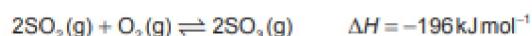


PROBLEMAS IB. PRUEBA 2.

MAY.2022

3. El trióxido de azufre se produce a partir de dióxido de azufre.



- (a) Resuma, dando una razón, el efecto de un catalizador sobre una reacción.

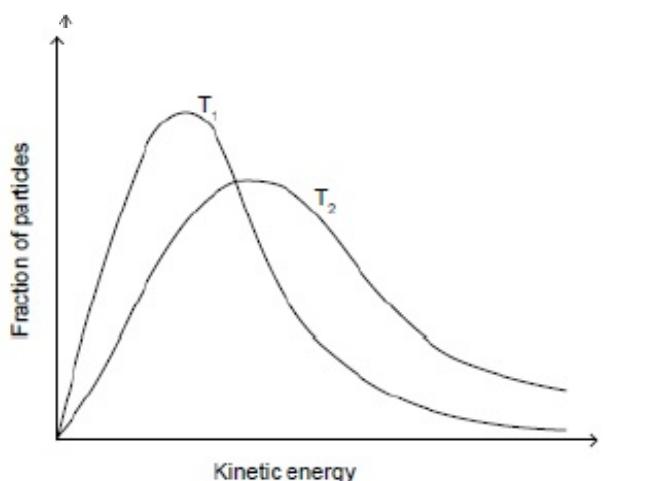
[2]

- increases rate **AND** lower E_a ✓
- provides alternative pathway «with lower E_a »
- OR
- more/larger fraction of molecules have the «lower» E_a ✓

- (b) La reacción entre dióxido de azufre y oxígeno se puede llevar a cabo a diferentes temperaturas.

- (i) En los ejes, dibuja aproximadamente curvas de distribución de energía de Maxwell-Boltzmann para las especies reaccionantes a dos temperaturas T_1 y T_2 , donde $T_2 > T_1$.

[3]



both axes correctly labelled ✓

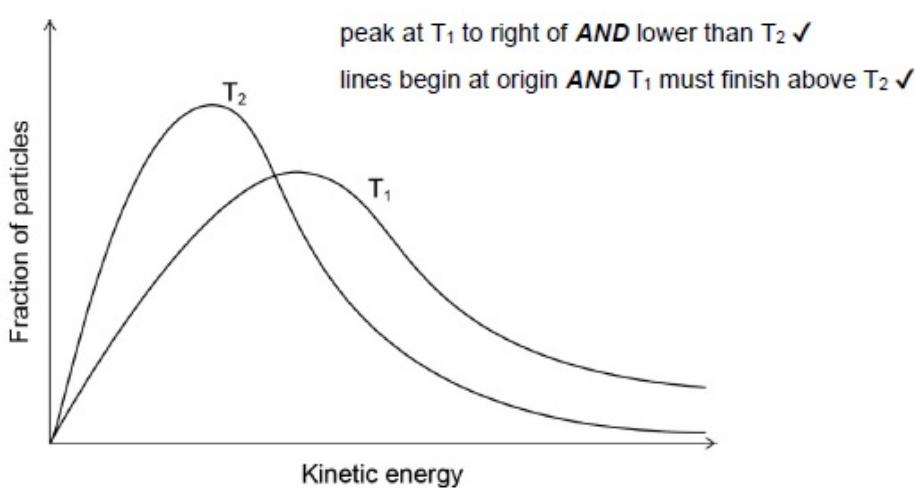
peak of T_2 curve lower **AND** to the right of T_1 curve ✓

lines begin at origin **AND** correct shape of curves **AND** T_2 must finish above T_1 ✓

4. El 1-cloropentano reacciona con hidróxido de sodio acuoso.

(b) La reacción se repitió a menor temperatura.

- (i) Dibuje aproximadamente curvas de distribución de energía rotuladas de Maxwell–Boltzmann a la temperatura original (T_1) y la nueva temperatura menor (T_2). [2]



- (ii) Explique el efecto de disminuir la temperatura sobre la velocidad de la reacción. [2]

«rate is» lower **AND** «average» kinetic energy of molecules is lower

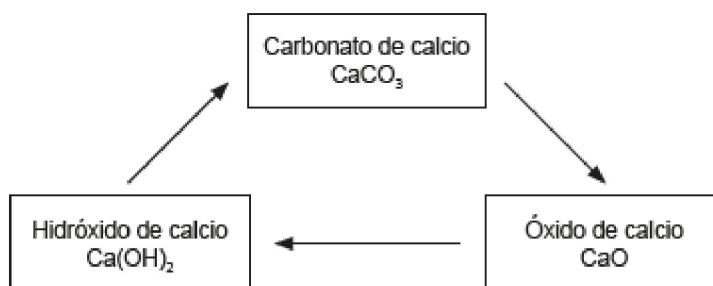
«rate is» lower **AND** less frequent collisions

«rate is» lower **AND** fewer collisions per unit time ✓

.....
 «rate is» lower **AND** fewer/smaller fraction of molecules/collisions have the $E \geq E_a$

MAY. 2021

1. La piedra caliza se puede convertir en varios productos comerciales útiles por medio del ciclo de la caliza. La piedra caliza contiene elevados porcentajes de carbonato de calcio, CaCO_3 .



- (a) El carbonato de calcio se calienta para producir óxido de calcio, CaO .



Calcule el volumen de dióxido de carbono producido a PTN cuando se descomponen 555 g de carbonato de calcio. Use las secciones 2 y 6 del cuadernillo de datos. [2]

$$\text{«n}_{\text{caco}_3} = \frac{555 \text{ g}}{100,09 \text{ g mol}^{-1}} \Rightarrow 5,55 \text{ «mol»} \checkmark$$

$$\text{«V} = 5,55 \text{ mol} \times 22,7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \Rightarrow 126 \text{ «dm}^3\text{»} \checkmark$$

- (b) Se dan los datos termodinámicos para la descomposición del carbonato de calcio.

