

学生实验报告

实验名称：_____酯皂化反应动力学_____

班级：_____应化 180_____ 姓名：_____刘照清_____ 学号：_____10183791_____

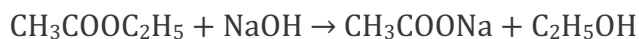
实验时间：_____2020 年 3 月 22 日_____

一. 实验目的：

1. 了解化学动力学实验的原理和基本测量方法
2. 理解化学反应动力学方程的意义，掌握动力学实验数据分析方法，了解误差的来源和影响实验结果的主要因素
3. 测定乙酸乙酯皂化反应过程中的电导率变化，计算其反应速率常数
4. 掌握电导率仪的使用方法

二. 实验原理：

乙酸乙酯皂化反应：



为二级反应，若反应物浓度相等，均为 c_0 ，且 t 时刻的浓度为 c ，则根据动力学原理可以得到反应速率系数 k 的表达式为：

$$k_{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{1}{tc_0} \cdot \frac{c_0 - c}{c}$$

为了得到在不同时间的反应物浓度 c ，本实验中用电导率仪测定溶液电导率的变化来表示。这是因为随着皂化反应的进行，溶液中导电能力强的 OH^- 离子逐渐被导电能力弱的 CH_3COO^- 离子所取代，所以溶液的电导率逐渐减小（溶液中 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 与 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 的导电能力都很小，故可忽略不计）。显然溶液的电导率变化是与反应物浓度变化相对应的

在电解质的稀溶液中，电导率 κ 与浓度 c 有正比关系： $\kappa = K \cdot c$ 。式中比例常数 K 与电解质性质及温度有关，而且溶液的总电导率就等于组成溶液的电解质的电导之和。所以：

$$\text{当 } t=0 \text{ 时, } \kappa_0 = K_{\text{NaOH}} \cdot c_0$$

$$\text{当 } t=t \text{ 时, } \kappa_t = K_{\text{NaOH}} \cdot c + K_{\text{CH}_3\text{COONa}}(c_0 - c)$$

$$\text{当 } t=\infty \text{ 时, } \kappa_\infty = K_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot c_0$$

联立上述式子可用 κ 来表达 c_0 和 c ，带入反应速率 k 的表达式中可得：

$$\frac{\kappa_0 - \kappa_t}{\kappa_t - \kappa_\infty} = k_{\text{CH}_3\text{COONa}} c_0 t$$

因此，以 $\frac{\kappa_0 - \kappa_t}{\kappa_t - \kappa_\infty}$ 对 t 作图可以得到一条直线，从其斜率中即可求得反应速率

系数 $k_{\text{CH}_3\text{COONa}}$

三. 仪器和试剂:

试剂: 新鲜配置的 $0.020\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙酸乙酯溶液, $0.020\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液

仪器: DDS-307 型电导率仪, DJS-1 型光亮铂电极, 大试管, 秒表, 混合反应器

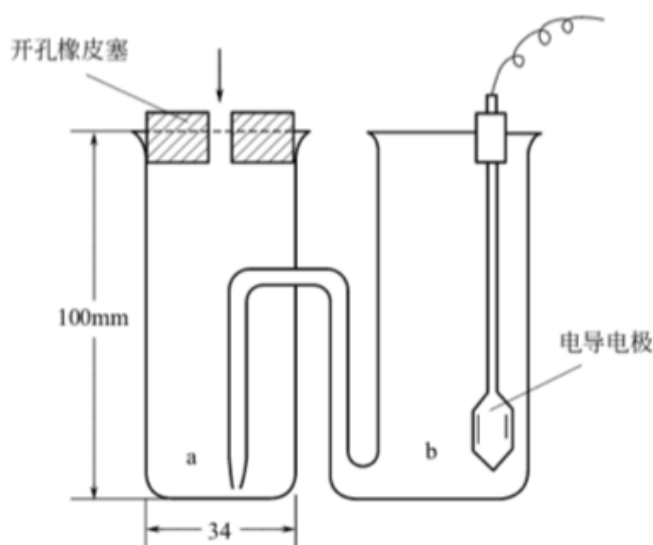


图 4-24 混合反应器

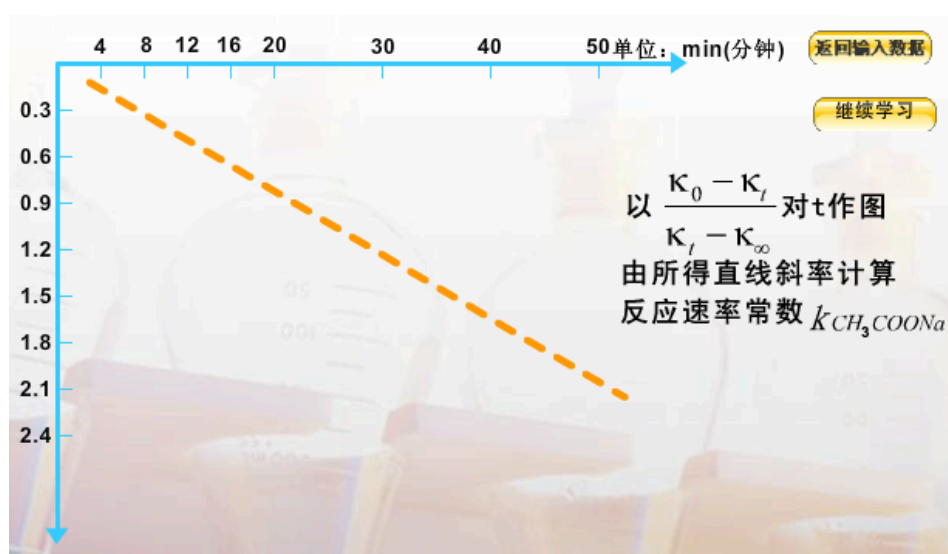
四. 实验步骤:

1. 调节恒温槽温度为 $25.0\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 或 $30.0\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 。
2. 电导率仪校准: 打开仪器电源, 把量程选择开关旋到“检查”位置, 常数补偿调节旋钮指向“1”刻度线, 温度补偿调节旋钮指向“25”刻度线, 调节校准调节旋钮, 使仪器显示 $100.0\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
3. 电极常数 (即电导池常数) 标定: 用去离子水清洗电导电极, 然后用卷筒纸吸干 (注意不要碰电极片)。于大试管中用移液管加入 25 mL 去离子水和 25 mL $0.020\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液, 置于恒温槽内。将电导电极放入大试管中, 待溶液恒温后, 将量程选择开关旋到 IV, 调节常数补偿调节旋钮使仪器显示值与标准溶液的电导率值一致。将量程选择开关旋到“检查”位置即得到电导电极的电极常数。
4. 将电导电极插入混合反应器的 b 管中, 并用移液管加入 25 mL $0.020\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液; 用另一移液管吸取 25 mL $0.020\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙酸乙酯溶液于 a 管中, 并用开孔的橡皮塞塞住, 置于恒温槽内。
5. 恒温后进行混合: 用吸球自 a 管的橡皮塞孔中鼓入空气, 把乙酸乙酯压向 b 管, 使其与 b 管内的 NaOH 溶液瞬间混合, 立刻按下秒表开始计时。每隔 2—4min 测电导率一次, 共记录反应时间约为 50min。随着反应的进行, 测定的时间间隔可适当增加。
6. 测定 $0.010\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 CH_3COONa 溶液的电导率, 即为 κ_{∞} 。

五. 数据记录与处理

$$T = 298.2K \quad C_0 = 0.0100 \text{ mol/L} \quad \kappa_0 = 2.38 \times 10^{-3} \text{ S}\cdot\text{cm}^{-1} \quad \kappa_\infty = 0.93 \times 10^{-3} \text{ S}\cdot\text{cm}^{-1}$$

t	κ_t	$(\kappa_0 - \kappa_t)/t$	$(\kappa_0 - \kappa_t)/(\kappa_t - \kappa_\infty)$
4	2.17	0.0525	0.169
8	2.02	0.0450	0.330
12	1.90	0.0400	0.495
16	1.81	0.0356	0.648
20	1.74	0.0320	0.790
30	1.59	0.0263	1.197
40	1.48	0.0225	1.636
50	1.40	0.0196	2.085



由线性关系可得, $k_{\text{CH}_3\text{COONa}} = 4.14 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

六. 思考题:

1. 本实验为什么可用测定反应液的电导率变化来代替浓度的变化? 为什么要求反应的溶液浓度相当稀?

答: 这是因为随着皂化反应的进行, 溶液中导电能力强的 OH^- 离子逐渐被导电能力弱的 CH_3COO^- 离子所取代, 所以溶液的导电率逐渐减小; 只有溶液的浓度相当稀时, 才有强电解质稀溶液和中溶液电导率 κ 与浓度的正比关系, 才可以得到本次试验所需的线性曲线

2. 为什么本实验要求反应液一混合就立刻计时? 此时反应液中的 c_0 为多少?

答: 对二级反应来说, 必须在知道反应物浓度的情况下开始计时, 也就是在反应液一开始混合就立刻计时。此时: $c_0 = 0.0100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

七. 分析与讨论

1. 本实验对各溶液的要求:

(1) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 溶液要新鲜配制, 因为乙酸乙酯易挥发, 且易水解生成乙酸和乙醇。

(2) NaOH 溶液不宜在空气中久置, 以防其吸收 CO_2 生成 Na_2CO_3 。

(3) 必须用高质量的去离子水配制溶液。若用吸收了 CO_2 的水配制溶液, 则将含有较多的 H^+ , 会加速酯的水解和降低碱的浓度。

2. 可以用电导率对时间的其他线性关系处理得到反应速率常数。

3. 若将电导率仪的输出信号直接输入自动记录仪, 即可得到电导率随时间变化的完整曲线。

4. 测定几个不同温度下的 $k_{\text{CH}_3\text{COONa}}$ 值, 按阿伦尼乌斯方程可求得反应表观活化能 E_a 。