

Op.155. No.7 旋光物质化学反应动力学研究

孙肇远 PB22030708, Nov. 2024

University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui, China

1. 引言

本实验使用旋光度表征浓度, 得到蔗糖水解反应的速率常数.

2. 实验

2.1. 实验过程

按说明检查旋光仪;

恒温至 35 °C 时配置蔗糖与盐酸混合溶液, 并立即开始计时;

将反应物注入旋光仪, 采集数据 35 min;

冲洗仪器, 于 40 °C 重复上述实验.

3. 结果与讨论

3.1. 数据分析与结果讨论

共享数据得到如下表格:

$T/^{\circ}\text{C}$ 温度下的速率常数 $k/(1\text{e}-4\text{ s}^{-1})$	低酸低糖	高酸低糖	高酸高糖
30	4.4685	12.8706	13.1863
35	8.5971	25.2102	26.3
40	16.6445(孙肇远), 16.8(周韦屹)		

Table 1. 不同温度下反应速率常数

取低酸低糖的数据, 其中 40 °C 时 $k = \frac{16.6445 + 16.8}{2} = 16.7222$.

$$\ln \frac{k}{k_0} = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \Rightarrow \quad [1]$$

$$\ln k = -\frac{E_a}{R} \frac{1}{T} + \text{Const}, \quad [2]$$

故应具有线性关系 $\ln k \sim \frac{1}{T}$:

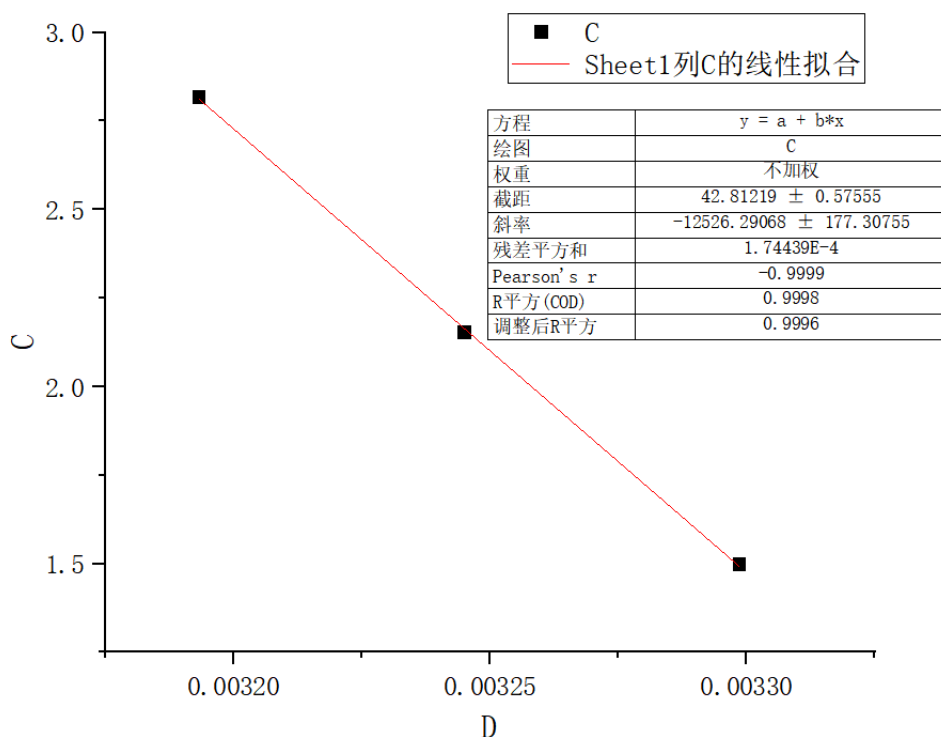


Fig. 2. $\ln k \sim \frac{1}{T}$ 线性拟合

故 $E_a = -Rk = 104149.8439 \text{ J/mol}$.

3.2. 误差分析讨论

本实验可能误差如下:

- 1° 在使用旋光计测量旋光度时, 由于仪器的精度限制, 可能存在一定的误差. 特别是在实验过程中, 如果旋光计的校准不准确, 可能造成系统误差;
- 2° 实验中, 环境温度的波动或者恒温水浴的控温可能不稳定, 或者上样时间过长, 造成系统误差;
- 3° 在测定反应速率常数时, 涉及到对反应物或产物浓度随时间变化的测定. 这个过程中可能存在操作误差, 例如测定时间的不准确, 取样的误差;
- 4° 本实验为多人操作多仪器, 实验人员的操作不同, 仪器也可能不同;
- 5° 混合蔗糖与酸的时间比较紧张, 可能存在混合不均匀就进样的情况; 同时, 也可能进样时间过长, 导致反应开始的温度偏低, 同样会导致误差.