Sustancia	$\Delta H_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{CaCO}_3(\text{s})$	-1207
$\text{CaO}(\text{s})$	-635
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,5

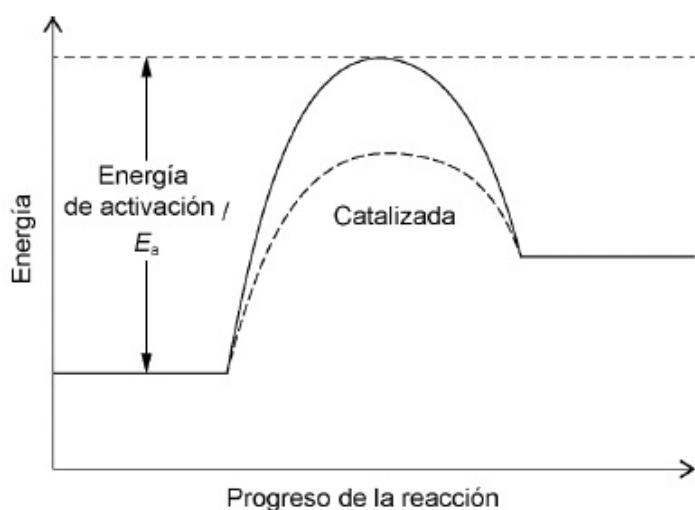
Calcule la variación de entalpía de la reacción, ΔH , en kJ, para la descomposición del carbonato de calcio. [2]

$$\text{«}\Delta H = \text{»} (-635 \text{ «kJ»} - 393,5 \text{ «kJ»}) - (-1207 \text{ «kJ»}) \checkmark$$

$$\text{«}\Delta H = + \text{»} 179 \text{ «kJ»} \checkmark$$

- (c) (i) Se muestra el perfil de energía potencial para una reacción. Dibuje aproximadamente una línea de puntos rotulada como "Catalizada" para indicar el efecto de un catalizador.

[1]



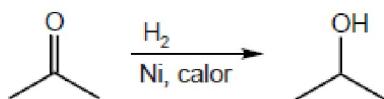
- (ii) Resuma por qué un catalizador tiene tal efecto.

[1]

proporciona un mecanismo/una ruta «de reacción» alternativo/a ✓

No acepte solo "menor energía de activación"

4. El níquel cataliza la conversión de propanona en 2-propanol.



- (a) Resuma cómo un catalizador aumenta la velocidad de reacción. [1]

... provides an alternative pathway/mechanism **AND** lower E_a ✓

- (b) Explique por qué un aumento de temperatura aumenta la velocidad de reacción. [2]

more/greater proportion of molecules with $E \geq E_a$ ✓

greater frequency/probability/chance of collisions «between the molecules»

OR

more collision per unit of time/second ✓

6. El cobre forma dos cloruros, cloruro de cobre(I) y cloruro de cobre(II).

- (a) (i) Indique la configuración electrónica del ion Cu⁺.

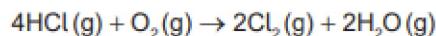
[1]

[Ar] 3d¹⁰

O

1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 3d¹⁰ ✓

- (ii) El cloruro de cobre(II) se usa como catalizador en la producción de cloro a partir de cloruro de hidrógeno.



Calcule la variación de entalpía estándar, ΔH^\ominus , en kJ, para esta reacción, usando la sección 12 del cuadernillo de datos.

[2]

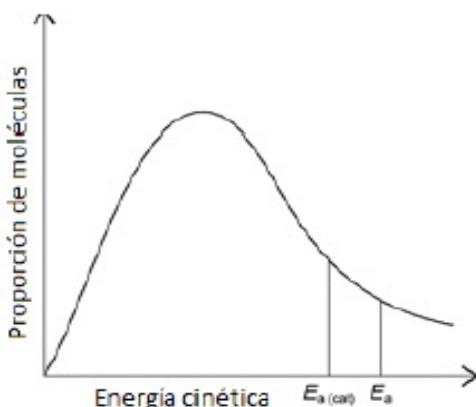
$$\Delta H^\ominus = \sum \Delta H_f^\ominus (\text{productos}) - \sum \Delta H_f^\ominus (\text{reactivos}) \quad \checkmark$$

$$\Delta H^\ominus = 2(-241,8 \text{ «kJ mol}^{-1}\text{»}) - 4(-92,3 \text{ «kJ mol}^{-1}\text{»}) = -114,4 \text{ «kJ»} \quad \checkmark$$

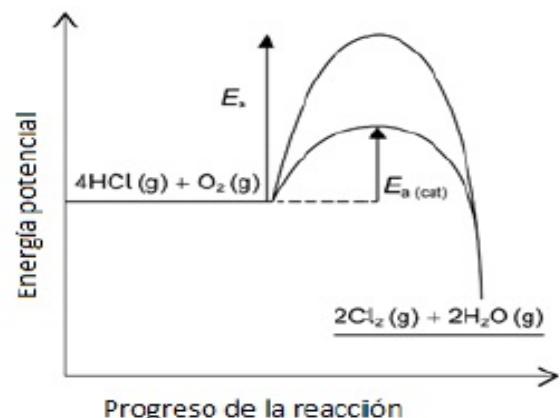
- (iii) El diagrama muestra la distribución de Maxwell–Boltzmann y el perfil de energía potencial para la reacción sin catalizador.

Anote ambas gráficas para mostrar la energía de activación para la reacción catalizada, con el rótulo $E_{a(\text{cat})}$.

[2]



$E_{a(\text{cat})}$ a la izquierda de E_a ✓



pico menor Y $E_{a(\text{cat})}$ menor ✓

- (iv) Explique cómo el catalizador aumenta la velocidad de la reacción.

[2]

«catalizador provee un» camino alternativo ✓

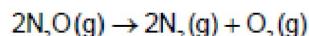
«con» menor E_a

O

mayor proporción de/o más partículas con E «cinética» $\geq E_{a(\text{cat})}$ «que E_a » ✓

