



青岛科技大学

# 物理化学实验

基础化学实验中心  
山东省实验教学示范中心

# 燃烧热的测定



# 实验目的

1

掌握数显氧弹式热量计测定物质燃烧焓的热力学原理及方法；

2

了解数显氧弹式热量计的构造并掌握其使用方法。掌握公式法求真实温差的原理和方法；

3

掌握压片技术，熟悉高压钢瓶的使用方法；

4

测定奶粉的等容燃烧热



# 实验原理

## 基本概念

### 恒容燃烧热

恒容条件下的燃烧热，称燃烧的热力学能变，用 $(\Delta_c U_m)$ 表示

### 燃烧热

恒压条件下的燃烧热，称燃烧焓，用 $(\Delta_c H_m)$ 表示

### 恒压燃烧热

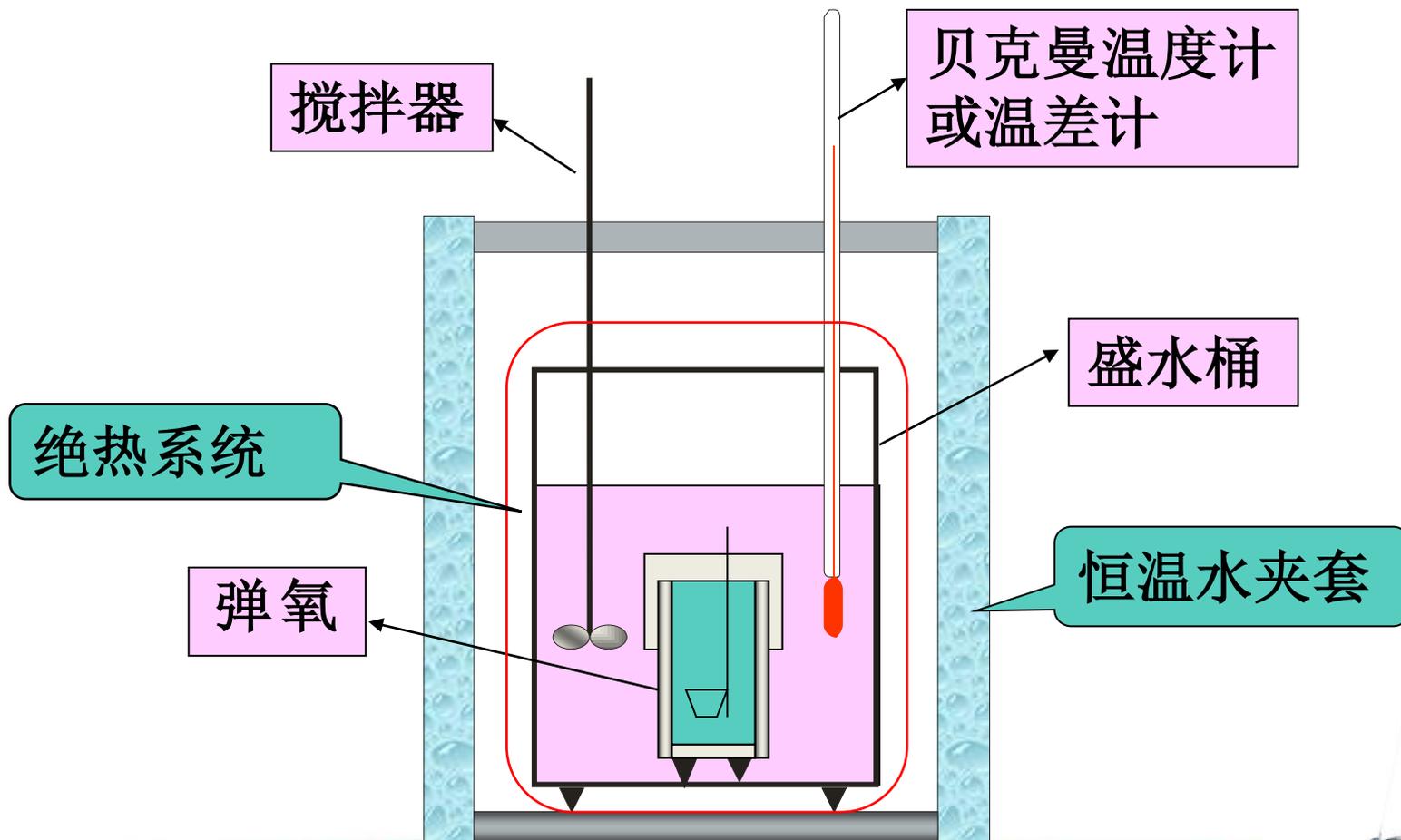
1摩尔物质完全燃烧时所放出的热量。

若气体作为理想气体  
处理

$$\Delta_c H_m (B, T) = \Delta_c U_m (B, T) + \sum \nu_B RT$$

氧弹式热量计测定物质的燃烧热是在**恒容**条件下进行的，所以测得的为恒容燃烧热。

# 氧弹式热量计原理结构图



## 测量原理

绝热等容过程

$$\Delta U = \Delta_c U_{(B)} + \Delta_c U_{(\text{引燃丝})} + \Delta_f U_{(\text{HNO}_3)} + \Delta U_{(\text{热量计})} = 0$$

很小，可略

$$\Delta U = \Delta_c U_{(B)} + \Delta_c U_{(\text{引燃丝})} + \Delta U_{(\text{热量计})} = 0$$

若已知物质的质量、等容质量热容及燃烧前后系统温度的变化 $\Delta T$ ，则上式还可以写为：

$$m_{(B)} Q_{v(B)} + m_2 Q_2 + C \Delta T = 0$$

$m_{(B)}$  样品的质量 (g)

$m_2$  燃烧掉的引燃丝的质量 (g)

$C$  热量计的能当量 ( $J K^{-1}$ )

$Q_{v(B)}$  样品的等容燃烧热 ( $J g^{-1}$ )

$Q_2$  引燃丝的等容燃烧热 ( $J g^{-1}$ )

$\Delta T$  内桶中水的真实温差 (K)

