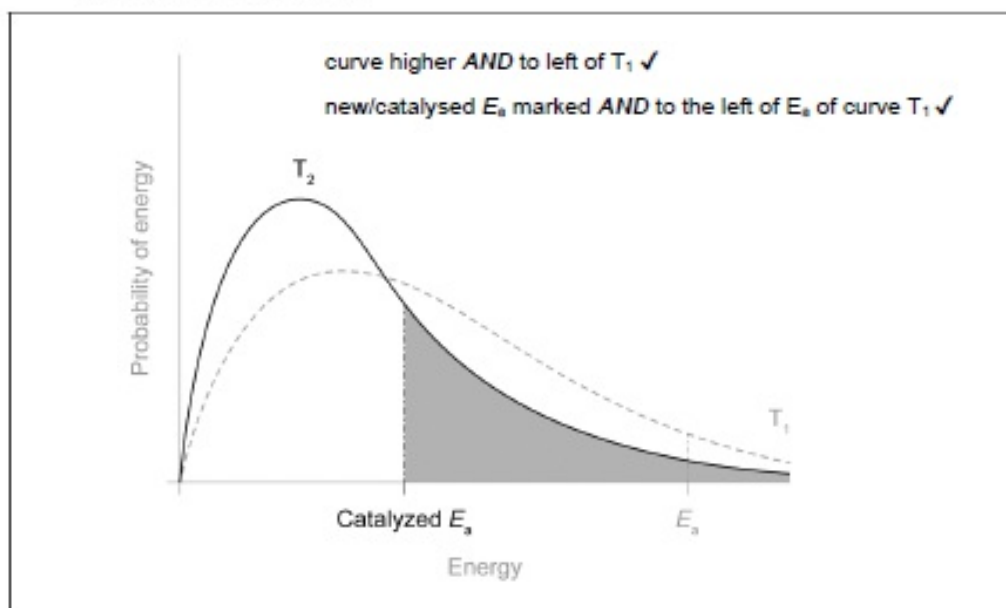


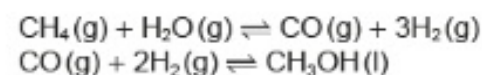


1. El peróxido de hidrógeno puede reaccionar con metano y oxígeno para formar metanol. Esta reacción puede ocurrir por debajo de 50°C si se usa un catalizador de nanopartículas de oro.

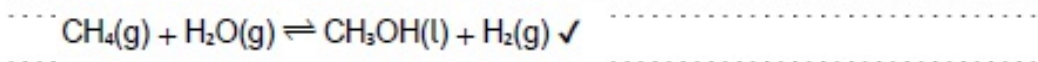
(a) El diagrama muestra la curva de Maxwell-Boltzmann para la reacción no catalizada. Dibuje una curva de distribución a una temperatura más baja (T_2) y muestre en el diagrama cómo la la adición de un catalizador permite que la reacción tenga lugar más rápidamente que en T_1 . [2]



(b) El metanol generalmente se fabrica a partir de metano en un proceso de dos etapas.



(i) Determine la ecuación general para la producción de metanol. [1]



(ii) 8,00 g de metano se convierten completamente en metanol. Calcula, a tres cifras significativas, el volumen final de hidrógeno en PTN, en dm^3 . Utilice las secciones 2 y 6 del cuadernillo de datos. [3]

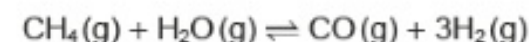
$$\text{amount of methane} = \frac{8.00 \text{ g}}{16.05 \text{ g mol}^{-1}} = 0.498 \text{ mol} \quad \checkmark$$

$$\text{amount of hydrogen} = \text{amount of methane} \times 0.498 \text{ mol} \quad \checkmark$$

$$\text{volume of hydrogen} = 0.498 \text{ mol} \times 22.7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 11.3 \text{ dm}^3 \quad \checkmark$$

Award [2 max] for 11.4 dm^3 due to rounding of mass to 16/moles to 0.5. »

(d) Considere la primera etapa de la reacción.