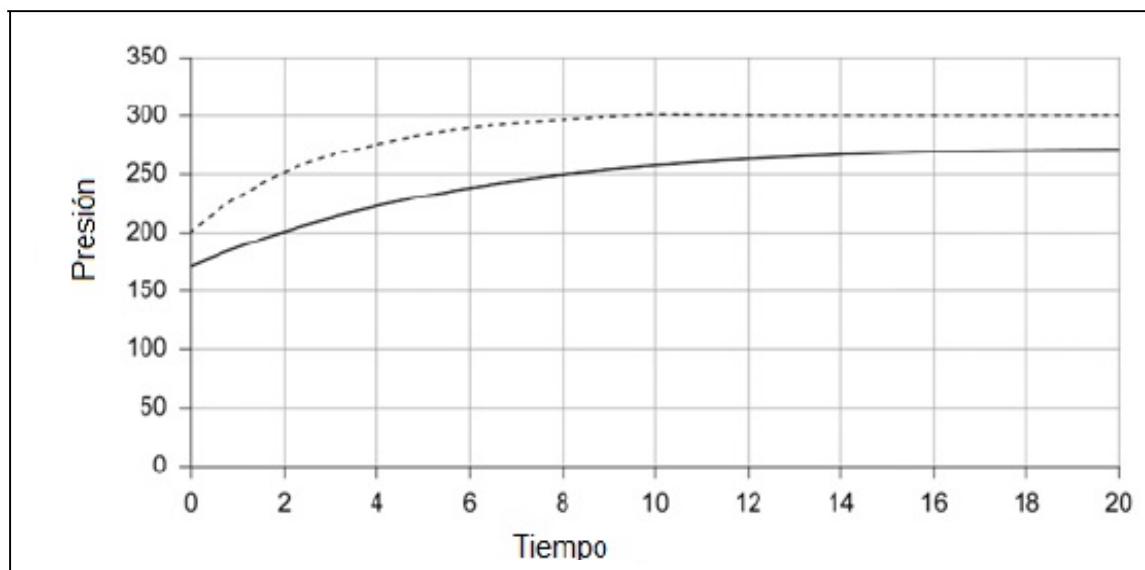
MAY-2019

2. La descomposición térmica del monóxido de dinitrógeno se produce de acuerdo con la ecuación:



La reacción se puede seguir midiendo la variación de la presión total, a temperatura constante, en función del tiempo.

Se muestran el eje x y el eje y con unidades arbitrarias.



- (a) Explique por qué, a medida que la reacción transcurre, la presión aumenta en la cantidad que se muestra. [2]

aumenta la cantidad/número de moles/moléculas «de gas» ✓
de 2 a 3/en un 50 % ✓
.....

- (b) Resuma, en términos de la teoría de las colisiones, cómo una disminución de presión podría afectar la velocidad de la reacción. [2]

«la velocidad de reacción disminuye»
disminuye la concentración/el número de moléculas en un volumen dado
 mayor espacio entre moléculas ✓
disminuye la frecuencia de las colisiones

menos colisiones por segundo/unidad de tiempo ✓

- (c) Se repite el experimento usando la misma cantidad de monóxido de dinitrógeno en el mismo aparato, pero a menor temperatura.

Dibuje aproximadamente, en los ejes de la pregunta 2, la gráfica que esperaría. [2]

menor gradiente inicial ✓

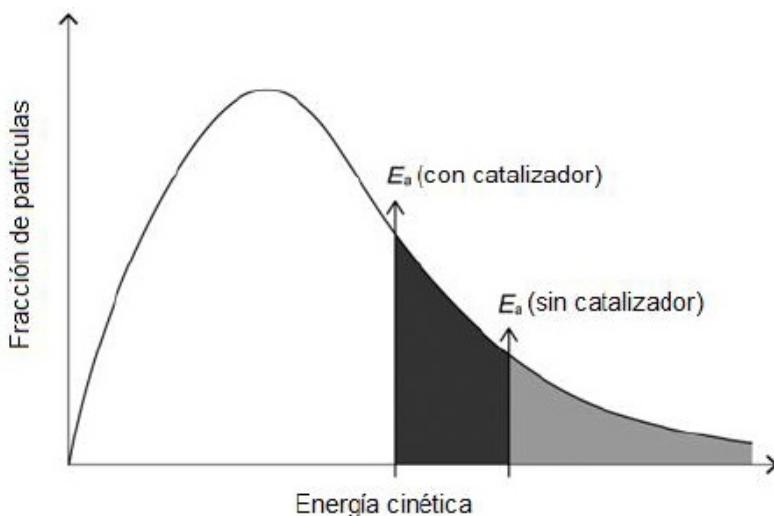
la presión inicial es menor Y la presión final del gas es menor «por un factor similar» ✓

- (d) El experimento dio un error en la velocidad porque el manómetro era inexacto. Resuma si repetir el experimento, usando el mismo aparato, y promediar los resultados reduciría el error.

[1]

- no Y es un error sistemático/no es un error aleatorio
 O
 no Y «magnitud similar» del error se produciría todas las veces ✓

- (e) La gráfica de abajo muestra la distribución de energías moleculares de Maxwell–Boltzmann a una temperatura específica.



La velocidad a la cual el monóxido de dinitrógeno se descompone aumenta significativamente por añadido de un catalizador óxido metálico.

Anote y use la gráfica para resumir por qué un catalizador tiene este efecto.

[2]

la E_a con catalizador y sin catalizador marcada en la gráfica Y con catalizador a menor energía ✓

«para la reacción con catalizador» mayor proporción de/más moléculas que tienen $E \geq E_a$ / $E > E_a$

O

« para la reacción con catalizador» mayor área debajo de la curva a la derecha de E_a ✓

NOV-2018

1. Se añaden 3,26 g de hierro en polvo a 80,0 cm³ de solución de sulfato de cobre(II) 0,200 mol dm⁻³. Se produce la siguiente reacción:



- (a) (i) Determine el reactivo limitante y muestre su trabajo. [2]

$$n_{\text{CuSO}_4} = 0,0800 \text{ dm}^3 \times 0,200 \text{ mol dm}^{-3} = 0,0160 \text{ mol}$$

Y

$$n_{\text{Fe}} = \frac{3,26 \text{ g}}{55,85 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0584 \text{ mol} \checkmark$$

CuSO₄ es el reactivo limitante ✓

- (ii) La masa de cobre obtenida experimentalmente fue 0,872 g. Calcule el rendimiento porcentual de cobre.

