

蔗糖水解活化能的测定*

刘洛娜 吴金椿

(郑州工学院化工系)

摘 要: 利用带夹套的旋光管通过恒温水循环测定了蔗糖水解反应的活化能, 测定结果与文献值^[1]基本吻合, 证明本文的恒温方法是有效的。

关键词: 活化能, 水解, 旋光度

中国图书分类号: TQ031

化学动力学的研究有一个严格的条件是测量过程需要在恒温条件下进行。蔗糖水解反应装置恒温控制比较困难, 因而影响到该反应活化能的测定。为此, 本文采用反应体系外加玻璃夹套, 通过恒温水循环而达到恒温目的, 测定了蔗糖水解反应在多个不同温度反应的速度常数, 利用阿累尼乌斯方程计算了蔗糖水解反应的活化能, 获得了满意的结果。这种恒温测量方法对物理化学实验教学也有很好的作用。

1 实验部分

1.1 试剂: 蔗糖 (分析纯); 盐酸 (分析纯)

1.2 仪器: WXG-4 小型旋光仪 1 台; 超级恒温槽 1 台; 精密温度计 1 支; 带玻璃夹套的旋光管 1 支 (见图 1)

1.3 实验装置: 在超级恒温槽的进出水口和带夹套的旋光管进出水口之间用橡胶管连接 (橡胶管应尽量短), 旋光仪的金属盖应穿二个孔, 以使橡胶管能通入。

1.4 实验: 分别测定了 7 个不同温度蔗糖水解反应 (反应液浓度: 蔗糖 0.292M; 盐酸 1.5M) 旋光度 a_t 与时间 t 的对应数据。反应液中盐酸为催化剂。

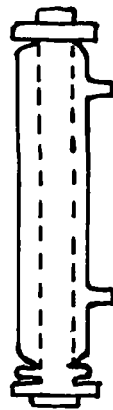


图 1

2 数据处理

将 7 个不同温度下反应的旋光度 a_t 与时间 t 及各个不同温度反应完全时的旋光度 a_∞

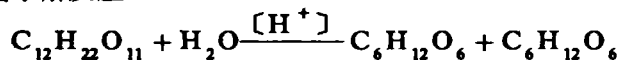
* 收稿日期: 1990.12.22

列入表 1, 同时还将各个不同温度由测得数据计算而得的速度常数 k 也列于表 1.

表 1:

反应温度 T / K	时 间 t / 秒	201	448	627	791	987	1213	1393	1630
297.85	旋光度 a / 度	11.85	10.50	9.55	8.80	7.90	7.00	6.35	5.60
	t / 秒	1893	2483	2781	3107	3417	3946	4513	∞
	a / 度	4.70	3.05	2.30	1.60	1.00	0.10	-0.70	-4.20
303.15	t / 秒	199	378	510	720	912	1186	1376	1660
	a / 度	11.10	9.60	8.15	6.80	5.45	4.05	3.15	2.00
	t / 秒	1955	2313	2586	2859	3166	∞		
305.70	a / 度	0.65	-0.20	-0.80	-1.25	-1.80	-3.75		
	t / 秒	244	296	361	511	634	749	887	1060
	a / 度	7.85	7.35	6.80	5.20	4.30	3.70	2.65	1.75
308.90	t / 秒	1248	1423	1708	2064	2423	∞		
	a / 度	0.85	0.25	-0.50	-1.40	-1.90	-3.20		
	t / 秒	109	211	338	511	679	888	1065	∞
311.65	a / 度	0.85	7.05	5.25	3.10	1.85	0.60	-0.30	-3.10
	t / 秒	132	199	312	429	530	648	969	∞
	a / 度	7.30	6.00	4.00	2.45	1.45	0.35	-1.25	-2.85
313.95	t / 秒	145	201	271	359	438	675	799	∞
	a / 度	6.10	4.80	3.40	1.90	0.90	-1.00	-1.50	-2.70
	t / 秒	141	190	246	309	364	422	585	∞
316.45	a / 度	5.00	3.60	2.50	1.40	0.45	-0.20	-1.40	-2.65
	温 度 T / K	297.85	303.15	305.70	308.90	311.65	313.95	316.45	
	速度常数 k / 秒 ⁻¹	3.5×10^{-4}	6.8×10^{-4}	9.9×10^{-4}	1.5×10^{-3}	2.2×10^{-3}	3.1×10^{-3}	4.1×10^{-3}	
结 果	相关系数 r	0.99994	0.99959	0.99975	0.99969	0.99986	0.99988	0.99949	

蔗糖水解反应



蔗糖

葡萄糖

果糖

当蔗糖浓度较低且氢离子浓度一定时, 蔗糖水解反应呈现准一级动力学特征, 其动力学方程式为:

$$-\frac{d[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}]}{dt} = k[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}] \quad (1)$$

