

浙江大学 实验报告

专业: 混合班

姓名: 张强

学号: 3240103480

日期: 2025/4.29

地点:

课程名称: 普化实验(2) 指导老师: 赵玲丽

成绩:

实验名称: 化学反应速率和活化能的测定

实验类型: 同组学生姓名: 刘廷宇

一、实验目的和要求(必填)

二、实验内容和原理(必填)

三、主要仪器设备(必填)

四、操作方法与实验步骤

五、实验数据记录和处理

六、实验结果与分析(必填)

七、讨论、心得

一、实验目的

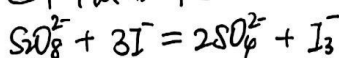
1. 学习化学反应速率、反应速率常数和活化能的测定原理及方法。
2. 了解浓度、温度等因素对化学反应速率的影响。
3. 掌握恒温水浴锅、移液枪、移液管、量筒的使用方法。
4. 掌握用 Excel 或 Origin 等软件处理实验数据及作用。

2025.05.24

新

二、实验原理

1. 反应级数、反应速率常数的测定



$$v_{\text{瞬}} = -\frac{d[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]}{dt} = k[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^m[\text{I}^-]^n, \text{ 当 } \Delta t \rightarrow 0 \text{ 时, } v_{\text{瞬}} = v_{\text{均}} = k[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^m[\text{I}^-]^n$$

取对数得: $\lg v = m \lg [\text{S}_2\text{O}_8^{2-}] + n \lg [\text{I}^-] + \lg k$

当 $[\text{I}^-]$ 不变时: $\lg v - \lg [\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$ 作图, 斜率为 m

当 $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$ 不变时: $\lg v - \lg [\text{I}^-]$ 作图, 斜率为 n

把 m 和 n 代入 $v = k[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^m[\text{I}^-]^n$ 可求得反应速率常数 k

$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 3\text{I}^- = 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_3^-$ 主反应较慢, 无明显现象。为了测定反应速率, 加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和淀粉。
 $2\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{I}_3^- = \text{S}_4\text{O}_8^{2-} + 3\text{I}^-$ 反应快, 可用于指示反应。(显蓝色时主反应已结束)

2. 温度对反应速率的影响

$$\text{阿伦尼乌斯方程 } k = A e^{-E_a/RT} \Rightarrow \lg k = -\frac{E_a}{2.303RT} + \lg A$$

测定不同温度下的反应速率常数 k , 作 $\lg k \sim 1/T$ 图, 由斜率可求 E_a 。

三、实验步骤

1. $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 浓度、 KI 浓度对反应速率的影响

	1	2	3	4	5
0.2mol/L KI	10.0	10.0	10.0	5.0	2.5
0.010mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0.2% 淀粉	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.10mol/L KNO_3	0	0	0	5.0	7.5
0.10mol/L K_2SO_4	0	5.0	7.5	0	0
0.10mol/L $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	10.0	5.0	2.5	10.0	10.0

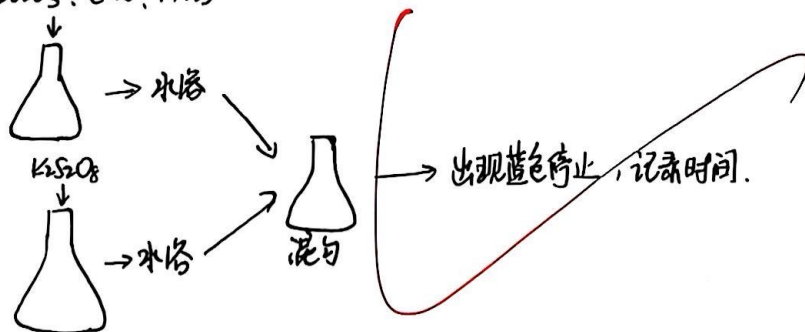
计时和记录反应温度。

实验名称: _____ 姓名: _____ 学号: _____

2. 温度对反应速率影响.

按编号4的用量, 在分别比室温高约10℃、20℃、30℃、40℃的恒温水浴锅中实验.

