado)	0,50

Pregunta 4. Opción A. (2,5 puntos) El yoduro de potasio, KI, reacciona con clorato de potasio, KClO_3 , y agua generando I_2 , KCl y KOH (reacción en medio básico). **a) (0,25 puntos)** Identifique el elemento que se reduce y sus estados de oxidación inicial y final. **b) (0,25 puntos)** Escriba la semirreacción de reducción, en forma iónica, ajustada. **c) (0,25 puntos)** Identifique el elemento que se oxida y sus estados de oxidación inicial y final. **d) (0,25 puntos)** Escriba la semirreacción de oxidación, en forma iónica, ajustada. **e) (0,75 puntos)** Escriba la reacción de oxidación-reducción, en forma iónica, ajustada. **f) (0,75 puntos)** Escriba la reacción de oxidación-reducción, en forma molecular, ajustada.

a) $\text{Cl(V)} \rightarrow \text{Cl(-I)}$

Desglose de la puntuación	
$\text{Cl(V)} \rightarrow \text{Cl(-I)}$	0,25

b)

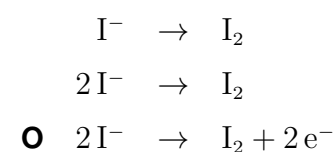


Desglose de la puntuación	
R	0,25

c) $\text{I(-I)} \rightarrow \text{I(0)}$

Desglose de la puntuación	
$\text{I(-I)} \rightarrow \text{I(0)}$	0,25

d)



Desglose de la puntuación	
O	0,25

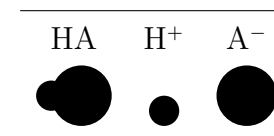
e) 3O+R $6 \text{I}^- + \text{ClO}_3^- + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{I}_2 + \text{Cl}^- + 6 \text{OH}^-$

Desglose de la puntuación	
3O+R	0,75

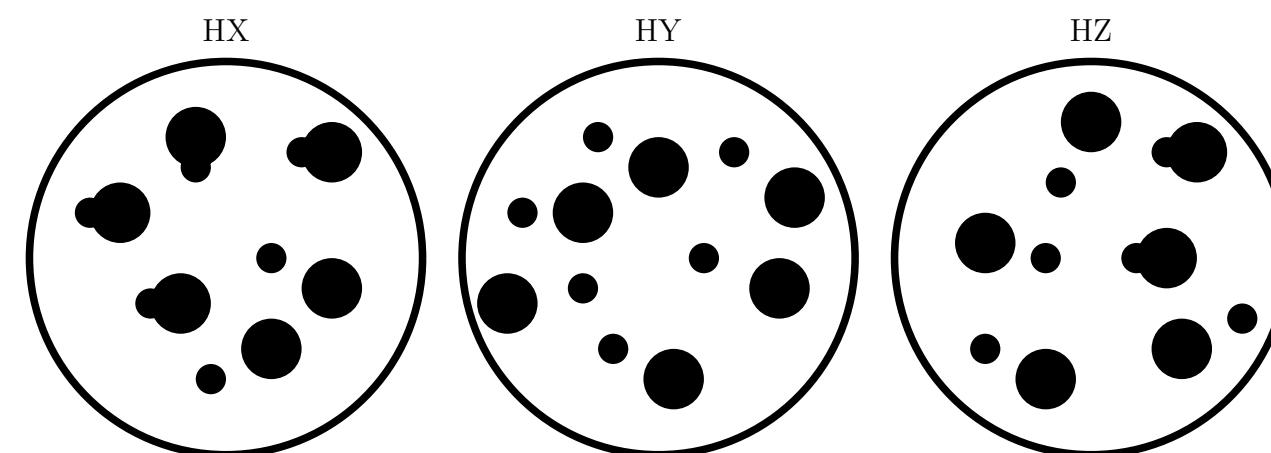
f) (3O+R)' $6 \text{KI} + \text{KClO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{I}_2 + \text{KCl} + 6 \text{KOH}$

Desglose de la puntuación	
(3O+R)'	0,75

Pregunta 4. Opción B. (2,5 puntos) Un ácido monoprótico, HA, puede representarse, simbólicamente, así:



Los siguientes esquemas representan disoluciones acuosas de tres ácidos monopróticos: HX, HY y HZ (las moléculas de agua se han omitido para facilitar la interpretación).