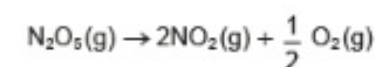


(i) Determine el cambio de entalpía, ΔH , en kJ. Utilice la sección 11 del cuadernillo de datos.

Entalpía de enlace de CO = 1077 kJ mol⁻¹. [3]

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ bonds broken} &= 4 \times 414 \text{ kJ} + 2 \times 463 \text{ kJ} = 2582 \text{ kJ} \quad \checkmark \\ \Sigma \text{ bonds formed} &= 1077 \text{ kJ} + 3 \times 436 \text{ kJ} = 2385 \text{ kJ} \quad \checkmark \\ \Delta H &= \Sigma \text{ bonds broken} - \Sigma \text{ bonds formed} = (2582 \text{ kJ} - 2385 \text{ kJ}) = +197 \text{ kJ} \quad \checkmark \end{aligned}$$

Cuando se calienta el pentóxido de dinitrógeno, N_2O_5 , el gas incoloro sufre descomposición para producir dióxido de nitrógeno marrón:



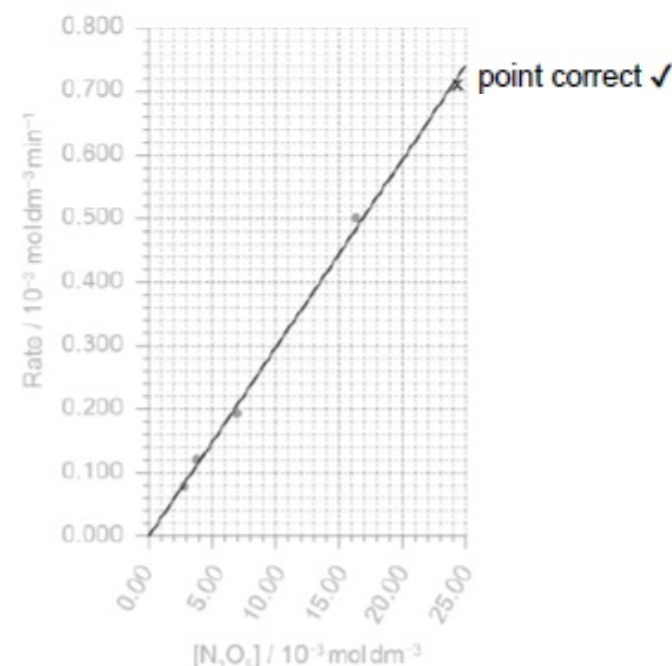
(a) Sugiera cómo podría medirse el avance de la descomposición. [1]

use colorimeter change in volume
change in colour change in pressure

(b) Se dan datos para la descomposición a temperatura constante.

$[\text{N}_2\text{O}_5] / 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$	Rate / $10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$
2.74	0.078
3.68	0.121
6.89	0.197
16.27	0.498
24.30	0.710

(i) Trace el punto que falta en el gráfico y dibuje la línea de mejor ajuste. [2]



straight line passing close to all points **AND** through origin ✓

(ii) Deducir la relación entre la concentración de N_2O_5 y la velocidad de reacción [1]

« rate of reaction is directly » proportional to $[\text{N}_2\text{O}_5]$
 OR
 doubling concentration doubles rate ✓

(iii) Resuma por qué al aumentar la concentración de N_2O_5 aumenta la velocidad de reacción. [1]

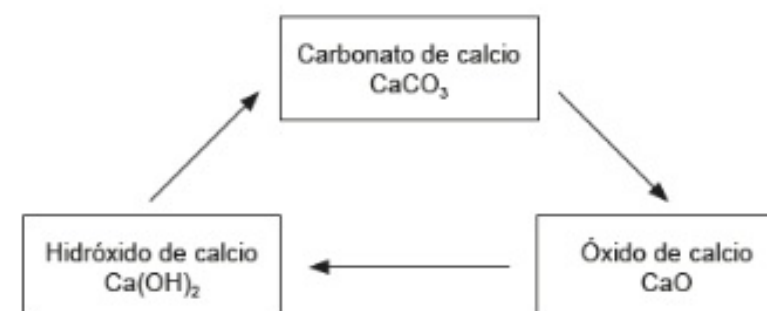
greater frequency of collisions «as concentration increases»
 OR
 more collisions per unit time «as concentration increases» ✓

Accept
 "rate/chance/probability/likelihood"
 instead of "frequency".

