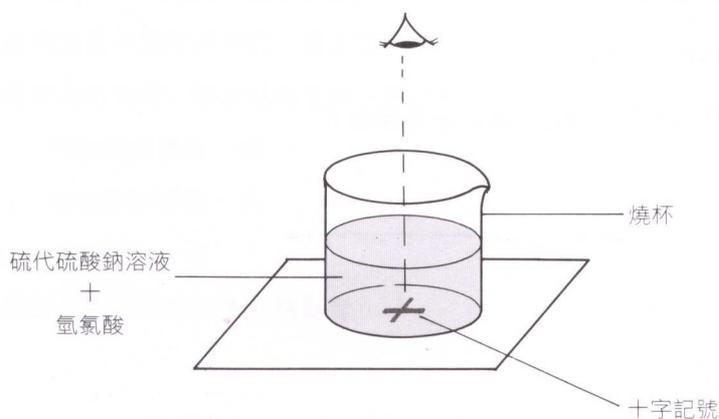
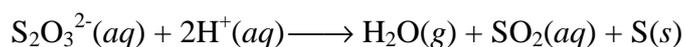


S.6S

13/10/2008

1. 將一小塊銅 (copper) 放入 35°C 的稀硝酸 (dilute nitric acid) 中，反應進行較慢，有氣泡 (effervescent) 產生及生成一藍色溶液。
- 寫出銅與稀硝酸反應的離子方程式 (ionic equation)。
 - 試述增加此反應的速率 (rate of reaction) 的三種方法。
 - 試述下列的改變，哪個最能增加反應速率 (reaction rate)？
 - 增加酸的濃度一倍
 - 增加酸的體積一倍
 - 增加溫度一倍
 哪個對反應的起始速率並無影響？
2. 某學生在 20°C 進行一實驗，以研究硫代硫酸鈉 (sodium thiosulphate) 濃度 (concentration) 對下列反應速率 (reaction rate) 的影響：



該學生按下所列的分量，在類似的燒杯中製備四個硫代硫酸鈉溶液的樣本。他把盛有樣本 I 的燒杯放在一個黑色「+」字記號上，然後加入 20 cm³ 的 2 M HCl，並記錄記號從視線中消失所需的時間 t。他用其餘樣本重複這實驗，所得結果如下：

樣本	樣本的成分		t (s)	1/t /s ⁻¹
	0.1 M 硫代硫酸鈉溶液的體積 /cm ³	水的體積 /cm ³		
I	20.0	0.0	37	0.0270
II	15.0	5.0	50	0.0200
III	10.0	10.0	76	0.0133
IV	5.0	15.0	154	0.0065

2. (a) 試解釋下列各題：
- 製備樣本 II, III 和 IV 時，須把水加入硫代硫酸鈉溶液中。
 - 燒杯須放置在一個黑色十字記號上。
 - t 秒後黑色十字記號會從視線中消失。
 - 各樣本中須用相同體積的酸。
- (b) 繪出所用 0.1 M 硫代硫酸鈉溶液的體積對 $\frac{1}{t}$ 的座標圖 (graph)。
- (c) 若把 20 cm³ 的 2 M HCl 加入一含有 16 cm³ 的 0.1 M 硫代硫酸鈉溶液和 4 cm³ 水的樣本時。試利用你所給繪的座標圖推測記號消失所需的時間。
- (d) 硫代硫酸鈉溶液的濃度和反應速率有甚麼關係？試利用所繪的座標圖以解釋你的答案。
3. (a) 解釋「速率方程式」(rate equation)、「反應級數」(rate order) 和「速率常數」(rate constant) 這些詞彙 (glossary) 的意思。

- (b) 乙酸乙酯 (ethyl ethanoate) 在酸性水溶液 (aqueous acidic solution) 中的水解反應 (hydrolysis) 可以用以下化學方程式表示：