本实验利用已知热容的物质进行实验，标定能当量 $C$ ，然后再测定样品的燃烧热。

# 温度的修正—经验公式法

温度修正值

$$\Delta\theta = (n_1 + n_2)V_n = nV_n$$

n为温度读数次数

温度校正值

$$\Delta\theta_{\text{校}} = \frac{(V_0 + V_n)n_1}{2} + n_2V_n$$

反应初期系统温度  
变化率, °C/30s

$$V_n = \frac{T_{\text{高}} - T_{\text{高}+10}}{10}$$

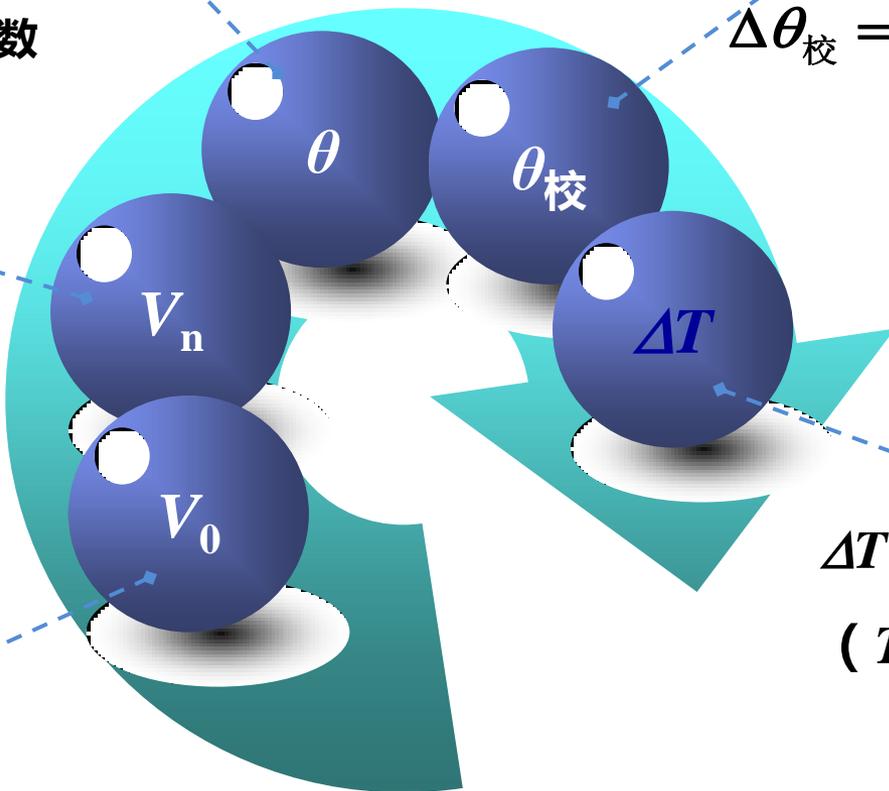
反应初期系统温度  
变化率, °C/30s

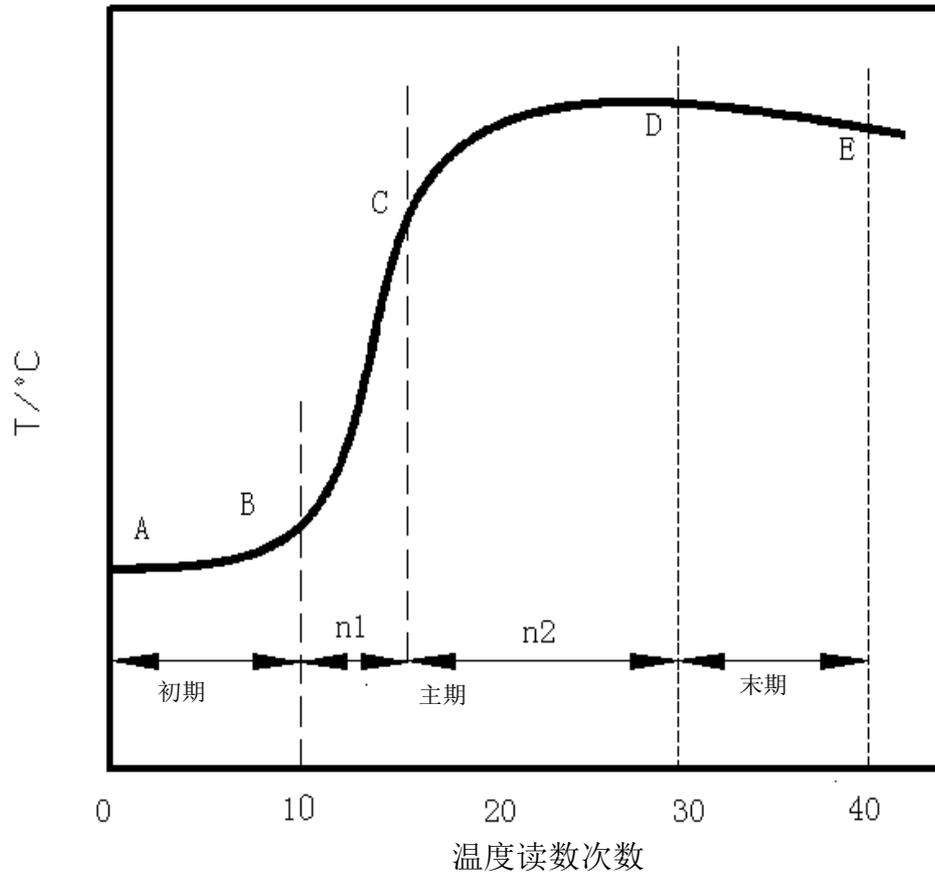
$$V_0 = \frac{T_0 - T_{10}}{10}$$

真实温差

$$\Delta T = T_{\text{高}} - T_{\text{低}} + \Delta\theta_{\text{校}}$$

( $T_{\text{低}}$ : 主期初温 =  $T_{10}$ )