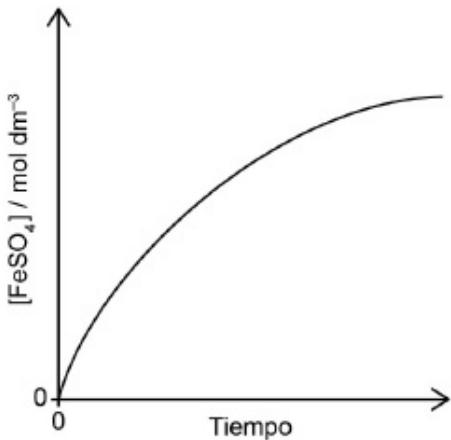
[2]

$$0,0160 \text{ mol} \times 63,55 \text{ g mol}^{-1} = 1,02 \text{ g} \checkmark$$

$$\left(\frac{0,872 \text{ g}}{1,02 \text{ g}} \times 100 \right) = 85,5 \% \checkmark$$

- (c) (i) Dibuje aproximadamente una gráfica de concentración de sulfato de hierro(II), FeSO₄, en función del tiempo en que transcurre la reacción.

[2]



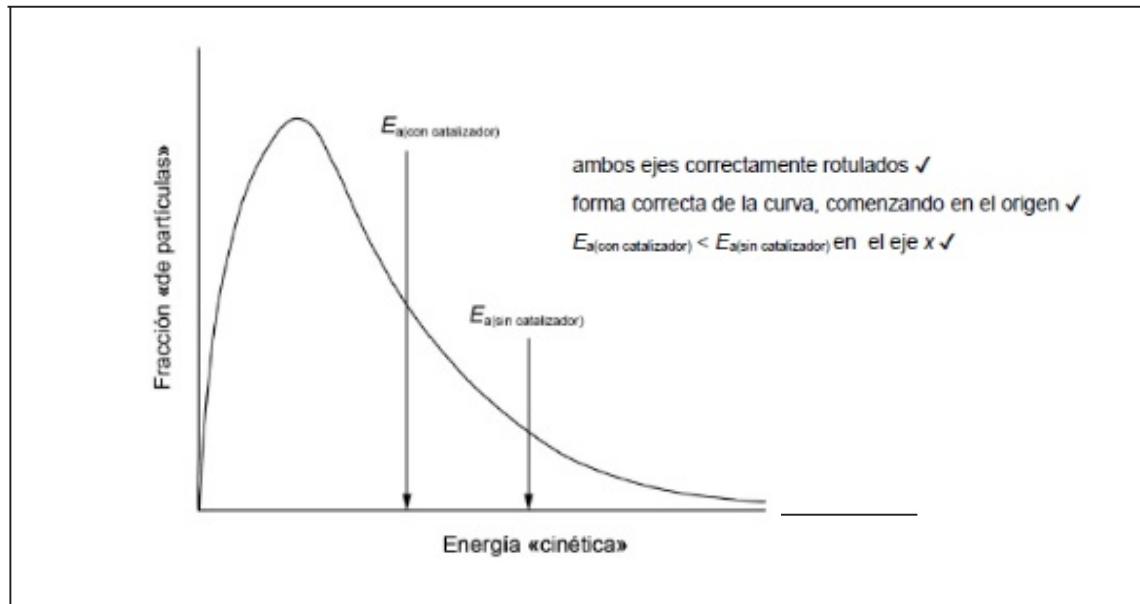
- (ii) Resuma cómo se puede determinar la velocidad de reacción inicial a partir de la gráfica del apartado (c)(i). [2]

.....
· «dibujar una» tangente a la curva en el tiempo = 0 ✓
· «velocidad es igual a» gradiente/pendiente «de la tangente» ✓

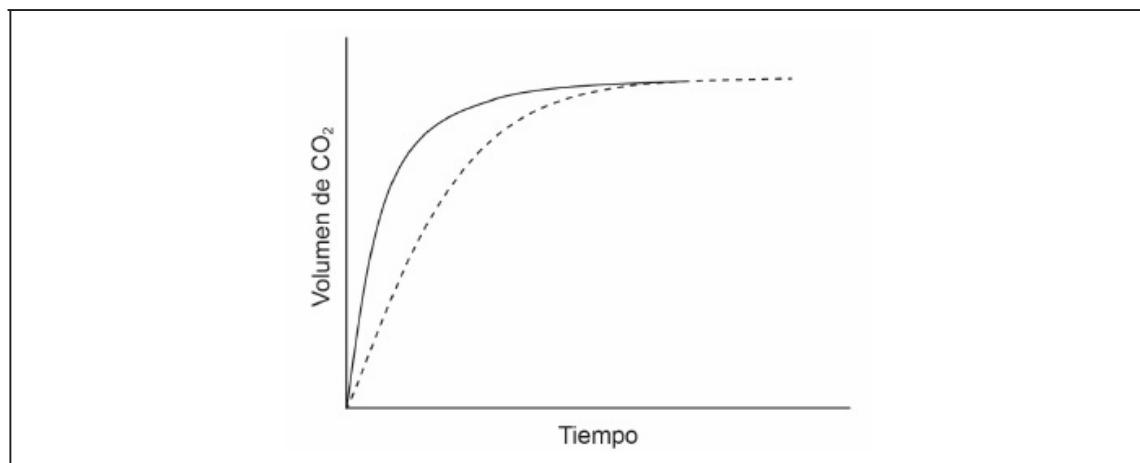
- (iii) Explique, por medio de la teoría de las colisiones, por qué si se reemplaza el hierro en polvo por un trozo de hierro de la misma masa, la velocidad de la reacción disminuye. [2]

.....
el trozo tiene menor área superficial ✓
menores colisiones por segundo/unidad de tiempo ✓
menor frecuencia de las colisiones

2. La construcción de gráficas es una herramienta importante en el estudio de la velocidad de las reacciones químicas.
- (a) Dibuje aproximadamente una curva de distribución de Maxwell–Boltzmann para una reacción química en la que muestre las energías de activación con y sin catalizador. [3]



- (b) Se añade un exceso de ácido clorhídrico a trozos de carbonato de calcio. La gráfica de abajo muestra el volumen de dióxido de carbono gaseoso que se produce en función del tiempo.



