

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) Calcule la longitud de onda, λ , de un electrón que se mueve a una velocidad de $5,97 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$.

Datos: $h = 6,626\,068\,96 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ y $m_e = 9,109\,382\,15 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

b) (1,25 puntos) Dados los siguientes conjuntos de números cuánticos, indique, razonadamente, si son o no posibles.

	n	l	m_l	m_s
1	3	0	0	-1/2
2	2	2	1	-1/2
3	3	2	1	+1/2
4	3	1	1	+1/2
5	4	2	-2	0

a)

$$\lambda = \frac{h}{m_e v} = \frac{6,626\,068\,96 \cdot 10^{-34} \text{ J s}}{9,109\,382\,15 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \times 5,97 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}} = 1,22 \times 10^{-10} \text{ m}$$

Desglose de la puntuación	
$\lambda = h/(m_e v)$	0,25
$\lambda = 1,22 \times 10^{-10} \text{ m}$	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.

b)

Desglose de la puntuación	
1 Posible (argumentado)	0,25
2 Imposible (argumentado)	0,25
3 Posible (argumentado)	0,25
4 Posible (argumentado)	0,25
5 Imposible (argumentado)	0,25

Pregunta 1. Opción B. (2,5 puntos) Dadas las siguientes configuraciones electrónicas, indique, razonadamente, si pertenecen a átomos en estado fundamental, excitado o imposible.

1	$(2s)^2(2p)^2$
2	$(1s)^2(2s)^2(2p)^3$
3	$(1s)^2(1p)^1(2s)^2$
4	$(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6(3d)^1$
5	$(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6(3d)^1(3f)^1$

Desglose de la puntuación	
1 Excitado (argumentado)	0,50
2 Fundamental (argumentado)	0,50
3 Imposible (argumentado)	0,50
4 Excitado (argumentado)	0,50
5 Imposible (argumentado)	0,50

Pregunta 2. Opción A. (2,5 puntos) a) (1,00 punto) El punto de ebullición normal del propan-2-ol es 83°C , mientras que el de la acetona es 56°C . Explique cuál es la causa principal que origina esa diferencia. **b) (1,50 puntos)** Indique, razonadamente, si los siguientes sólidos son iónicos, covalentes, covalentes moleculares o metálicos. **b.1) (0,50 puntos)** Es insoluble en agua, funde alrededor de 1000°C y no conduce la electricidad ni en estado sólido ni fundido. **b.2) (0,50 puntos)** Se disuelve en agua, pero no conduce la electricidad en disolución acuosa, ni en estado sólido ni fundido. **b.3) (0,50 puntos)** Se disuelve en agua, funde por encima de 600°C y conduce la electricidad cuando está en disolución acuosa.

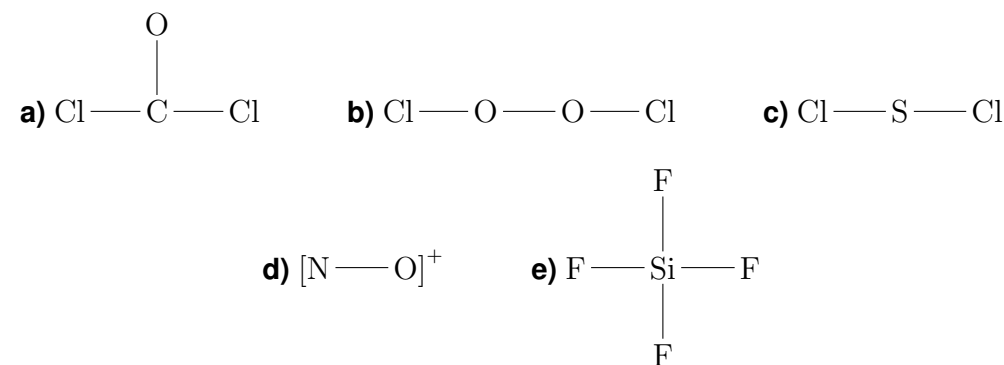
a) Entre las moléculas de propan-2-ol se pueden formar puentes de hidrógeno.