## 升温曲线



## 仪器和试剂

### 仪器

- XRY-1A型数显氧弹式热量计全套（含氧弹、搅拌器及数字贝克曼温度计）；
- 10 mL移液管1支；
- 2000 mL和1000 mL量筒各1个；
- 直尺1把。



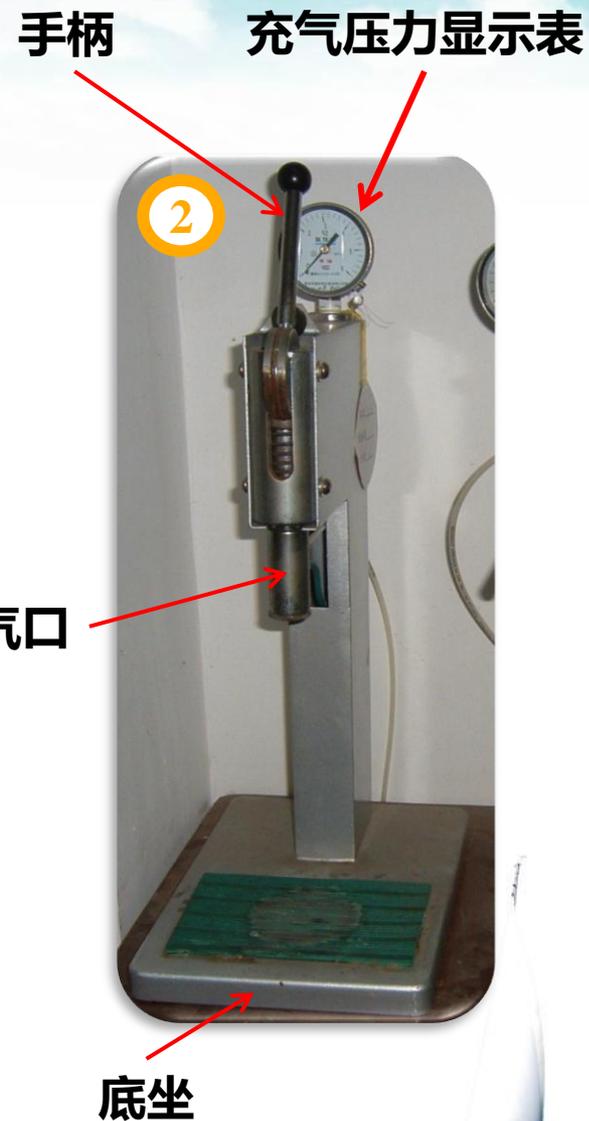
氧弹



# 燃烧热的测定

## 公用仪器

- ① 压片机2台；
- ② 充氧器1台；
- ③ 专用放氧阀1个；



## 公用仪器

- ④ 氧气瓶及减压阀1套；
- ⑤ 电子天平1台；
- ⑥ 托盘天平1台；



## 试剂

- 分析纯苯甲酸；
- 镍铬引燃丝（约 10 cm）；
- 奶粉。



# 操作步骤

## 能当量 C 的测定

### 引燃丝称重

用分析天平准确称量（精确度在 $\pm 0.1$  mg内）10 cm的引燃丝，然后将其中部绕成环状。

1

### 苯甲酸称重

苯甲酸预先在烘箱内（ $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 下）烘30 min，称约1.0 g~1.2 g，

