

# 旋光法测定蔗糖转化反应 的速度常数



# 一、实验目的

(1) 了解旋光仪的基本原理，掌握旋光仪的正确使用方法。

(2) 了解反应物浓度与旋光度之间的关系。

(3) 测定蔗糖转化反应的速率常数和半衰期



# 实验七十 旋光法测定蔗糖转化反应的速度常数

## 预习提问



- 1、蔗糖的转化速率常数和哪些因素有关？
- 2、为什么测量反应旋光度就可以跟踪反应进程？要测定哪些数据？
- 3、如何在圆盘旋光仪的视界中调整，并读取得到溶液的读数？
- 4、本实验中测旋光度时不作零点校正，对实验结果有无影响？
- 5、测定  $\alpha_t$  和  $\alpha_\infty$  是否要用同一根旋光管，为什么？



## 二、实验原理



所谓旋光度，指一束偏振光，通过有旋光性物质的溶液时，使偏振光振动面旋转某一角度的性质。溶液的旋光度与溶液中所含旋光物质的旋光能力、溶剂性质、溶液浓度、液层厚度、光源波长、样品管长度及温度等因素有关。当其它条件固定的时候，旋光度  $\alpha$  与反应物浓度  $c$  呈线性关系：
$$\alpha = \beta c$$

我们常用比旋光度来度量物质的旋光能力



## 二、实验原理

蔗糖在H<sup>+</sup>离子催化作用下进行转化为葡萄糖与果糖，它是一个二级反应。但是，在反应中，H<sub>2</sub>O是大量的，尽管有部分水分子参加了反应，仍可近似地认为整个反应过程中水的浓度是恒定的，作为催化剂的H<sup>+</sup>离子浓度也不变。这样，蔗糖转化的速度只与蔗糖的浓度有关。故蔗糖水解反应可看做一级反应。

一级反应速率方程为

$$-\frac{dc}{dt} = kc$$

积分可得

$$\ln c = \ln c_0 - kt$$

反应半衰期

$$t_{1/2} = \ln 2 / k = 0.693 / k$$

从速率方程的积分式可得，在不同时间测定反应物的相应浓度，以 $\ln c$ 对 $t$ 作图，从直线的斜率可得反应速率常数。

## 二、实验原理

测定不同温度时反应物的浓度随时间的变化，常用物理化学分析法获得动力学数据，即测定反应系统的与反应物或者生成物的浓度有较简单关系(线性、正比、反比等)的某些物理性质随时间的变化。最常用的有电导、电动势、旋光度、吸光度、折光率、蒸气压或体积等。

蔗糖及其转化产物，都具有旋光性，而且它们的旋光能力不同，故可以利用体系在反应进程中旋光度的变化来度量反应的进程。



## 二、实验原理

在反应中，蔗糖是右旋性物质，葡萄糖是右旋性物质，果糖则为左旋性物质，果糖的左旋性比葡萄糖的右旋性大，因此，当蔗糖开始水解后，随着时间增长，溶液的右旋光度渐小，反应至某一瞬间，体系的旋光度可恰好等于零，而后就变为左旋，直到反应完全，即随着反应的进行，溶液的旋光度在改变。因此，借助反应系统旋光度的测定，可以测定蔗糖水解的速率。



## 二、实验原理

反应初始 :  $\alpha_0 = \beta_{\text{反}}c_0$

反应结束 :  $\alpha_{\infty} = \beta_{\text{生}}c_0$

时间为t时 :  $\alpha_t = \beta_{\text{反}}c + \beta_{\text{生}}(c_0 - c)$

三式联立代入速率方程即得

$$\ln(\alpha_t - \alpha_{\infty}) = -kt + \ln(\alpha_0 - \alpha_{\infty})$$





### 三、实验仪器与试剂

恒温水浴

1台

旋光仪

1台

移液管 (50mL)

1支

锥形瓶 (250mL)

1个

蔗糖 (分析纯)

盐酸溶液 ( $4.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )

1瓶

1瓶

1瓶

1瓶

吉祥



## 四、实验步骤（可参看微信公众号）

1、了解旋光仪的原理与使用方法，见附录一。

2、安装仪器，将恒温槽调节到 $25.0 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ （或 $30.0 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ）。

3、反应过程的旋光度 $\alpha_t$ 测定。

①配制蔗糖水溶液：在锥形瓶内，称取20g蔗糖，加入100ml蒸馏水，使蔗糖完全溶解，若溶液浑浊，刚需要过滤。

②分别取50mL蔗糖水溶液和50ml  $4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCL}$ 溶液于两个150mL锥形瓶中，并浸入恒温槽使恒温在实验的温度。**将HCL溶液全部倒入蔗糖溶液锥形瓶中混合均匀，同时记下时间。**

③用上述溶液洗涤旋光管两次，然后装满旋光管，置于旋光仪中测其旋光度，反应开始后的15min内，每隔一分钟测量一次，之后每隔2-3min测定一次，一直到反应时间为50min为止。

4、 $\alpha_{\infty}$ 的测量。

将上述余下的混合液放入 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴中恒温40min，取出冷至实验温度下测定其旋光度，在10-15min内读取5-7个数据，如在测量误差范围内，则取其平均值，即为 $\alpha_{\infty}$ 值。

5、将恒温水浴的温度调高 $5^{\circ}\text{C}$ ，按上述步骤3，4再测量一套数据。

## 五、注意事项

- 1、在进行蔗糖水解速率常数测定以前，要熟练掌握旋光仪的使用方法，能正确而迅速地读出其读数。
- 2、旋光管的管盖不要过紧，否则会因玻片受力产生应力而致使有一定的假旋光。
- 3、旋光仪中的钠灯不宜长时间开启，以免损坏。
- 4、准确记录反应开始的时间。
- 5、实验结束时，应将旋光管洗净干燥，防止酸对旋光管的腐蚀。
- 6、温度对反应速率常数的影响很大，实验中应严格控制反应温度。

## 六、实验数据记录与处理

(1)、分别在两个不同温度下反应过程中所测得的旋光度 $\alpha_t$ 与对应时间 $t$ 列表, 做出 $\alpha_t - t$ 曲线图。

(2)、分别从两条 $\alpha_t - t$ 曲线上10~40min的区间内, 等间隔取8个 $(\alpha_t - t)$ 数组, 并通过计算, 以 $\ln(\alpha_t - \alpha_\infty)$ 对 $t$ 作图, 由直线斜率求反应速率常数 $k$ , 并计算半衰期 $t_{1/2}$ 。

(3)、根据实验测得的 $k(T_1)$ 和 $k(T_2)$ , 利用阿仑尼乌斯(Arrhenius)公式计算反应的平均活化能。

(4)、将结果值与文献参考值(见表1)比较, 求取实验误差



## 七、思考题

- (1)、蔗糖的转化速率常数和哪些因素有关？
- (2)、实验中用蒸馏水来校正旋光仪的零点，试问在蔗糖转化反应过程中所测定的旋光度 $\alpha_t$ 是否要必须要进行零点校正？
- (3) 实验中所用的蔗糖需要精确称量吗？为什么？