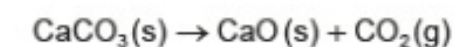
Do not accept just "more collisions".

May-2021 TZ2

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]

« $n_{\text{CaCO}_3} = \frac{555 \text{ g}}{100,09 \text{ g mol}^{-1}} = 5,55 \text{ «mol»}$ » ✓ Acepte método usando $pV = nRT$ para obtener
 el volumen con el valor de p en 100 kPa (126
 dm^3) o en 101.3 kPa (125 dm^3).
 « $V = 5,55 \text{ mol} \times 22,7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 126 \text{ «dm}^3\text{»}$ » ✓ No penalice el uso de $22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ para
 obtener el volumen (124 dm^3)

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

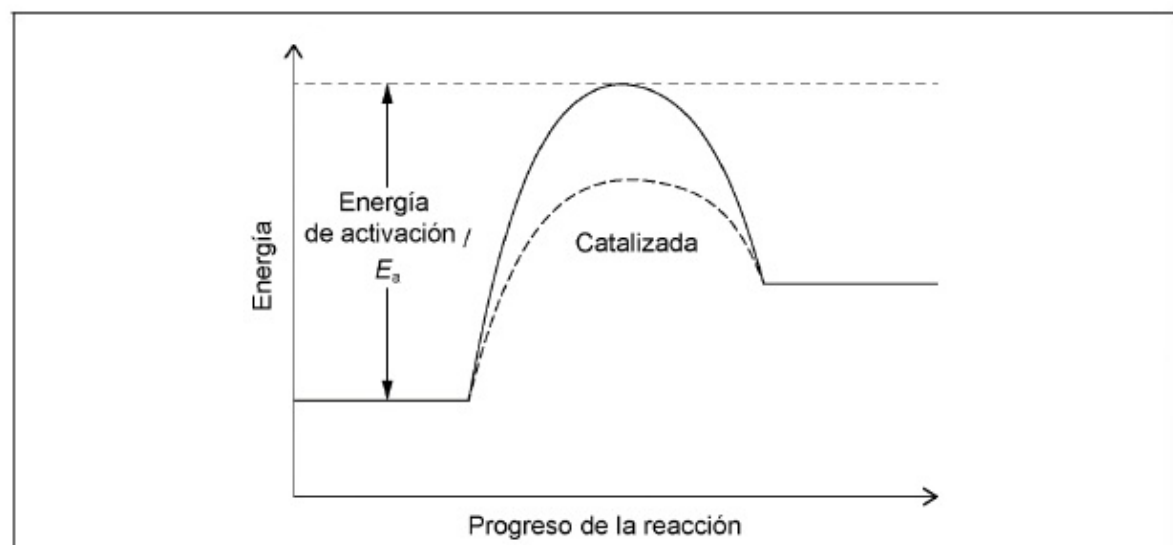
Sustancia	$\Delta H_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{CaCO}_3(\text{s})$	−1207
$\text{CaO}(\text{s})$	−635
$\text{CO}_2(\text{g})$	−393,5

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

« $\Delta H = (-635 \text{ «kJ»} - 393,5 \text{ «kJ»}) - (-1207 \text{ «kJ»})$ » ✓ Adjudique [1 **máx**] por −179 kJ.
 Ignore el paso suplementario para calcular la
 variación de entalpía en kJ: 179 $\text{kJ mol}^{-1} \times$

 5.55 mol = 993 «kJ».
 Adjudique [2] para una respuesta en el rango
 990-993 «kJ»

(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]



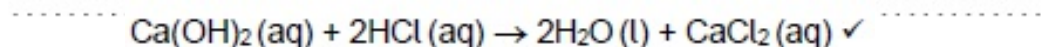
(ii) Resuma por qué un catalizador tiene tal efecto. [1]

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

No acepte solo "menor energía de activación"