Responda, razonadamente, a las siguientes preguntas: **a) (1,00 punto)** ¿Qué ácido es fuerte? **b) (0,75 puntos)** ¿Qué ácido presenta el menor valor de K_a ? **c) (0,75 puntos)** ¿Qué disolución presenta el mayor valor del pH?

Desglose de la puntuación	
a) HY (argumentado)	1,00
b) HX (argumentado)	0,75
c) HX (argumentado)	0,75

Pregunta 5. Opción A. (2,5 puntos) Se ha medido la velocidad inicial, v_0 , de la reacción $3 \text{A} + 2 \text{B} \rightarrow 2 \text{C} + \text{D}$, siempre a la misma temperatura, pero en tres condiciones iniciales diferentes.

Experimento	$[A]_0/(\text{mol L}^{-1})$	$[B]_0/(\text{mol L}^{-1})$	$v_0/(\text{mol L}^{-1} \text{ min}^{-1})$
1	$1,00 \cdot 10^{-2}$	$1,00 \cdot 10^{-2}$	$6,00 \cdot 10^{-3}$
2	$2,00 \cdot 10^{-2}$	$3,00 \cdot 10^{-2}$	$1,44 \cdot 10^{-1}$
3	$1,00 \cdot 10^{-2}$	$2,00 \cdot 10^{-2}$	$1,20 \cdot 10^{-2}$

a) (0,75 puntos) Calcule el orden de la reacción respecto a A. **b) (0,75 puntos)** Calcule el orden de la reacción respecto a B. **c) (0,25 puntos)** Calcule el orden total de la reacción. **d) (0,50 puntos)** Calcule la constante de velocidad. **e) (0,25 puntos)** Escriba la ley de velocidad.

La expresión general de la ley de velocidad es $v = k[A]^\alpha[B]^\beta$.

a) Utilizando la información de los experimentos **1** y **3**:

$$\frac{6,00 \cdot 10^{-3}}{1,20 \cdot 10^{-2}} = \left(\frac{1,00 \cdot 10^{-2}}{2,00 \cdot 10^{-2}} \right)^\beta \rightarrow \beta = 1$$

Desglose de la puntuación	
$\beta = m_B = 1$	0,75

b) Utilizando la información de los experimentos **1** y **2**:

$$\frac{6,00 \cdot 10^{-3}}{1,44 \cdot 10^{-1}} = \left(\frac{1,00 \cdot 10^{-2}}{2,00 \cdot 10^{-2}} \right)^\alpha \left(\frac{1,00 \cdot 10^{-2}}{3,00 \cdot 10^{-2}} \right)^1 \rightarrow \alpha = 3$$

Desglose de la puntuación	
$\alpha = m_A = 3$	0,75

c) $m = m_A + m_B = 4$

Desglose de la puntuación	
$m = m_A + m_B = 4$	0,25

d)

$$v = k[A]^3[B]^1$$

$$k = \frac{v}{[A]^3[B]^1}$$

Existen tres posibilidades para calcular k : una por cada experimento. En todos los casos se obtiene el mismo valor: $k = 6,00 \cdot 10^5 \text{ mol}^{-3} \text{ L}^3 \text{ min}^{-1}$.

Desglose de la puntuación	
$k = 6,00 \cdot 10^5 \text{ mol}^{-3} \text{ L}^3 \text{ min}^{-1}$	0,50

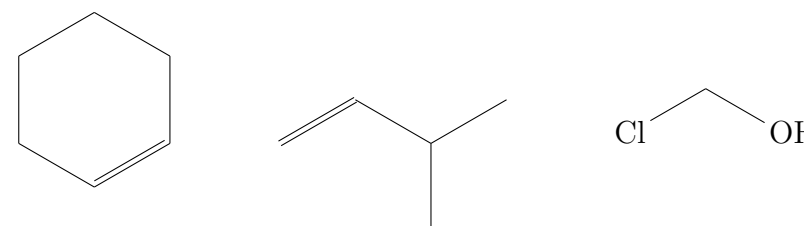
Si las unidades de una cantidad final no son correctas, se restan 0,25 puntos. Si el número de cifras significativas de un valor numérico final difiere del correcto en más de dos unidades, se restan 0,25 puntos.