Desglose de la puntuación	
Propan-2-ol $\rightarrow$ Puentes de hidrógeno	0,50 $\leftrightarrow$ 1,00

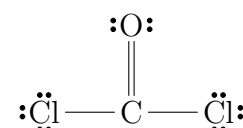
b)

Desglose de la puntuación	
b.1) Covalente (argumentado)	0,50
b.2) Covalente molecular (argumentado)	0,50
b.3) Iónico (argumentado)	0,50

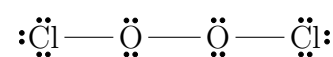
Pregunta 2. Opción B. (2,5 puntos) Represente las estructuras de Lewis de las siguientes especies:



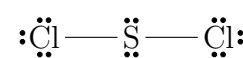
a) $e^- = 4 + 6 + 2 \times 7 = 24$ (12 pares)



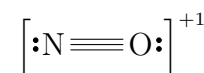
$e^- = 2 \times 2 + 2 \times 6 = 26$ (13 pares)



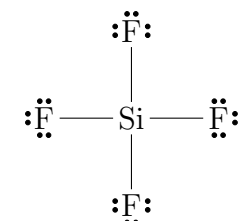
$e^- = 6 + 2 \times 7 = 20$ (10 pares)



$e^- = 5 + 6 - 1 = 10$ (5 pares)



$e^- = 4 + 7 \times 4 = 32$ (16 pares)



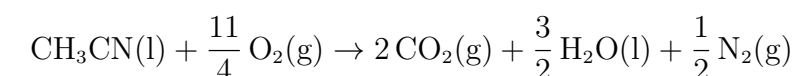
Desglose de la puntuación

Estructuras de Lewis ($5 \times 0,50$) 2,50

Pregunta 3. Opción A. (2,5 puntos) En la reacción de combustión del acetonitrilo, CH_3CN , se genera, únicamente, CO_2 , H_2O y N_2 . A 298,15 K, la entalpía estándar de reacción, $\Delta_r H^\circ$, correspondiente a la combustión es $-302,4 \text{ kcal mol}^{-1}$. Calcule la energía de Gibbs estándar de reacción, $\Delta_r G^\circ$, y la entropía estándar de reacción, $\Delta_r S^\circ$, ambas a 298,15 K, correspondientes a la combustión del acetonitrilo.

Datos:

	$\Delta_f G^\circ(298,15 \text{ K})/(\text{kcal mol}^{-1})$
$\text{CO}_2(\text{g})$	-94,26
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-56,69
$\text{CH}_3\text{CN}(\text{l})$	24,00



$$\Delta_r G^\circ(298,15 \text{ K}) = \sum_i \nu_i \Delta_f G_i^\circ(298,15 \text{ K}) =$$

$$2 \Delta_f G^\circ(298,15 \text{ K}, \text{CO}_2(\text{g})) + \frac{3}{2} \Delta_f G^\circ(298,15 \text{ K}, \text{H}_2\text{O}(\text{l})) - \Delta_f G^\circ(298,15 \text{ K}, \text{CH}_3\text{CN}(\text{l})) =$$

$$2 \times (-94,26) + \frac{3}{2} \times (-56,69) - 24,00 = -297,5 \text{ kcal mol}^{-1}$$

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

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

$$\Delta_r S^\circ(298,15 \text{ K}) = \frac{-302,4 - (-297,5)}{298,15} = -0,0164 \text{ kcal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Desglose de la puntuación

$\text{CH}_3\text{CN}(\text{l}) + (11/4) \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + (3/2) \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + (1/2) \text{N}_2(\text{g})$	0,75
$\Delta_r G^\circ(298,15 \text{ K}) = \sum_i \nu_i \Delta_f G_i^\circ(298,15 \text{ K})$	0,25
$\Delta_r G^\circ(298,15 \text{ K}) = -297,5 \text{ kcal mol}^{-1}$	0,50
$\Delta_r G^\circ(298,15 \text{ K}) = \Delta_r H^\circ(298,15 \text{ K}) - 298,15 \times \Delta_r S^\circ(298,15 \text{ K})$	0,25
$\Delta_r S^\circ(298,15 \text{ K}) = -0,0164 \text{ kcal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	0,75

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 3. Opción B. (2,5 puntos) Calcule la constante de equilibrio K_c de la reacción $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$, a una temperatura T , sabiendo que al mezclar en un recipiente, a esa temperatura y $V_{\text{tot, eq}} = 1,00 \text{ L}$, $1,00 \text{ mol}$ de $\text{H}_2(\text{g})$ y $1,00 \text{ mol}$ de $\text{I}_2(\text{g})$, una vez alcanzado el equilibrio, se ha consumido el 79,0 % de la cantidad inicial de $\text{H}_2(\text{g})$.