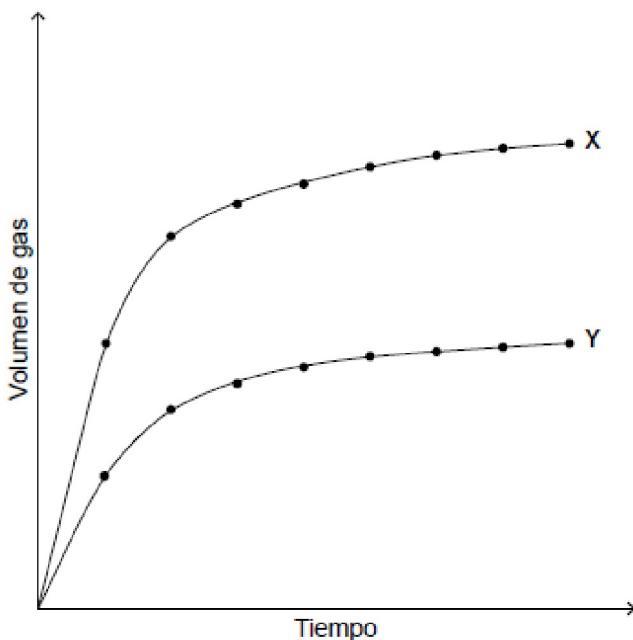
- (i) Dibuje aproximadamente en la gráfica una curva para mostrar el volumen de gas que se produce en función del tiempo, si la misma masa de carbonato de calcio se Tritura en lugar de usarla en forma de trozos. Todas las demás condiciones permanecen constantes. [1]

- (ii) Indique y explique qué efecto tendría sobre la velocidad de reacción el uso de ácido etanoico de la misma concentración en lugar de ácido clorhídrico. [2]

la velocidad disminuye
 «ácido etanóico» parcialmente disociado/ionizado «en solución/agua»
 menor $[H^+]$ ✓

NOV-2017

1. Un estudiante tituló una solución de ácido etanoico, CH_3COOH (aq), con $50,0\text{ cm}^3$ de hidróxido de sodio, $NaOH$ (aq), $0,995\text{ mol dm}^{-3}$ para determinar su concentración. Midió la temperatura de la mezcla de reacción después de cada añadido de ácido y la graficó en función del volumen de ácido.
- (e) Las curvas X e Y se obtuvieron cuando un carbonato metálico reaccionó con el mismo volumen de ácido etanoico en dos condiciones diferentes.



- (i) Explique la forma de la curva X en términos de la teoría de las colisiones. [2]

«inicialmente empinado porque» la concentración/el número de partículas es mayor al principio
el volumen producido por unidad de tiempo depende de la frecuencia de las colisiones

«la pendiente disminuye porque» la concentración/el número de partículas disminuye ✓
la velocidad depende de la frecuencia de las colisiones ✓

- (ii) Sugiera una posible razón que justifique las diferencias entre las curvas X e Y. [1]

la masa/cantidad/concentración de carbonato metálico es mayor en X

O

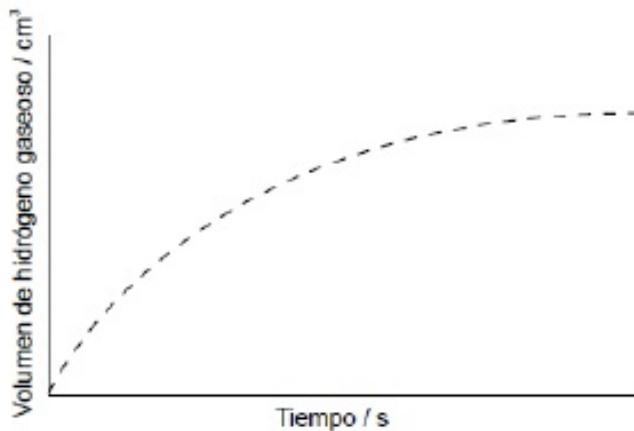
la concentración/cantidad de CH_3COOH es mayor en X ✓

MAY-2017

5. (a) El magnesio reacciona con ácido sulfúrico:



El gráfico muestra los resultados de un experimento en el que se usó ácido sulfúrico diluido y un exceso de cinta de magnesio.



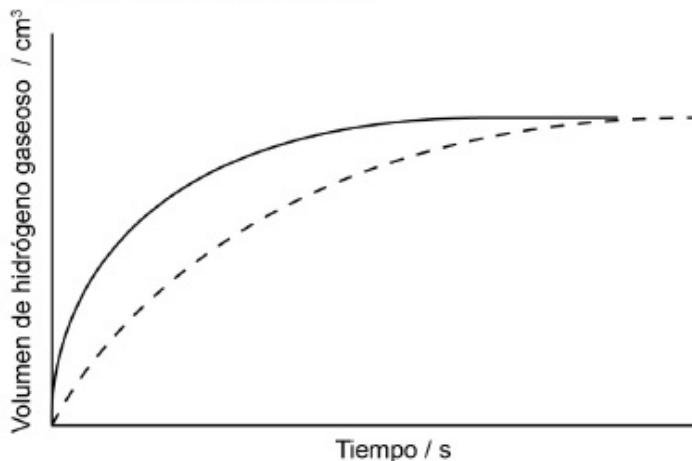
- (i) Resuma por qué la velocidad de la reacción disminuye con el tiempo. [1]

la concentración del ácido disminuye

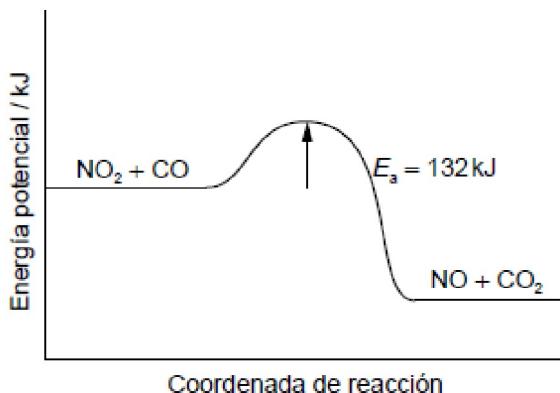
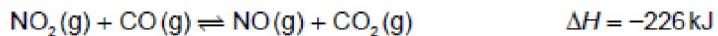
O

la superficie del magnesio disminuye ✓

- (ii) Dibuje aproximadamente, en el mismo gráfico, los resultados esperados si se repitiera el experimento con magnesio en polvo, manteniendo constante su masa y todas las demás variables. [1]



- (b) El dióxido de nitrógeno y el monóxido de carbono reaccionan de acuerdo con la siguiente ecuación:



Calcule la energía de activación para la reacción inversa. [1]

..... « $E_{a(\text{inversa})} = 226 + 132 \Rightarrow 358 \text{ «kJ»}$ ✓

- (ii) La energía liberada por la reacción de un mol de peróxido de hidrógeno con hidroquinona se usa para calentar 850 cm^3 de agua inicialmente a $21,8^\circ\text{C}$. Determine la mayor temperatura que alcanza el agua.