3.3. 实验体会与认识

在本实验中, 学习了利用旋光度表征实时浓度的方法, 从而通过假设的动力学方程测得蔗糖水解反应的不同温度下的速率常数, 并通过理论公式求得活化能. 学习了旋光仪的使用方法.

4. 附件

4.1. 原始数据处理

给出作者的数据处理, 其他实验人员的数据仅给出速率常数结果:

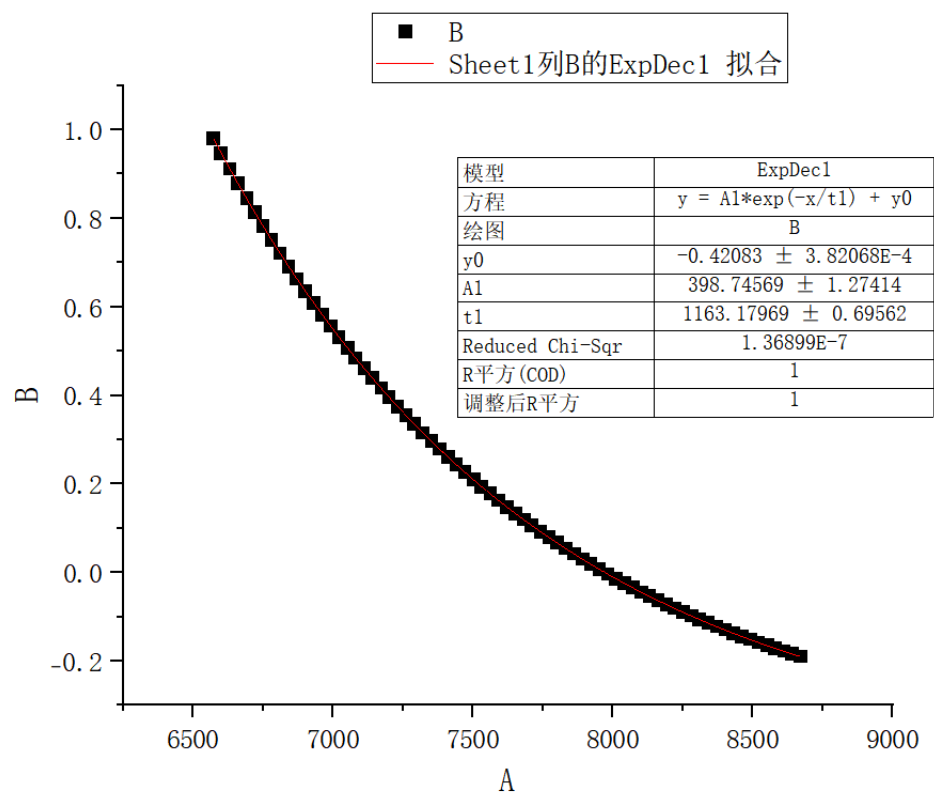


Fig. 3. 35 °C 时拟合曲线 孙肇远

即 $t_1 = 1163.17969 = \frac{1}{k}$, 故 $k = 8.5971e - 4 \text{ s}^{-1}$.