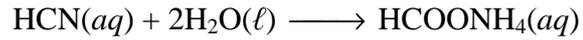


以下是此反應在使用不同濃度的氫氯酸 (hydrochloric acid) 時所得的數據：

時間	使用 0.1 M HCl 時乙酸乙酯的 濃度 (mol dm ⁻³)	使用 0.2 M HCl 時乙酸乙酯的 濃度 (mol dm ⁻³)
0	0.200	0.200
25	0.152	0.115
50	0.115	0.067
75	0.088	0.038
100	0.067	0.022
125	0.051	0.013

- 利用以上數據，繪畫乙酸乙酯的濃度對時間的線圖。
 - 利用 (i) 的線圖，
 - 證明乙酸乙酯的反應級數是一級的；
 - 計算氫氯酸的反應級數。
 - 推斷此反應的速率方程式，並計算其速率常數 (附上單位)。
- (c) 為甚麼在此實驗中不能夠測定水的反應級數？

4. 氰化氫 (hydrogen cyanide) 在水溶液中轉化為甲酸銨 (ammonium methanoate) 的過程如下化學方程式所示：



在 330 K 時，該反應的速率方程式 (rate equation) 是：

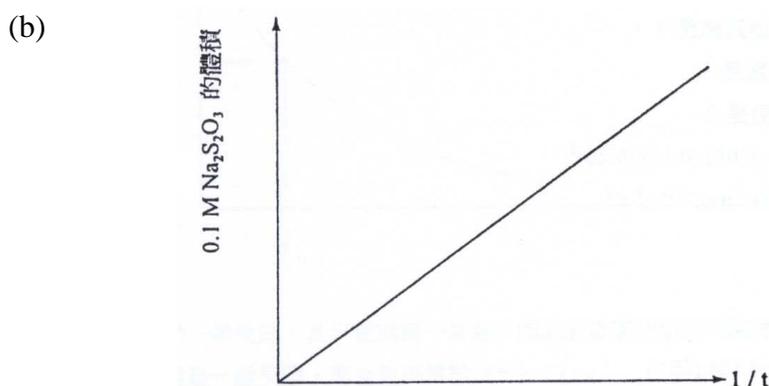
$$-\frac{d[\text{HCN}(aq)]}{dt} = 8 \times 10^{-8} [\text{HCN}(aq)]$$

其中 k 以 s^{-1} 為單位。

- (a) 計算該反應的半衰期 (half-life time)。
(b) 計算氰化氫的濃度由 0.050 M 下降至 0.040 M 的所需時間。

1. (a) $2\text{Cu}(s) + 8\text{H}^+(aq) + 2\text{NO}_3^-(aq) \longrightarrow 3\text{Cu}^{2+}(aq) + 4\text{H}_2\text{O}(l) + 2\text{NO}(g)$
 (b) —— 增加 HNO_3 濃度
 —— 用銅粉代替銅塊
 —— 加熱
 (c) (i) 最能增加反應速率
 (ii) 對反應的起始速率並無影響

2. (a) (i) 保證每次實驗的溶液體積 (高度) 相同。
 (ii) 作為觀察該記號消失所需時間的標準。
 (iii) 當生成足夠的一定量膠質硫時，該記號便會從視線中消失。
 (iv) 保證每次實驗中 HCl 的濃度相同，唯一的變項是硫代硫酸鈉的濃度。



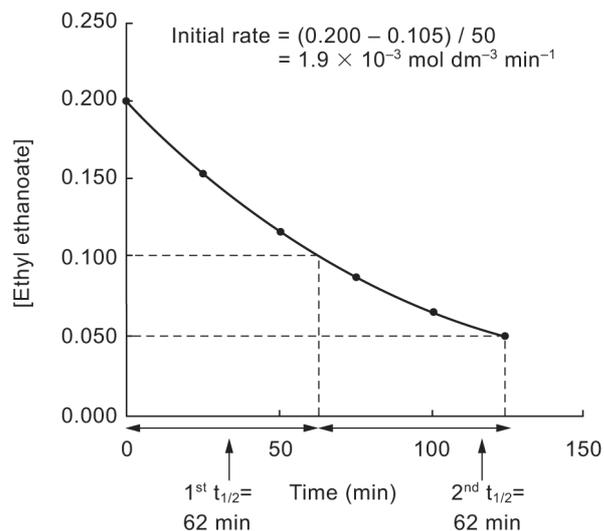
- (c) 由圖： $1/t = 2.15 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$
 所需時間 = 46.5 s