KI、Na₂S₂O₃、淀粉、KMnO₄



四. 注意事项

1. Na₂S₂O₃需准确量取, K₂S₂O₈溶液应最后加入, 同时按表计时.
2. 做温度对反应速率的影响实验, KI等试剂与 K₂S₂O₈应分别同时预热, 然后在同一温度下混合并计时.
3. 反应温度用温度计测量.
4. 反应物的起始浓度需计算.
5. 锥形瓶保持洁净干燥.
6. 为减小系统误差, 同一操作由同一位同学完成.

五. 数据记录与处理

编号	1	2	3	4	5
时间 t/s	57.85	119.62	267.46	104.00	230.18
$\bar{v} (\times 10^3) \text{ mol/L/s}$	14.3	6.7	3.0	7.7	3.5
$k (\times 10^3)$	4.3	4.2	3.7	4.8	4.3
$\bar{k} (\times 10^3)$	4.3				

$$\bar{x}_{\text{相}} = \frac{\sum |k - \bar{k}|}{5 - \bar{k}} = 5.6\%. \text{ 相对平均偏差较大}$$

$$\bar{v} = \frac{[S_2O_8^{2-}]}{2 \times \Delta t}$$

$$k = \frac{\bar{v}}{[S_2O_8^{2-}][I^-]}$$

$$\bar{k} = \frac{1}{5} \sum k = 4.3$$

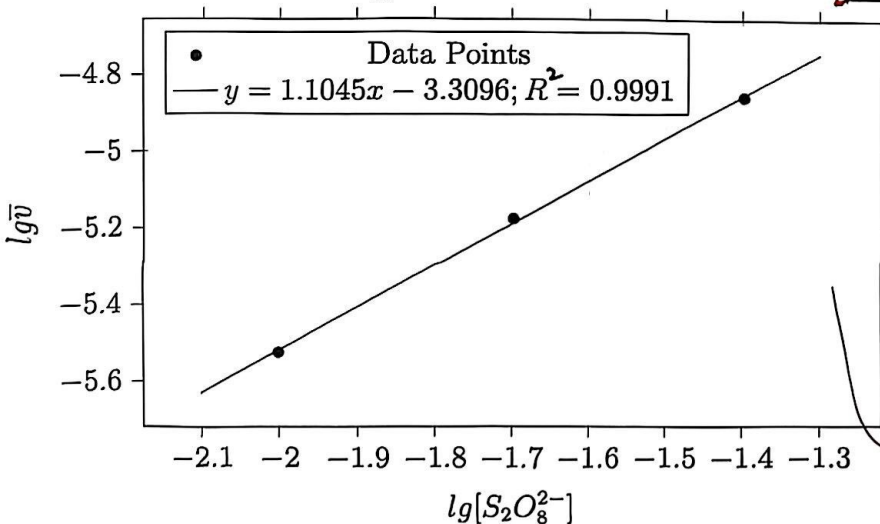


图 1: $S_2O_8^{2-}$ 的反应级数测定图

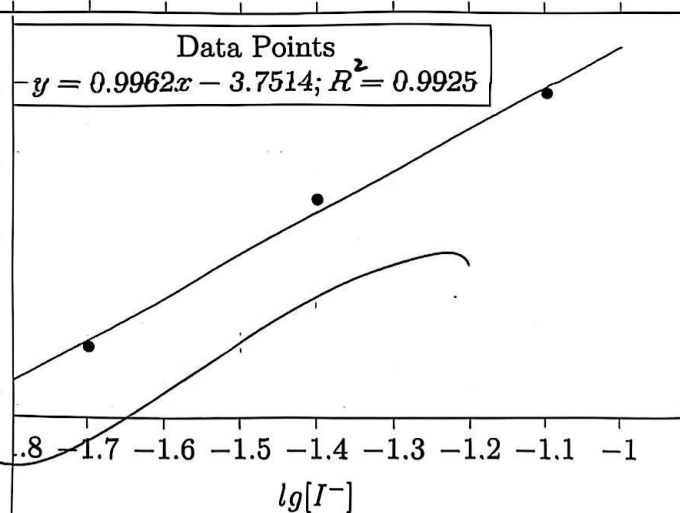


图 2: I^- 的反应级数测定图

实验名称: _____ 姓名: _____ 学号: _____

编号	4	6	7	8	9
反应温度/℃	25.0	33.1	42.9	51.5	62.0
t/s	104.00	51.84	29.68	17.27	9.15
$\bar{v}(\times 10^4)/\text{mol/Ls}$	7.7	15	27	46	87
lgk	-2.3	-2.0	-1.8	-1.5	-1.3
$\frac{1}{T}(\times 10^3)/\text{K}^{-1}$	3.35	3.26	3.16	3.08	2.98