设 C_0 为蔗糖开始的浓度, C_t 为反应经 t 时间后的蔗糖浓度, 积分上式可得到:

$$1. \frac{C_0}{C_t} = kt \quad (2)$$

由于蔗糖、葡萄糖、果糖均具有旋光作用, 使反应体系的旋光度随时间而变化, 体系旋光度的变化, 归根结底是因为体系各组分浓度的变化而引起的, 故 (2) 式中浓度变量可转化成旋光度变量⁽²⁾, 得下述方程:

$$1 \frac{a_0 - a_\infty}{a_t - a_\infty} = kt \quad (3)$$

将方程 (3) $1 \frac{a_0 - a_\infty}{a_t - a_\infty}$ 对 t 进行最小二乘法直线拟合 (用微机), 算出不同温度下对应的蔗糖水解反应的速度常数 k 。表中 r 为直线拟合的相关系数。

表 2: 测试方法 (旋光法)

结 果	反 应 体 系			
	文 献 值			本文实验值
	5%蔗糖 0.20M HCl	0.058M 蔗糖 0.57M HCl	0.058M 蔗糖 0.57M HCl	0.292M 蔗糖 1.5M HCl
E_a / KJmol^{-1}	104.18*	104.77*	107.57**	105.27*
r	0.99988	0.99988	0.99998	0.99947

* * *: 数据未对变旋作用进行校正

* * * *: 数据已对变旋作用进行校正

再由速度常数 k 和对应的温度 T 数据, 代入阿累尼乌斯方程:

$$\ln k = -\frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} + \ln A \quad (4)$$

同样用最小二乘法对 $\ln k$ 与 $\frac{1}{T}$ 进行直线拟合

(用微机), 求得蔗糖水解反应的阿累尼乌斯活化能 E_a , 见表 2

3 结果讨论

将蔗糖水解反应的速度常数 k 和温度 T 数据代入阿累尼乌斯方程, 得到 $\ln k$ 与 $\frac{1}{T}$ 图形 (见图 2), 其线性关系颇佳。本文实验测得的蔗糖水解活化能与文献值基本一致, 其相对误差为 0.48% (相对于文献值 $E_a = 104.77 \text{KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$), 结果是令人满

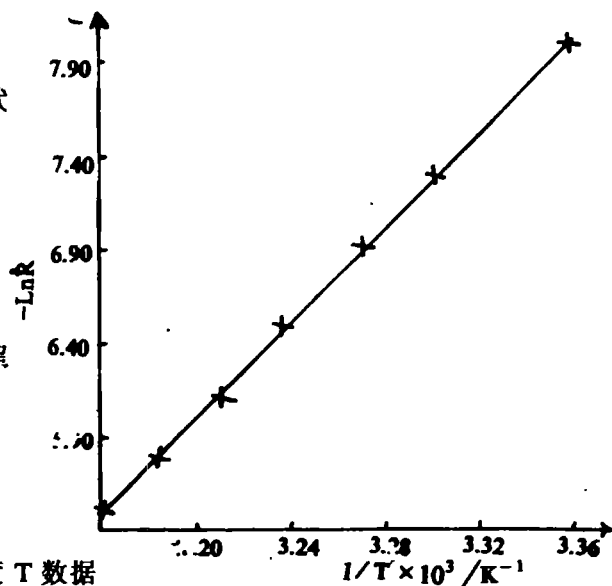


图 2 $\ln k - 1/T$

意的, 证明本实验的恒温方法是有效的。

参 考 文 献

- (1) Susan Buchanan etc.. Energy of Activation and Temperature for the Hydrolysis of Sucrose. I.J.chem.Kinetics. 15, 1229 1983
- (2) 傅献彩等编. 物理化学(下册). 人民教育出版社. 1981
- (3) 复旦大学编. 物理化学实验(上册). 人民教育出版社. 1979

The Measure of Activation Energy for the Hydrolysis of Suerose

Liu Luona Wu Jinchun
(Zhengzhou Institute of Technology)

Abstract: Using a simple device of constant temperature, We measure the activation energy for the hydrolysis of sucrose. The result is conformable to literature's. It indicates that the device is effective.

Keywords: Activation energy, hydrolysis, rotation.

(上接 112 页)

A Surface Fitting Method on Occasion of Non-equally Spaced Nodes

Guo Tao
(Department of Chemical Engineering)

Abstract: On occasion of non-equally spaced nodes, a surface fitting method by using cubic splines is developed in this paper. With the introduction of "approximated parameters- λ and μ , the spline type can be altered conveniently. There fore this surface fitting method has the advantages of both spline interpolation and spline fitting.

Keywords: Spline, surface fitting, Methods.