

# 量气法测定一级分解反应速率常数

## 一. 实验目的

1. 熟悉一级反应特点, 了解反应浓度、温度、催化剂等因素对一级反应速度的影响。
2. 用量气法测过氧化氢分解反应的反应速度常数。
3. 学会用图解法求出一级反应的反应速率常数。



## 二. 实验原理

### 1. 知识回顾与扩充

①化学反应速率指单位体积的反应系统中，反应进度随时间的变化率，它是衡量化学反应快慢程度的物理量。

②化学反应速率方程的基本形式： $eE + fF + \cdots \rightarrow gG + rR + \cdots$

$$v = k C_E^\alpha C_F^\beta \cdots$$

$k$ 在一定温度下是常数，称为速率常数；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\cdots$ 称为反应的分级数，分别表示物质E、F $\cdots$ 的浓度对反应速率的影响程度；

$n = \alpha + \beta + \cdots$ 称为反应的总级数，简称反应级数。

### ③一级反应的三个特征：

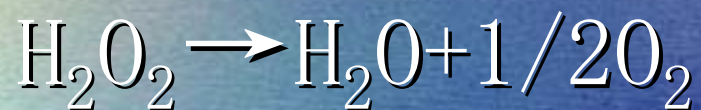
一级反应的积分式 $\ln C_A = -k_A t + \ln C_{A0}$ ， $\ln C_A$ 对 $t$ 作图应得一直线，直线斜率的相反数即为速率常数 $k_A$ 。

一级反应速率常数 $k_A$ 的单位为 $t^{-1}$ 。

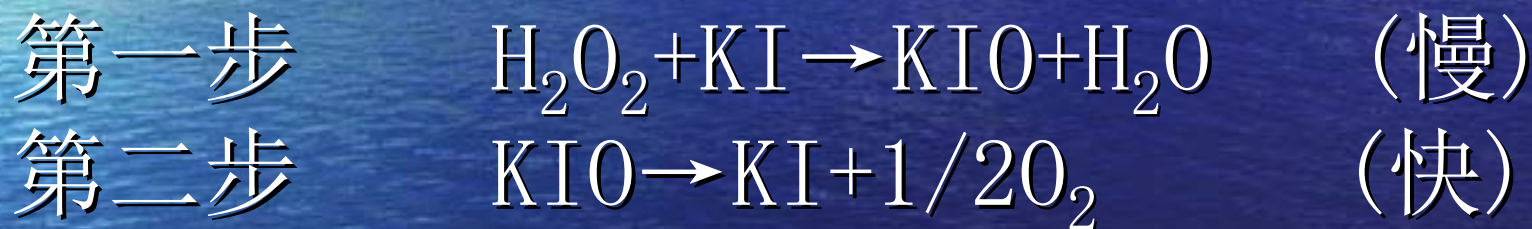
一级反应反应物的半衰期 $t_{1/2} = \ln 2 / k_A$ ，即 $t_{1/2}$ 与 $k_A$ 成反比，与初始浓度无关。



## 2. 本实验相关理论



此反应机理为：



$$-dC_{H_2H_2}/dt = k_{H_2O_2} C_{KI} C_{H_2O_2}$$

令  $k_1 = k_{H_2O_2} C_{KI}$

则  $-dC_{H_2H_2}/dt = k_1 C_{H_2O_2}$

积分上式：

$$\int_{C_0}^{C_t} -\frac{dC_{H_2O_2}}{C_{H_2O_2}} = \int_0^t k_1 dt \Rightarrow \ln \frac{C_t}{C_0} = -k_1 t$$



令  $C_0 \propto V_\infty$        $C_t \propto (V_\infty - V_t)$

则  $\ln C_t / C_0 = \ln (V_\infty - V_t) / V_\infty = -k_1 t$

$$\ln (V_\infty - V_t) = -k_1 t + \ln V_\infty$$

可求得表观反应速率系数 $k_1$ 。

根据Arrhenius方程:

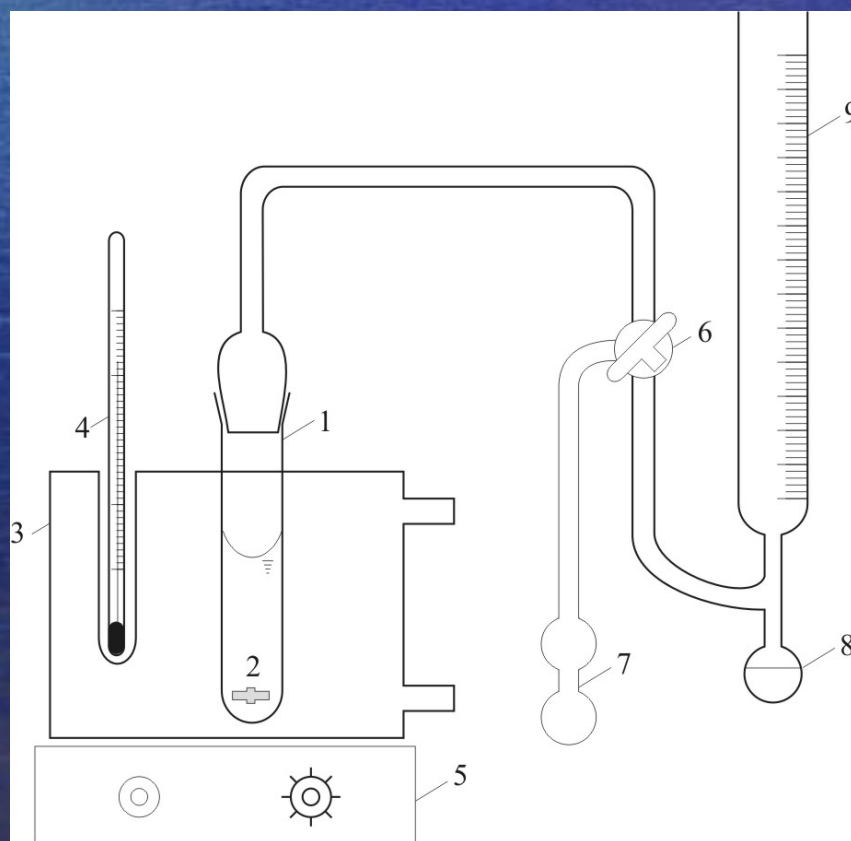
$$\ln K = -E_a / RT + C$$

可求得表观活化能 $E_a$ 。

### 三、； 仪器与试剂

仪器：超级恒温槽，5ml移液管， $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解测定装置。

试剂： $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液（3%），KI溶液（0.2mol/L）





## 四. 实验步骤

1. 调节超级恒温槽水温为 $30.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$
2. 连接好过氧化氢分解测定装置，用双连球通过三通活塞向量气管鼓气，并压出皂膜润湿量气管内壁，以防止实验过程中皂膜破裂。
3. 在反应管中加入3%过氧化氢溶液5ml，将循环恒温水通入反应管外水浴夹套。同时在一小试管中移入0.2mol/L KI 5ml放入恒温槽中恒温。
4. 在反应管内加入搅拌子，打开磁力搅拌器，调节搅拌速度，使搅拌子在反应管中转速恒定，并在量气管下部压出皂膜备用。
5. 把小试管中的KI溶液倒入反应管中，约1min后塞上反应管的橡胶塞，同时转动活塞使氧气进入量气管，任选一时刻作为反应起始时间，同时记下量气管中皂膜位置读数 $Z_0$ ，以后每隔一分钟记录一次 $Z_t$ ，共10次。
6. 等20分钟分解基本完成后，此时反应管中没有气体放出，量气筒中皂膜位置不再变化，记下量气筒中皂膜位置的读数即为 $Z_\infty$ 。



注意事项:

- ①皂膜流量计三通活塞的转向。鼓泡时需缓慢有度，使皂膜清晰有序。
- ②过氧化氢和KI溶液须分别恒温十分钟以上方可混合。计量体积可在任意时刻开始，混合后约40秒为宜。应取较靠近量气管底部的皂膜作为计量用。第一分钟放出的氧气体积以4—7ml为宜。
- ③求 $V_{\infty}$ ，可在计时结束后再等待20分钟，即总反应再30分钟以上，此时刻可认为是 $V_{\infty}$ 。
- ④量气管读数由大到小，计算时予以换算。



## 五. 数据记录与处理

1. 记录反应条件（反应温度、催化剂及其浓度）并列表记录反应时间 $t$ 和量气管读数 $Z_t$ 的对应值。

T/min										

2. 计算 $V_t$ 和 $V_\infty$ :  $V_t = Z_0 - Z_t$ ,  $V_\infty = Z_0 - Z_\infty$ 。

3. 以 $\ln(V_\infty - V_t)$ 对 $t$ 作图, 从所得直线得斜率求表观反应速率常数。