	$\text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{I}_2(\text{g})$	$\xrightleftharpoons{K_c}$	$2 \text{HI}(\text{g})$
$n(\xi = 0)/\text{mol}$	1,00		1,00		0
$n(\xi = \xi_{\text{eq}})/\text{mol}$	$1,00 - \xi_{\text{eq}}$		$1,00 - \xi_{\text{eq}}$		$2 \xi_{\text{eq}}$

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

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

	$\text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{I}_2(\text{g})$	$\xrightleftharpoons{K_c}$	$2 \text{HI}(\text{g})$
$n(\xi = \xi_{\text{eq}})/\text{mol}$	0,210		0,210		1,580

$$K_c = \frac{[\text{HI}(\text{g})]_{\text{eq}}^2}{[\text{H}_2(\text{g})]_{\text{eq}} \times [\text{I}_2(\text{g})]_{\text{eq}}} = \frac{\left(\frac{1,580}{V}\right)^2}{\frac{0,210}{V} \times \frac{0,210}{V}} = 56,6$$

Desglose de la puntuación	
Tabla de cantidades (o concentraciones) a $\xi = 0 \text{ mol}$ y $\xi = \xi_{\text{eq}}$	0,50
$\xi_{\text{eq}} = 0,790 \text{ mol}$	0,50
$K_c = \frac{[\text{HI}(\text{g})]_{\text{eq}}^2}{[\text{H}_2(\text{g})]_{\text{eq}} \times [\text{I}_2(\text{g})]_{\text{eq}}}$	0,50
$K_c = 56,6$	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 $V_{\text{tot, eq}} = 1,00 \text{ L}$ es irrelevante.

Pregunta 4. Opción A. (2,5 puntos) En la siguiente tabla se muestran, para una disolución acuosa, los valores de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ frente a los de la concentración, c , de una sustancia desconocida. **a) (1,25 puntos)** Explique si la sustancia es un ácido fuerte, un ácido débil, una base fuerte o una base débil. **b) (1,00 punto)** Dependiendo de su respuesta en el apartado anterior, calcule el pH de una disolución $0,18 \text{ mol L}^{-1}$ de esa sustancia o explique por qué no puede hacerlo. **c) (0,25 puntos)** Justifique si $[\text{H}_3\text{O}^+]$ se anula cuando $c = 0 \text{ mol L}^{-1}$.

$c/(\text{mol L}^{-1})$	0,060	0,12	0,18
$[\text{H}_3\text{O}^+]/(\text{mol L}^{-1})$	x	$2x$	$3x$

a) $[\text{H}_3\text{O}^+]$ crece con c , luego la sustancia es un ácido. Doblar (o triplicar) c supone doblar (o triplicar) $[\text{H}_3\text{O}^+]$. Esto implica que el ácido es fuerte.

Desglose de la puntuación	
Ácido fuerte (argumentado)	1,25

b) $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(0,18) = 0,74$

Desglose de la puntuación	
$\text{pH} = 0,74$	1,00

c) $[\text{H}_3\text{O}^+]$ no se anula cuando $c = 0 \text{ mol L}^{-1}$ por el equilibrio de autoionización del agua.

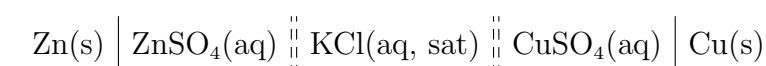
Desglose de la puntuación	
$[\text{H}_3\text{O}^+] \neq 0$ (argumentado)	0,25

Pregunta 4. Opción B. (2,5 puntos) a) (1,25 puntos) Calcule la diferencia de potencial estándar, a 298,15 K, de una celda galvánica que utiliza los sistemas redox $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})/\text{Cr}(\text{s})$ y $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})/\text{Ni}(\text{s})$.