e)

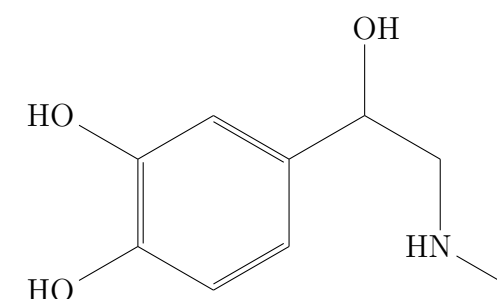
$$v = 6,00 \cdot 10^5 [A]^3 [B]^1$$

Desglose de la puntuación	
$v = 6,00 \cdot 10^5 [A]^3 [B]^1$	0,25

Pregunta 5. Opción B. (2,5 puntos) **a) (0,75 puntos; 0.25 puntos/compuesto)** Escriba la fórmula estructural desarrollada de los siguientes compuestos: ciclohexano, propan-2-ona y benceno. **b) (0,75 puntos; 0.25 puntos/compuesto)** Nombre, siguiendo las normas vigentes de la IUPAC (nomenclatura sustitutiva), los siguientes compuestos:

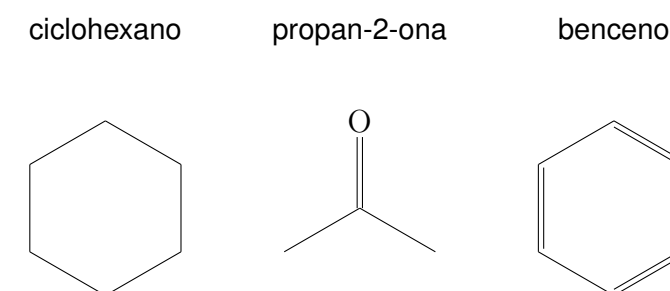


c) (1,00 punto) Se muestra, a continuación, la fórmula estructural desarrollada de la adrenalina.



c.1) (0,50 puntos) Escriba su fórmula molecular. **c.2) (0,50 puntos)** Copie en el pliego en blanco la fórmula del compuesto y señale todos los átomos de carbono asimétricos.

a)



Desglose de la puntuación
Fórmulas ($3 \times 0,25$) 0,75

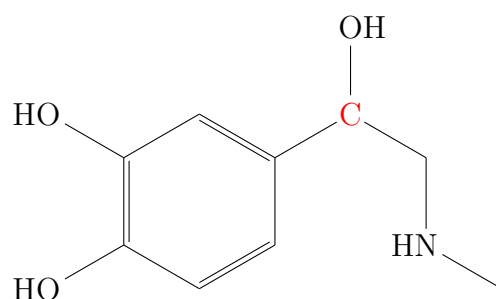
b) Ciclohexeno, 3-metilbut-1-eno y clorometanol.

Desglose de la puntuación
Nombres ($3 \times 0,25$) 0,75

c.1) $C_9H_{13}NO_3$

Desglose de la puntuación
Fórmula molecular 0,50

c.2) Solo hay un átomo de carbono asimétrico, el que está escrito en color rojo.



Desglose de la puntuación
Un átomo de carbono asimétrico (señalado en rojo) 0,50



Pregunta 2. Opción A.

```
clc
clear all
format long
Delta_red_H_std=437+89+122+418-349
```

Pregunta 3. Opción A.

```
clc
clear all
format long
n_tot_eq=2;
xi_eq=0.79;
x_H2=(1-xi_eq)/n_tot_eq
x_I2=(1-xi_eq)/n_tot_eq
x_HI=2*xi_eq/n_tot_eq
Kp=(x_HI)^2/(x_H2*x_I2)
```

Pregunta 3. Opción B.

```
clc
clear all
format long
Delta_r_H_std=3*(-393.1)+4*(-285.5)-(-103.8)
```

Pregunta 5. Opción A.

```
clc
clear all
format long
beta=log(6.00e-3/1.20e-2)/log(1.00e-2/2.00e-2)
alpha=log((6.00e-3/1.44e-1)/(1.00e-2/3.00e-2))/log(1.00e-2/2.00e-2)
k=6.00e-3/(1.00e-2)^3/1.00e-2
```