Capacidad calorífica específica del agua = $4,18 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

(Si no obtuvo una respuesta al apartado (i), use un valor de $200,0 \text{ kJ}$ para la energía liberada, aunque este valor no sea la respuesta correcta.)

[2]

..... $203,1 \text{ «kJ»} = 0,850 \text{ «kg»} \times 4,18 \text{ «kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times \Delta T \text{ «K»}$

O

.... « $\Delta T \Rightarrow 57,2 \text{ «K»}$ ✓

.... « $T_{final} = (57,2 + 21,8)^\circ\text{C} \Rightarrow 79,0^\circ\text{C} / 352,0 \text{ «K»}$ ✓

Si usó $200,0 \text{ kJ}$:

$200,0 \text{ «kJ»} = 0,850 \text{ «kg»} \times 4,18 \text{ «kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times \Delta T \text{ «K»}$

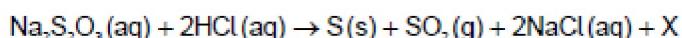
O

.... « $\Delta T \Rightarrow 56,3 \text{ «K»}$ ✓

.... « $T_{final} = (56,3 + 21,8)^\circ\text{C} \Rightarrow 78,1^\circ\text{C} / 351,1 \text{ «K»}$ ✓

NOV-2016

3. La solución de tiosulfato de sodio reacciona a temperatura ambiente con ácido clorhídrico diluido para formar un precipitado de azufre.



- (a) Identifique la fórmula y el símbolo de estado de X.

[1]

..... H₂O Y (l) ✓

- (b) Sugiera por qué el experimento se debería llevar a cabo bajo campana extractora o en un laboratorio bien ventilado.

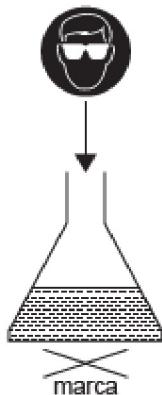
[1]

el SO₂(g) es irritante/causa problemas respiratorios

O

el SO₂(g) es venenoso/tóxico ✓

- (c) El precipitado de azufre torna la mezcla opaca, por eso, una marca debajo de la mezcla de reacción desaparece con el transcurso del tiempo.



Se añadieron 10,0 cm³ de ácido clorhídrico 2,00 mol dm⁻³ a 50,0 cm³ de solución de tiosulfato de sodio a la temperatura T₁. Los estudiantes midieron el tiempo que tarda la marca en desaparecer a simple vista. El experimento se repitió a diferentes concentraciones de tiosulfato de sodio.

Experimento	[Na ₂ S ₂ O ₃ (aq)] / mol dm ⁻³	Tiempo, t, para que la marca desaparezca / s ± 1 s	$\frac{1}{t} / 10^{-3} \text{ s}^{-1}$
1	0,150	23	43,5
2	0,120	27	37,0
3	0,090	36	27,8
4	0,060	60	16,7
5	0,030	111	9,0

* Se puede usar la inversa del tiempo en segundos como medida de la velocidad de reacción.

[Fuente: Adaptado de <http://www.flinnsci.com/>]

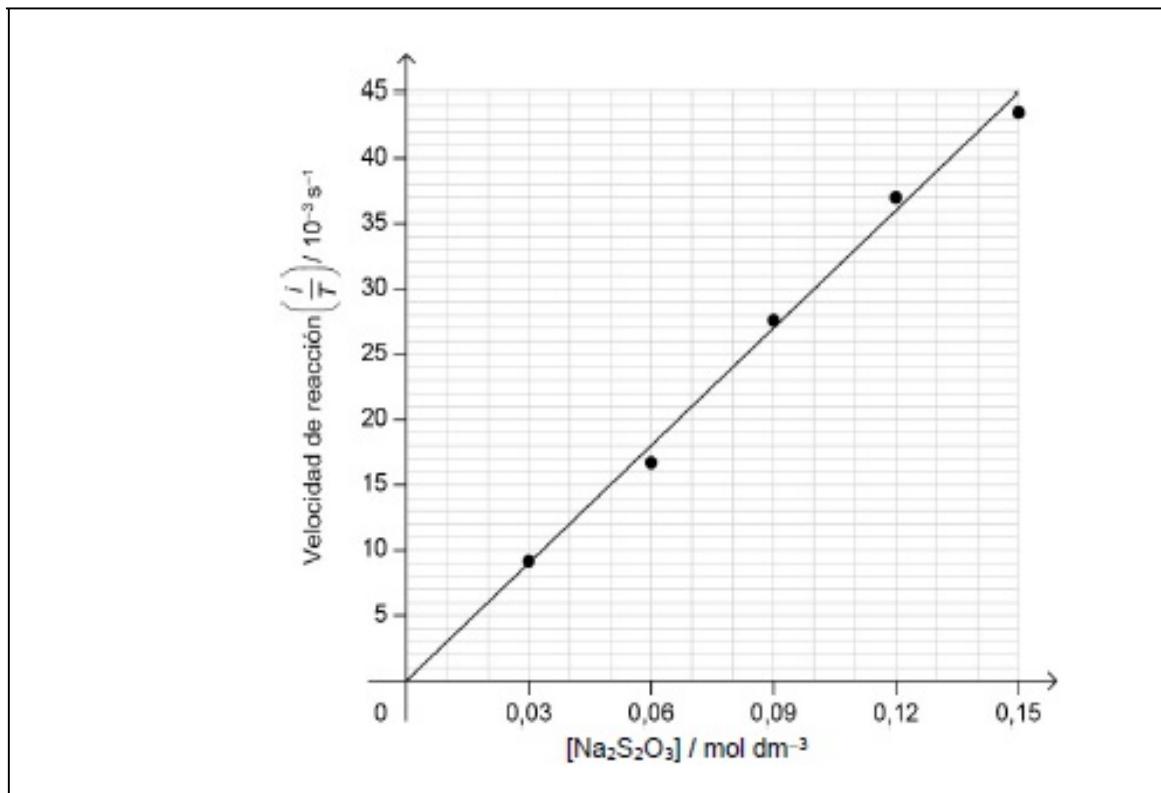
Muestre que el ácido clorhídrico añadido al matraz en el experimento 1 está en exceso. [2]

$$n(\text{HCl}) = \left\langle \frac{10,0}{1000} \text{ dm}^3 \times 2,00 \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow 0,0200 / 2,00 \times 10^{-2} \text{ «mol}} \right\rangle$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \left\langle \frac{50}{1000} \text{ dm}^3 \times 0,150 \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow 0,00750 / 7,50 \times 10^{-3} \text{ «mol}} \right\rangle$$

$$0,0200 \text{ «mol}} > 0,0150 \text{ «mol}}$$

- (d) Dibuje, en los ejes provistos, la línea de ajuste de $\frac{1}{t}$ en función de la concentración de tiosulfato de sodio. [2]