Datos:

	$E^\circ(298,15 \text{ K})/\text{V}$
$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{s})$	-0,744
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{s})$	-0,257

b) (1,25 puntos) Se muestra, a continuación, el diagrama de una celda galvánica:



b.1) (0,75 puntos) Identifique el ánodo, el cátodo y el puente salino. **b.2) (0,50 puntos)** Escriba las reacciones de oxidación y de reducción.

a)

$$E_{\text{cell, eq}}^\circ = E_{\text{R}}^\circ - E_{\text{L}}^\circ$$

$$-0,257 > -0,744 \rightarrow E_{\text{R}}^\circ = -0,257 \text{ V} \quad E_{\text{L}}^\circ = -0,744 \text{ V}$$

$$E_{\text{cell, eq}}^\circ = -0,257 - (-0,744) = +0,487 \text{ V}$$

Desglose de la puntuación	
$E_{\text{cell, eq}}^{\ominus} = E_{\text{R}}^{\ominus} - E_{\text{L}}^{\ominus}$	0,25
Identificar $E_{\text{R}}^{\ominus}$ y $E_{\text{L}}^{\ominus}$	0,50
$E_{\text{cell, eq}}^{\ominus} = +0,487 \text{ V}$	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.

b.1)

Desglose de la puntuación	
Ánodo: Zn(s)	0,25
Cátodo: Cu(s)	0,25
Puente salino: KCl(aq, sat)	0,25

b.2)

Desglose de la puntuación	
Oxidación: $\text{Zn(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	0,25
Reducción: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu(s)}$	0,25

Pregunta 5. Opción A. (2,5 puntos) Se ha medido la velocidad inicial, v_0 , de la reacción $2\text{ICl(g)} + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{I}_2(\text{g}) + 2\text{HCl(g)}$, siempre a la misma temperatura, pero en tres condiciones iniciales diferentes.

Experimento	$[\text{ICl}]_0/(\text{mmol L}^{-1})$	$[\text{H}_2]_0/(\text{mmol L}^{-1})$	$v_0/(\text{mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1})$
1	1,5	1,5	$3,7 \cdot 10^{-7}$
2	3,0	1,5	$7,4 \cdot 10^{-7}$
3	3,0	4,5	$22 \cdot 10^{-7}$

a) (0,50 puntos) Calcule el orden de la reacción respecto al ICl . **b) (0,50 puntos)** Calcule el orden de la reacción respecto al H_2 . **c) (0,25 puntos)** Calcule el orden total de la reacción. **d) (0,50 puntos)** Calcule la constante cinética. **e) (0,25 puntos)** Escriba la ley de velocidad. **f) (0,50 puntos)** Calcule la velocidad inicial de la reacción si las concentraciones iniciales de ICl e H_2 son $4,7$ y $2,7 \text{ mmol L}^{-1}$, respectivamente.

La expresión general de la ley de velocidad es $v = k[\text{ICl}]^{\alpha}[\text{H}_2]^{\beta}$.

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

$$\frac{3,7 \cdot 10^{-7}}{7,4 \cdot 10^{-7}} = \left(\frac{1,5}{3,0}\right)^{\alpha} \rightarrow \alpha = 1$$

Desglose de la puntuación	
$\alpha = m_{\text{ICl}} = 1$	0,50

b) Utilizando la información de los experimentos **2** y **3**:

$$\frac{7,4 \cdot 10^{-7}}{22 \cdot 10^{-7}} = \left(\frac{1,5}{4,5}\right)^{\beta} \rightarrow \beta = 0,99 \approx 1$$

Desglose de la puntuación	
$\beta = m_{\text{H}_2} = 1$	0,50

c) $m = m_{\text{ICl}} + m_{\text{H}_2} = 2$

Desglose de la puntuación	
$m = m_{\text{ICl}} + m_{\text{H}_2} = 2$	0,25

d)

$$v = k[\text{ICl}]^1[\text{H}_2]^1$$

$$k = \frac{v}{[\text{ICl}]^1[\text{H}_2]^1}$$

Existen tres posibilidades para calcular k : una por cada experimento. En todos los casos se obtiene, al considerar dos cifras significativas, el mismo valor: $k = 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ mmol}^{-1} \text{ L s}^{-1}$.