(d) La segunda etapa del ciclo de la caliza produce hidróxido de calcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

(i) Escriba la ecuación para la reacción del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (aq) con ácido clorhídrico, HCl (aq). [1]



(ii) Determine el volumen, en dm^3 , de una solución de hidróxido de calcio $0,015 \text{ mol dm}^{-3}$, necesario para neutralizar $35,0 \text{ cm}^3$ de HCl (aq) $0,025 \text{ mol dm}^{-3}$. [2]

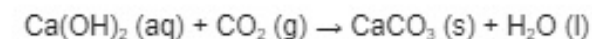
$$\llcorner n_{\text{HCl}} = 0,0350 \text{ dm}^3 \times 0,025 \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow 0,00088 \text{ «mol»} \quad \dots\dots\dots$$

$$n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = \frac{1}{2} n_{\text{HCl}} / 0,00044 \text{ «mol»} \quad \checkmark \quad \dots\dots\dots \frac{1}{2} \times 0,00088 \text{ mol}$$

$$\llcorner V = \frac{0,00044 \text{ mol}}{0,015 \text{ mol dm}^{-3}} \Rightarrow 0,029 \text{ «dm}^3\text{»} \quad \checkmark$$

Adjudique [1 max] para 0.058 «dm³».

(d) El hidróxido de calcio reacciona con dióxido de carbono para formar nuevamente carbonato de calcio.



(i) Determine la masa, en g, de $\text{CaCO}_3(\text{s})$ producida por reacción de $2,41 \text{ dm}^3$ de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (aq) $2,33 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ con $0,750 \text{ dm}^3$ de $\text{CO}_2(\text{g})$ a PTN. [2]

$$\llcorner n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 2,41 \text{ dm}^3 \times 2,33 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow 0,0562 \text{ «mol»} \quad \checkmark \quad \dots\dots\dots$$

$$n_{\text{CO}_2} = \llcorner \frac{0,750 \text{ dm}^3}{22,7 \text{ mol dm}^{-3}} \Rightarrow 0,0330 \text{ «mol»} \quad \checkmark \quad \dots\dots\dots$$

« CO_2 es el reactivo limitante.»

$$\llcorner m_{\text{CaCO}_3} = 0,0330 \text{ mol} \times 100,09 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow 3,30 \text{ «g»} \quad \checkmark \quad \dots\dots\dots$$

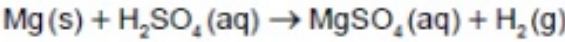
(ii) En el experimento e(i), se recogieron 2,85 g de CaCO_3 . Calcule el rendimiento porcentual de CaCO_3 .

(Si no obtuvo respuesta en d(i), use 4,00 g, pero este no es el valor correcto.) [1]

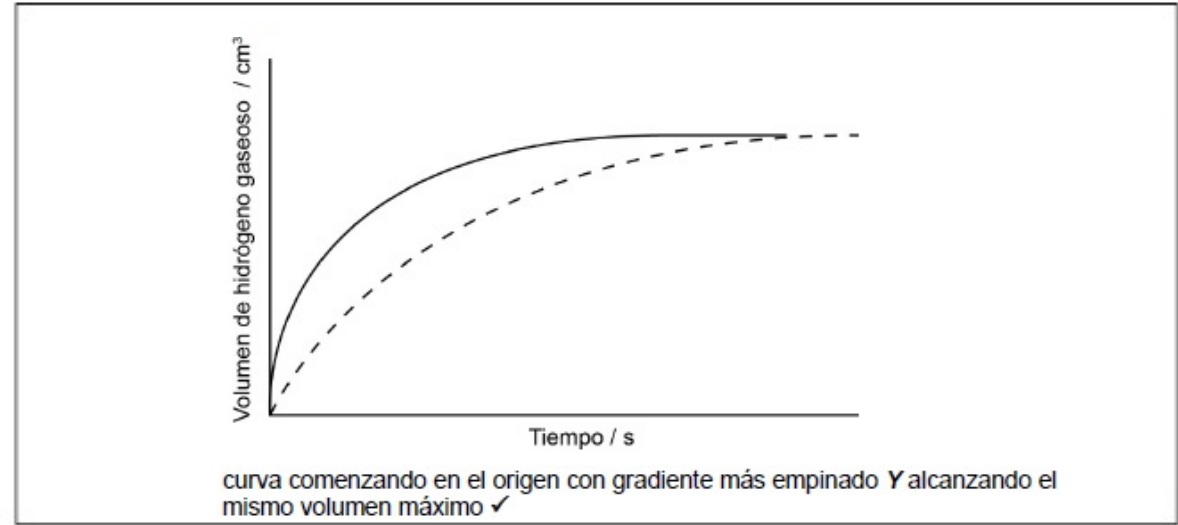
$$\llcorner \frac{2,85}{3,31} \times 100 \Rightarrow 86,4 \text{ «%»} \quad \checkmark \quad \dots\dots\dots$$