$$\bar{v} = \frac{[\text{SnO}_3^{2-}]}{2\Delta t}$$

$$\lg k = \lg \bar{v} - \lg [\text{SnO}_3^{2-}] - \lg [\text{I}^-]$$

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0 + 273.15}$$

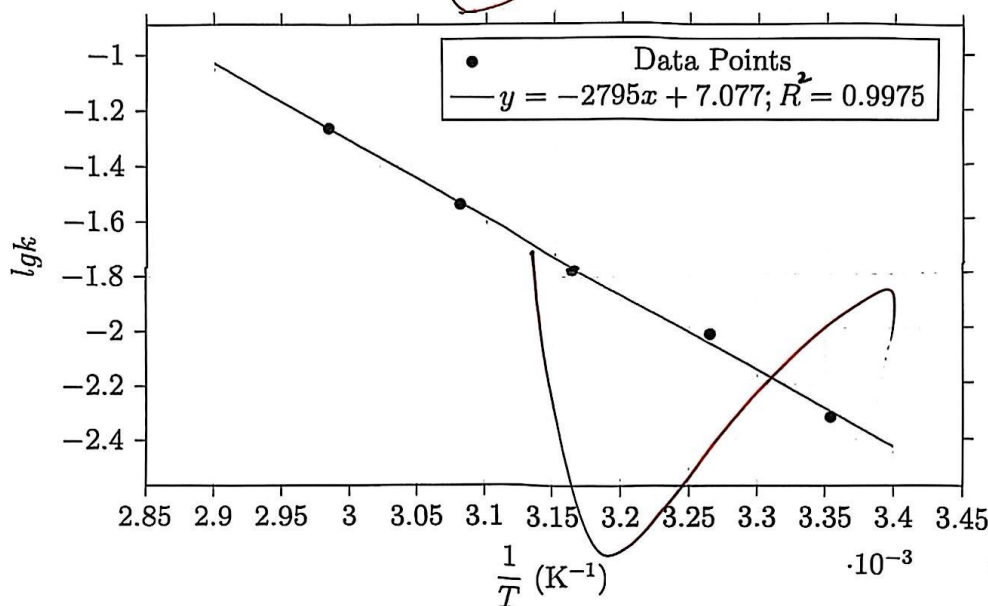


图 3: $\lg k - \frac{1}{T}$ 图

林明呈以

六. 分析与讨论

由图 1、2 分析可知斜率接近 1, 故 $m=n=1$.

由图 3, $\frac{E_a}{-2303R} = -2795$, 求得 $E_a = 54 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 而 $E_a(\text{文献}) = 52.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

计算相对误差: $E_r = \frac{54 - 52.7}{52.7} \times 100\% = 2\%$

综上, 可以认为该实验基本成功.

误差分析: 1. 反应终止判断不准确, 虽然由同一人完成该操作, 但由于颜色判断无法定量, 导致平行操作间仍产生误差.

2. 混合溶液速度不定导致误差.

3. 温度测量的误差, 反应时的温度与结束温度会产生波动.

改进: 1. 可用白纸上画十字, 置于瓶底的方式, 减小多次对颜色判定的误差.

讨论反应物浓度、反应温度对反应速率的影响

七. 思考题

1. 不能. 因为在本实验中, I^- 的计量数为 3, 但反应级数为 1, 二者无必然联系.

2. 出现蓝色说明主反应产生的 I_2 已完全消耗加入的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. 通过 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 初始浓度和反应时间, 可以求出主反应的反应速度, 此时主反应未停止, 仍继续生成 I_2 .

3. 若偏大, 会使时间偏长, 反应速率偏小.