Desglose de la puntuación	
$k = 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ mmol}^{-1} \text{ L s}^{-1}$	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)

$$v/(\text{mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1}) = 1,6 \cdot 10^{-7} ([\text{ICl}]/(\text{mmol L}^{-1}))^1 ([\text{H}_2]/(\text{mmol L}^{-1}))^1$$

Desglose de la puntuación	
$v = 1,6 \cdot 10^{-7} [\text{ICl}]^1 [\text{H}_2]^1$	0,25

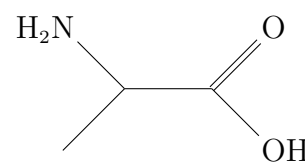
f)

$$v = 1,6 \cdot 10^{-7} [4,7]^1 [2,7]^1 = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

Desglose de la puntuación	
$v = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ mmol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$	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.

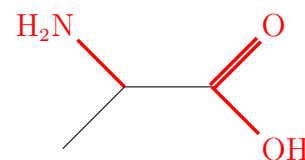
Pregunta 5. Opción B. (2,5 puntos) a) (0,75 puntos) Copie en el pliego en blanco la fórmula estructural desarrollada que se muestra a continuación y señale y nombre todos los grupos funcionales que aparecen en ella.



b) (0,75 puntos) b.1) (0,50 puntos) Escriba la fórmula estructural desarrollada de los monómeros que constituyen el nylon 66. **b.2) (0,25 puntos)** ¿Qué tipo de polimerización se sigue en la formación del nylon 66?

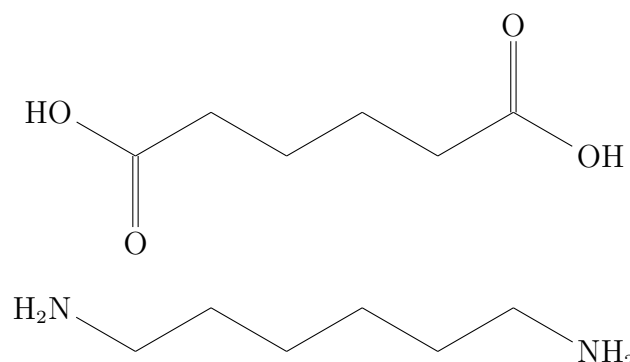
c) (1,00 punto) Escriba la fórmula estructural desarrollada de los siguientes compuestos: 2,3,5-trimetilhexano, bromobenceno, bromoetino y ciclopropano.

a)



Desglose de la puntuación	
Amina	0,25
Ácido carboxílico	0,50

b.1)

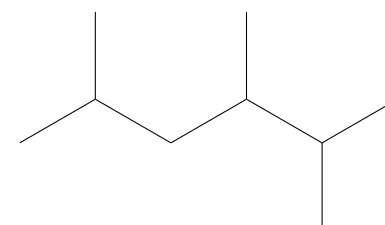


Desglose de la puntuación	
Fórmulas (2 × 0,25)	0,50

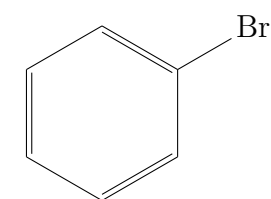
b.2) Policondensación.

c)

2,3,5-trimetilhexano



bromobenceno



bromoetino



ciclopropano



Desglose de la puntuación	
Fórmulas (4 × 0,25)	1,00



Pregunta 1. Opción A.

```
clc
clear all
format long
h=6.62606896e-34;
m=9.10938215e-31;
v=5.97e6;
lambda=h/m/v
```

Pregunta 3. Opción A.

```
clc
clear all
format long
Delta_r_G_std=2*(-94.26)+(3/2)*(-56.69)-24
Delta_r_S_std=(-302.4-(-297.5))/298.15
```

Pregunta 3. Opción B.

```
clc
clear all
format long
xi_eq=0.79;
n_H2=(1-xi_eq)
n_I2=(1-xi_eq)
n_HI=2*xi_eq
Kp=(n_HI)^2/(n_H2*n_I2)
```

Pregunta 4. Opción A.

```
clc
clear all
```

```
format long
-log10(0.18)
```

Pregunta 4. Opción B.

```
clc
clear all
format long
E_cell_eq_std=-0.257-(-0.744)
```

Pregunta 5. Opción A.

```
clc
clear all
format long
alpha=log(3.7/7.4)/log(1.5/3.0)
beta=log(7.4/22)/log(1.5/4.5)
k1=3.7e-7/(1.5*1.5)
k2=7.4e-7/(3.0*1.5)
k3=22e-7/(3.0*4.5)
k_promedio=(k1+k2+k3)/3
v=k_promedio*4.7*2.7
```