May-2017 TZ1

4. (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]

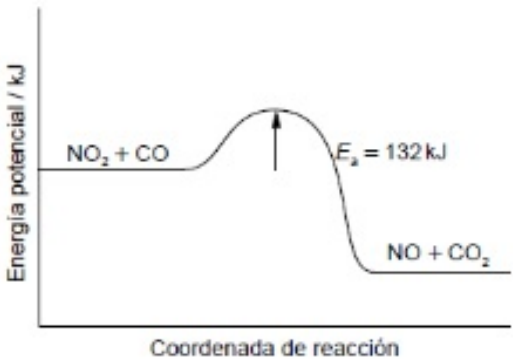
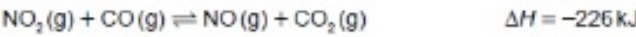
Acepte "menor frecuencia/chance/velocidad/probabilidad de colisiones".
No acepte solamente "menos ácido" o "menos magnesio".
No acepte "concentraciones de reactivos disminuyen".

- 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:

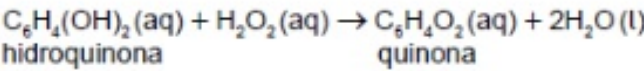


Calcule la energía de activación para la reacción inversa.

[1]

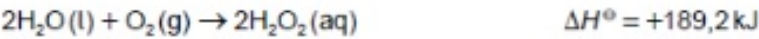
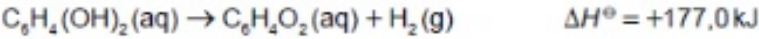
$$E_{a(\text{inversa})} = 226 + 132 = 358 \text{ «kJ»} \checkmark$$

5. El escarabajo bombardero atomiza una mezcla de hidroquinona y peróxido de hidrógeno para defenderse de los predadores. La ecuación para la reacción que ocurre durante la producción del aerosol se puede escribir como:



(a) (i) Calcule la variación de entalpía, en kJ, para la reacción de atomización, usando los datos de abajo.

[2]



$$\Delta H = 177,0 - \frac{189,2}{2} - 285,5 \text{ «kJ»} \checkmark$$

$$\Delta H = -203,1 \text{ «kJ»} \checkmark$$

(ii) La energía liberada por la reacción de un mol de peróxido de hidrógeno con hidroquinona se usa para calentar 850 cm³ de agua inicialmente a 21,8 °C.

Determine la mayor temperatura que alcanza el agua.

Capacidad calorífica específica del agua = 4,18 kJ kg⁻¹ K⁻¹.

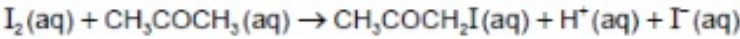
(Si no obtuvo una respuesta al apartado (i), use un valor de 200,0 kJ para la energía liberada, aunque este valor no es la respuesta correcta.)