- (d) 0.1 M 硫代硫酸鈉的體積與其在混合溶液中的濃度成正比。
 $1/t$ 與反應速率成正比。

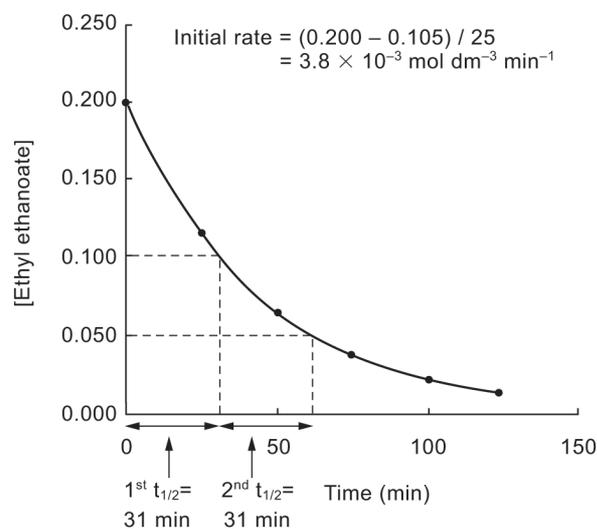
所以反應速率與硫代硫酸鈉濃度成正比，硫代硫酸鈉濃度愈高，反應速率愈快。

3. (a) Rate equation is an equation that relates the reaction rate to the concentrations of the reactants. Order of a reaction with respect to a reactant refers to the power to which the concentration of the reactant is raised in a rate equation. The overall order of reaction is the sum of all the powers to which the concentrations of the reactants are raised in the rate equation. Rate constant is a constant of proportionality between the reaction rate and the concentrations of reactants that appear in the rate equation. Hence, for the reaction $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$, if the rate is first order with respect to A and B, then the rate equation is $\text{Rate} = k[\text{A}][\text{B}]$. Overall order of reaction is $1 + 1 = 2$ and rate constant = k .

(b) (i) Graph A: [ethyl ethanoate] against time with $[\text{HCl}] = 0.1 \text{ mol dm}^{-3}$



Graph B: [ethyl ethanoate] against time with $[\text{HCl}] = 0.2 \text{ mol dm}^{-3}$



(ii) From graph A, it is seen that the half-life is a constant. Hence, the rate of reaction is first order with respect to ethyl ethanoate.

Since HCl is a catalyst, $[\text{HCl}]$ is a constant.

Let the order of reaction with respect to HCl be a .

Hence, the rate equation is $\text{Rate} = k[\text{ethyl ethanoate}][\text{HCl}]^a$.

For the first experiment,

$$\text{Initial rate, } R_1 = k[0.200][0.1]^a = \text{slope of graph A at } t = 0 \text{ min} \\ = 1.9 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$$

For the second experiment,

$$\text{Initial rate, } R_2 = k[0.200][0.2]^a = \text{slope of graph B at } t = 0 \text{ min} \\ = 3.8 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$$

$$\frac{R_1}{R_2} : \frac{0.1^a}{0.2^a} = \frac{1.9 \times 10^{-3}}{3.8 \times 10^{-3}} \Rightarrow a = 1$$

(iii) Rate equation: $\text{Rate} = k[\text{ethyl ethanoate}][\text{HCl}]$

$$\text{Rate constant, } k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}[\text{HCl}]} = \frac{\ln 2}{62 \times 0.1} = 0.112 \text{ min}^{-1}$$

(c) Water is used as a solvent, so its concentration is very high and remains approximately constant as the reaction proceeds.

4. 參考練習 2。