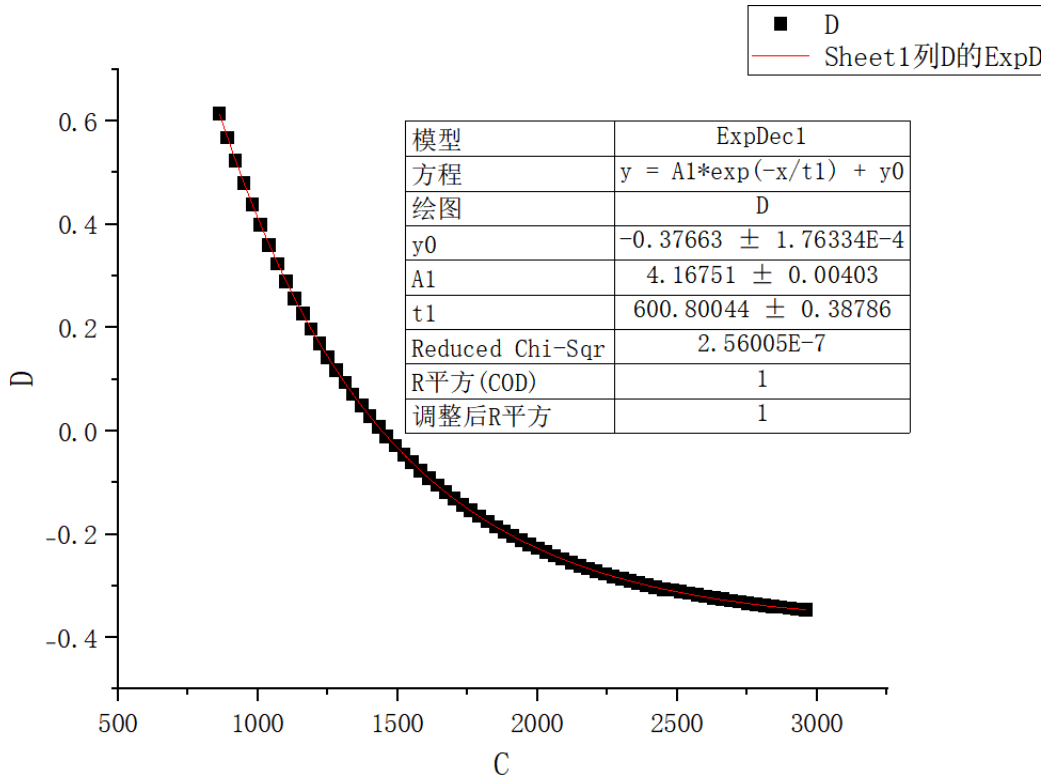


Fig. 4. 40 °C 时拟合曲线 孙肇远

4.2. 原始数据

A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Optical Rotation									
唯一的样品ID	样品信息	Sub 测量 数	日期	时间	方法	密度计 状态	样品名	旋光	°C
54337	TiS AVG (54337)		1/1/2000	2:24:41 AM	Optical Rotation	数据有效		---	
54338	TiS SUB (1/54337)	1	1/1/2000	1:49:34 AM	Optical Rotation	数据有效		0.9795	
54339	TiS SUB (2/54337)	2	1/1/2000	1:50:01 AM	Optical Rotation	数据有效		0.9459	
54340	TiS SUB (3/54337)	3	1/1/2000	1:50:33 AM	Optical Rotation	数据有效		0.9110	
54341	TiS SUB (4/54337)	4	1/1/2000	1:51:01 AM	Optical Rotation	数据有效		0.8783	
54342	TiS SUB (5/54337)	5	1/1/2000	1:51:33 AM	Optical Rotation	数据有效		0.8441	
54343	TiS SUB (6/54337)	6	1/1/2000	1:52:01 AM	Optical Rotation	数据有效		0.8129	
54344	TiS SUB (7/54337)	7	1/1/2000	1:52:31 AM	Optical Rotation	数据有效		0.7814	
54345	TiS SUB (8/54337)	8	1/1/2000	1:53:02 AM	Optical Rotation	数据有效		0.7507	
54346	TiS SUB (9/54337)	9	1/1/2000	1:53:32 AM	Optical Rotation	数据有效		0.7198	
54347	TiS SUB (10/54337)	10	1/1/2000	1:54:02 AM	Optical Rotation	数据有效		0.6908	
54348	TiS SUB (11/54337)	11	1/1/2000	1:54:32 AM	Optical Rotation	数据有效		0.6625	
54349	TiS SUB (12/54337)	12	1/1/2000	1:55:02 AM	Optical Rotation	数据有效		0.6349	
54350	TiS SUB (13/54337)	13	1/1/2000	1:55:32 AM	Optical Rotation	数据有效		0.6080	
54351	TiS SUB (14/54337)	14	1/1/2000	1:56:03 AM	Optical Rotation	数据有效		0.5818	
54352	TiS SUB (15/54337)	15	1/1/2000	1:56:33 AM	Optical Rotation	数据有效		0.5563	
54353	TiS SUB (16/54337)	16	1/1/2000	1:57:02 AM	Optical Rotation	数据有效		0.5314	
54354	TiS SUB (17/54337)	17	1/1/2000	1:57:33 AM	Optical Rotation	数据有效		0.5071	
54355	TiS SUB (18/54337)	18	1/1/2000	1:58:02 AM	Optical Rotation	数据有效		0.4835	
54356	TiS SUB (19/54337)	19	1/1/2000	1:58:33 AM	Optical Rotation	数据有效		0.4605	

Fig. 5. 原始数据

具体数值详见 Excel 文档.