[2]

$$\begin{aligned} 203,1 \text{ «kJ»} &= 0,850 \text{ «kg»} \times 4,18 \text{ «kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{»} \times \Delta T \text{ «K»} && \text{Si usó 200,0 kJ:} \\ 200,0 \text{ «kJ»} &= 0,850 \text{ «kg»} \times 4,18 \text{ «kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{»} \times \Delta T \text{ «K»} \\ \Delta T &= 57,2 \text{ «K»} \checkmark && \Delta T = 56,3 \text{ «K»} \checkmark \\ T_{\text{final}} &= (57,2 + 21,8)^\circ\text{C} = 79,0^\circ\text{C} / 352,0 \text{ «K»} \checkmark && T_{\text{final}} = (56,3 + 21,8)^\circ\text{C} = 78,1^\circ\text{C} / 351,1 \text{ «K»} \checkmark \end{aligned}$$

May-2017 TZ1

6. La velocidad de yodación de propanona catalizada por ácido se puede seguir midiendo cómo la concentración de yodo cambia con el tiempo.

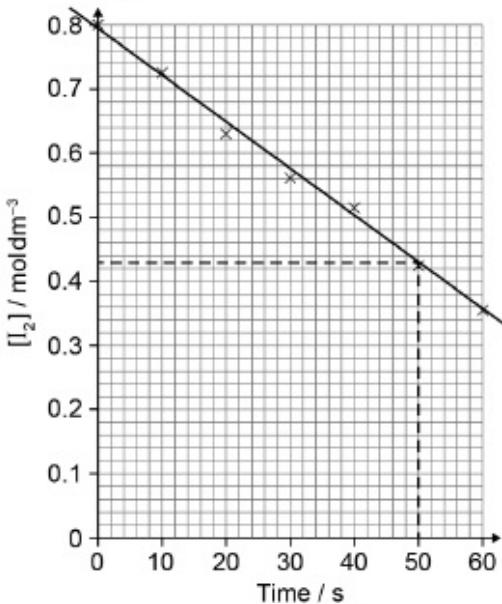


(a) (i) Sugiera cómo podría seguirse el cambio de la concentración de yodo. [1]

use a colorimeter/monitor the change in colour *Accept change in pH.*
OR *Accept change in conductivity.*
take samples **AND** quench **AND** titrate «with thiosulfate» ✓

(ii) Una estudiante obtuvo estos resultados con $[\text{H}^+] = 0,15 \text{ mol dm}^{-3}$. Propanona y ácido estaban en exceso y el yodo era el reactivo limitante.

Determine la velocidad relativa de reacción cuando $[\text{H}^+] = 0,15 \text{ mol dm}^{-3}$. [2]



best fit line ✓
relative rate of reaction = $\frac{-\Delta y}{\Delta x} = \frac{-(0.43 - 0.80)}{50} = 0.0074/7.4 \times 10^{-3}$ ✓
Accept range from 0.0070 to 0.0080.

(b) Luego, la estudiante llevó a cabo el experimento a otras concentraciones de ácido con todos los demás condiciones que permanecen sin cambios.

$[\text{H}^+] / \text{mol dm}^{-3}$	Relative rate of reaction
0.05	0.0025
0.10	0.0051
0.20	0.0100

Indique y explique la relación entre la velocidad de reacción y la concentración de ácido. [2]

rate of reaction is «directly» proportional to $[\text{H}^+]$
OR
rate of reaction $\propto [\text{H}^+]$ ✓
more frequent collisions/more collisions per unit of time «at greater concentration» ✓

Accept "doubling the concentration doubles the rate".
Do not accept "rate increases as concentration increases".
Do not accept collisions more likely.

7. Esta pregunta es sobre compuestos de carbono y cloro.
(c) (i) Un posible producto, X, de la reacción del etano con cloro tiene el siguiente composición en masa:
carbono: 24,27 %, hidrógeno: 4,08 %, cloro: 71,65 %
Determine la fórmula empírica del producto. [2]

$\text{C} = \frac{24.27}{12.01} = 2.021$ **AND** $\text{H} = \frac{4.08}{1.01} = 4.04$ **AND** $\text{Cl} = \frac{71.65}{35.45} = 2.021$ ✓
«hence» CH_2Cl ✓

Accept $\frac{24.27}{12.01} : \frac{4.08}{1.01} : \frac{71.65}{35.45}$.
Do not accept $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$.

Determine la fórmula molecular si la masa molar del compuesto es 99. [1]

$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$