2

### 压片并称重

将引燃丝环状部分与苯甲酸一起压片后，敲击2~3次，除去没有压紧的部分，再在分析天平上准确称量

3

### 氧弹准备

拧开氧弹盖放在专用支架上，并将电极柱擦拭干净；将弹内洗净，擦干，加入10 mL去离子水

4

## 能当量 C 的测定

### 装样

分别将引燃丝两端固定在氧弹内两电极柱上（药片要悬于不锈钢坩埚上方，但不要使引燃丝与坩埚接触，以免短路导致点火失败），盖上氧弹盖并拧紧。

5

### 充氧

打开氧气瓶阀门，调节减压阀，使压力达到1.2 MPa左右。将氧弹置于充氧器底座上，使进气口对准充氧器的出气口。按下充氧器的手柄充氧至充氧器压力表值约1.2 MPa，用放气阀将氧弹中的氧气放出（赶出氧弹内的空气），然后再次充氧气。用万用表测量氧弹盖两极处是否有电流通过。

6

## 能当量 C 的测定

### 安装氧弹

将充有氧气的氧弹放入内桶底座上，检查搅拌叶片是否正常工作。用量筒量取2000 mL蒸馏水倒入内桶中，然后接好点火电极的导线，再量取1000 mL蒸馏水倒入内桶中盖上热量计盖。将温度计的传感器竖直插入热量计盖上的孔中，其末端应处于氧弹高度的1/2处。打开控制箱的电源开关，按下“搅拌”键，搅动内桶水，仪表开始显示内桶水温。

7

### 点火读数

约5 ~10 min后，当系统温度变化速度恒定时，开始初期温度读数，每隔30s 读数一次。当读第10次时，同时按点火键，点火指示灯闪亮马上又熄灭时表示点火成功。仍每隔30s 读一次温度。当主期温度升至最大值时再读取10次末期温度。所有温度读数均精确到0.001 °C。

8

## 能当量 C 及奶粉燃烧热的测定

### 查看燃烧效果

停止搅拌，取出温度计传感器，拔掉引火导线，取出氧弹并擦干其外壳，用放气阀放掉氧弹内的氧气，打开氧弹盖，检查燃烧是否完全。若坩埚或氧弹内有积碳，则说明此实验失败，需重做。若坩埚或氧弹无积碳，则说明实验成功。取出未烧完的点火丝，测量其长度（点火丝的长度和质量已知）。

9

### 奶粉燃烧热测定

洗净并擦干氧弹内外壁，将内桶蒸馏水倒入储水桶，擦干全部设备。待氧弹及内桶和搅拌器温度与室温平衡后用奶粉代替苯甲酸重复上述操作。

实验结束后，按要求整理仪器、用具。

10

# 直接测量量

## 失败原因

## 数据 变化趋势

## 系统的贝克 曼温度

## 直接 测量量

每30秒记录1次

- 点火前温度缓慢升高；
- 点火成功后，温度立即迅速升高；
- 末期温度缓慢下降。

引燃丝与电极柱接触不良，点火失败；  
搅拌器工作不正常；  
温度计传感器未插入。

# 数据记录与处理

$$\Delta\theta_{\text{校}} = \frac{(V_0 + V_n)n_1}{2} + n_2V_n$$

$$\Delta T = T_{\text{高}} - T_{\text{低}} + \Delta\theta_{\text{校}}$$

$$M_{(\text{B})} Q_{\text{v}(\text{B})} + m_2 Q_2 + C\Delta T = 0$$

记数

计算  
 $\Delta\theta$ 、 $\Delta T$

计算C

计算奶粉  
燃烧热值

记录燃烧过程系统贝克曼温度，  
每30s记录1次。

$$M_{(\text{B})} Q_{\text{v}(\text{B})} + m_2 Q_2 + C\Delta T = 0$$



1. 用氧弹热量计测定燃烧焓的装置中哪些是系统，哪些是环境？系统和环境之间通过哪些可能的途径进行热交换？如何修正这些热交换对测定的影响

2. 内桶中加入的去离子水，为什么要准确量取其体积？

3. 如何识别氧气钢瓶？如何正确使用氧气瓶和减压阀？

## 思考题

ADD TEXT

4. 实验中在氧弹中加入 10 ml 去离子水的目的是什么？

5. 如何保证药品燃烧完全？

6. 氧气瓶应如何开关？

**Thank You!**