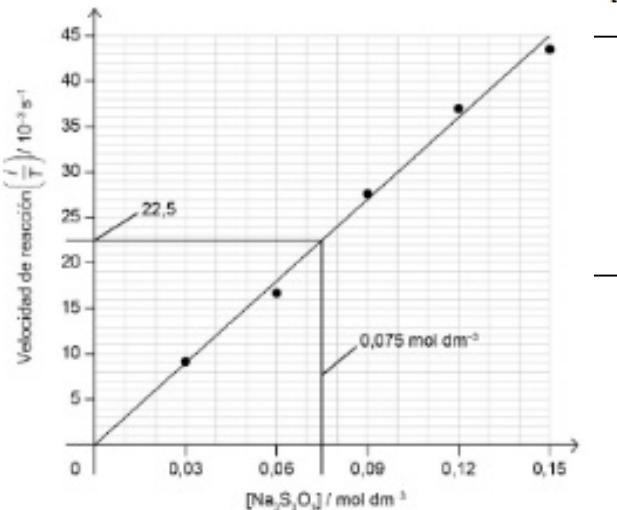


- (e) Un estudiante decidió llevar a cabo otro experimento usando una solución de tiosulfato de sodio $0,075 \text{ mol dm}^{-3}$ en las mismas condiciones. Determine el tiempo que tarda la marca en desaparecer.

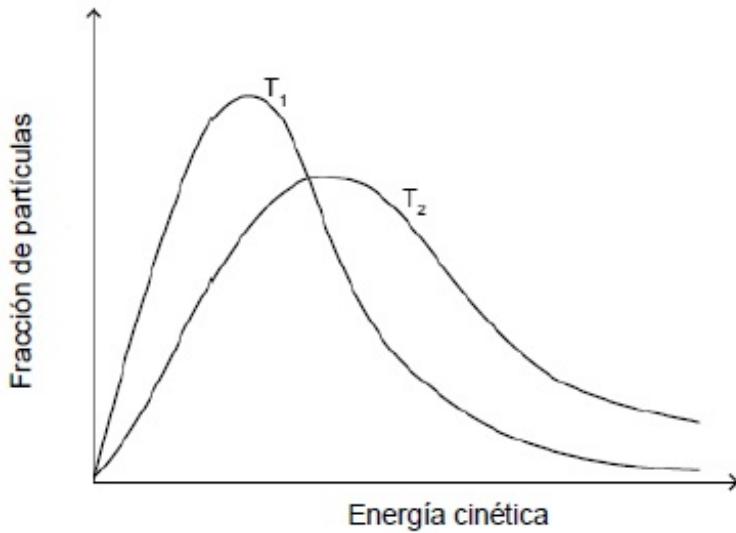
[2]

$$22,5 \times 10^{-3} \text{ «s}^{-1}» \checkmark$$

$$\text{«tiempo} = \frac{1}{22,5 \times 10^{-3}} \Rightarrow 44,4 \text{ «s}» \checkmark$$

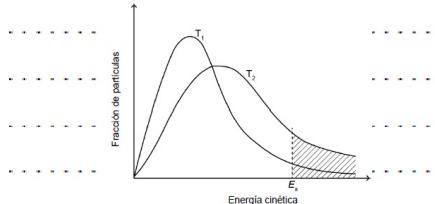


- (f) Se llevó a cabo un experimento adicional a mayor temperatura, T_2 .
- (i) En los mismos ejes, dibuje aproximadamente curvas de distribución de energía de Maxwell-Boltzmann a las dos temperaturas T_1 y T_2 , donde $T_2 > T_1$. [2]



- (ii) Explique por qué a mayor temperatura aumenta la velocidad de reacción. [2]

mayor proporción de moléculas tienen $E \geq E_a$ o $E > E_a$
 mayor área bajo de la curva hacia la derecha de E_a
 mayor frecuencia de colisiones «entre moléculas»
 más colisiones por unidad de tiempo/segundo ✓



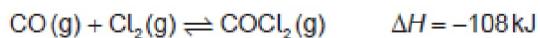
- (g) Sugiera una razón por la cual los valores de las velocidades de reacción obtenidas a temperaturas mayores pueden ser menos exactas. [1]

se acorta el tiempo de reacción por eso habrá mayor «%» de error en la medición del tiempo/en ver cuando la marca desaparece ✓

.....

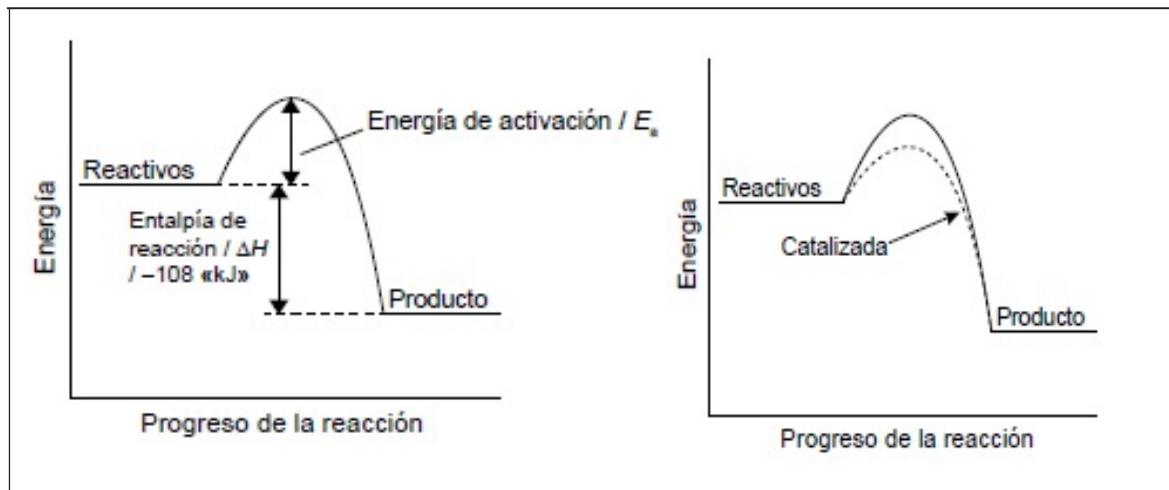
MAY-2016

3. El fosgeno, COCl_2 , se obtiene generalmente por la reacción entre el monóxido de carbono y el cloro de acuerdo con la ecuación:



- (b) (i) En los ejes dados, dibuje aproximadamente el perfil de energía potencial para la síntesis del fosgeno, indicando la entalpía de la reacción y la energía de activación.

[2]

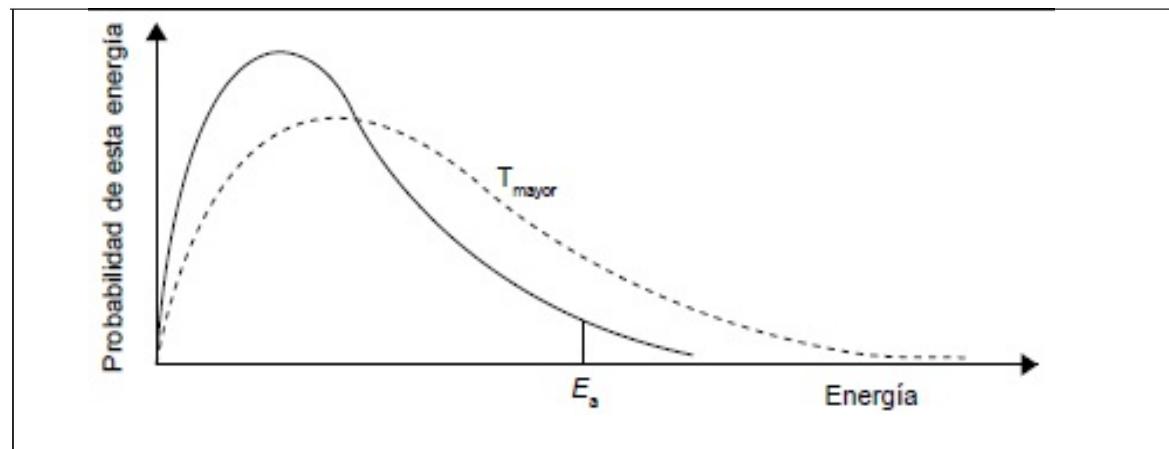


- (ii) Esta reacción se lleva a cabo normalmente usando un catalizador. Dibuje una línea de puntos rotulada "Catalizada" en el diagrama de arriba para indicar el efecto del catalizador.

[1]

- (iii) Dibuje aproximadamente y rotule una segunda curva de distribución de energía de Maxwell–Boltzmann que represente el mismo sistema pero a mayor temperatura, T_{mayor} .

[1]

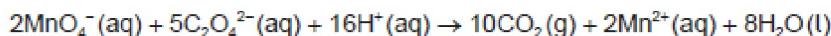


- (iv) Explique por qué un aumento de temperatura aumenta la velocidad de esta reacción.

[2]

- mayor proporción de moléculas poseen $E \geq E_a$ o $E > E_a$
- mayor área bajo la curva a la derecha de la E_a
- mayor frecuencia de las colisiones «entre las moléculas»
- más colisiones por unidad de tiempo/segundo ✓

6. (a) Una solución púrpura de manganato(VII) de potasio, KMnO_4 , reacciona con iones etanodioato de acuerdo con la siguiente ecuación.

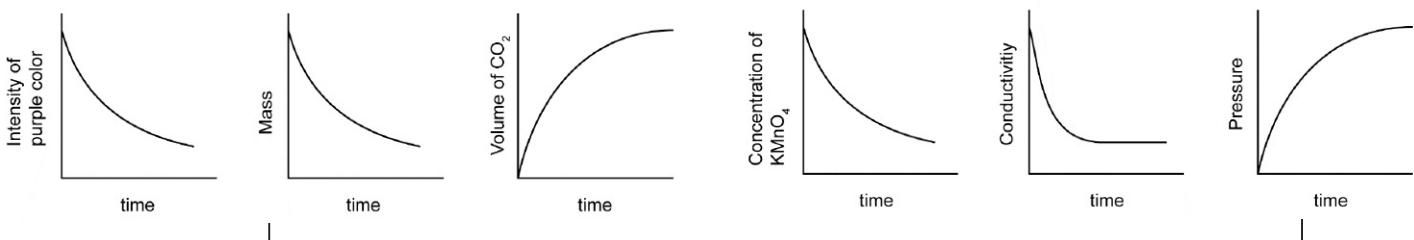


- (i) Resuma un procedimiento experimental que se pueda usar para medir la velocidad de esta reacción. [3]

use of gas syringe / inverted gas tube; change/increase volume of carbon dioxide; recording of volume at regular time intervals / recording time needed for volume to become constant;	use of conductivity meter/probe; change/decrease in conductivity of reaction mixture
use of (analytical) balance/scale; change/decrease in mass of reaction mixture;	use of pressure sensor; change/increase in pressure of gas;
use of colorimeter/colorimetry; measure change/decrease in intensity of (purple) colour; recording of colour intensity at regular time intervals / recording time needed for colour to disappear; calibration curve with known concentration;	use of pH meter/probe; change/increase in pH of reaction mixture

- (ii) Esquematice un gráfico para mostrar los resultados del procedimiento experimental resumido en (a) (i). [2]

Examples of graph:



- (iii) Resuma cómo la velocidad de reacción en un momento dado se puede determinar a partir del gráfico. [1]

rate = slope/gradient of tangent;

- (iv) Discuta, en términos de la teoría de las colisiones, el efecto de aumentar la temperatura sobre la velocidad de esta reacción. [3]

(rate increases due to)
increase in (average) kinetic energy/speed of the particles;
increase in frequency of collisions/collisions per unit time;
greater proportion/number of particles have energy $\geq E_a$;