

# 物理化学实验报告

班级：         

姓名：         

学号：         

实验日期： 2019年5月23日

实验名称： 燃烧热的测定

## 一、 实验目的

- (一) 充分认识和掌握恒压热效应与恒容热效应的区别及互相关系。
- (二) 了解氧弹量热计的构造和测量原理，掌握燃烧热的测定技术。
- (三) 学会应用雷诺图解法矫正温度改变值。

## 二、 实验原理

在指定温度及一定压力下，1mol 物质完全燃烧时的定压反应热，称为该物质在此温度下的摩尔燃烧热，记作 $\Delta_c H_m$ 。通常，完全燃烧是指  $C \rightarrow CO_2(g)$ ， $H_2 \rightarrow H_2O(l)$ ， $S \rightarrow SO_2(g)$ ，而 N、卤素、银等元素变为游离状态。由于在上述条件下 $\Delta H = Q_p$ ，因此 $\Delta_c H_m$ 也就是该物质燃烧反应的等压热效应  $Q_p$ 。

在实际测量中，燃烧反应在恒容条件下进行（如在弹式量热计中进行），这样直接测得的是反应的恒容热效应  $Q_v$ （即燃烧反应的 $\Delta_c U_m$ ）。若反应系统中的气体均为理想气体，根据热力学推导， $Q_p$  和  $Q_v$  的关系为

$$Q_p = Q_v + \Delta nRT$$

式中：T 为反应温度，单位为 K； $\Delta n$  为反应前后产物与反应物中气体的物质的量之差；R 为摩尔气体常数。

通过实验测得  $Q_v$  值，根据上式就可计算出  $Q_p$ ，即燃烧热的值。

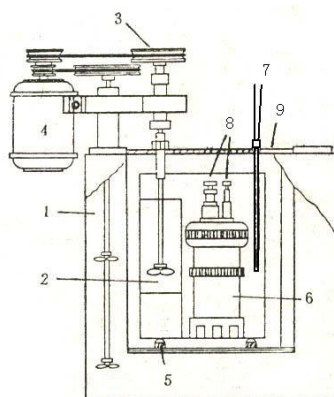


图2-2-1 氧弹式量热计

1. 外套； 2. 量热容器； 3. 搅拌器； 4. 搅拌马达； 5. 绝缘支柱； 6. 氧弹；  
7. 温度传感器； 8. 电极； 9. 盖子；

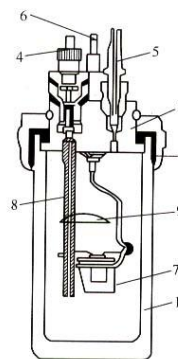


图2-2-2 氧弹

1—弹体； 2—弹帽； 3—垫圈；  
4—充气阀门； 5—放气阀门；  
6—电极； 7—燃烧皿及支架；  
8—充气管； 9—燃烧挡板

测量热效应的仪器称作量热计。量热计的种类很多。一般测量燃烧热用弹式量热计。本实验所用量热计和氧弹结构如图 2-2-1 和图 2-2-2 所示。实验过程中外水套保持恒温，内水桶与外水套之间以空气隔热。同时，还对内水桶的外表面进行了电抛光。这样，内水桶连同其中的氧弹、测温器件、搅拌器和水便近似构成一个绝热体系。

弹式量热计的基本原理是能量守恒定律。样品完全燃烧所释放的能量使得氧弹本身及周围的介质和量热计有关附件的温度升高。测量介质在燃烧前后的变化值，就可求算该样品的恒容燃烧热。

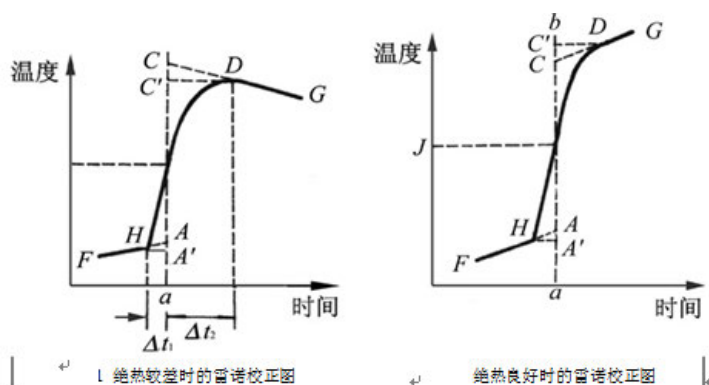
$$\frac{m}{Mr} QV = K \cdot \Delta T - QV_{\text{点火丝}} \cdot m_{\text{点火丝}}$$

式中： $m$  为待测物的质量，单位为  $\text{kg}$ ； $Mr$  为待测物的摩尔质量，单位为  $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ ； $K$  为仪器常数，单位为  $\text{kJ}\cdot\text{C}^{-1}$ ； $\Delta T$  为样品燃烧前后量热计温度的变化值； $QV_{\text{点火丝}}$  为点火丝的恒容燃烧热， $m_{\text{点火丝}}$  为点火丝的质量，单位为  $\text{kg}$ 。

先燃烧已知燃烧热的物质（如苯甲酸），标定仪器常数  $K$ ，再燃烧未知物质，便可由上式计算出未知物的恒容摩尔燃烧热，计算出摩尔燃烧热。

将燃烧前后历次观察的贝氏温度计读数对时间作图，联成 FHDG 线如图。图中 H 相当于开始燃烧之点，D 点为观察到最高温度读数点，将 H 所对应的温度  $T_1$ ，D 所对应的温度  $T_2$ ，计算其平均温度，过  $T$  点作横坐标的平行线，交 FHDG 线于一点，过该点作横坐标的垂线  $a$ ，然后将 FH 线和 GD 线外延交  $a$  线于 A、C 两点，A 点与 C 点所表示的温度差即为欲求温度的升高  $\Delta T$ 。图中  $AA'$  表示由环境辐射进来的热量和搅拌引进的能量而造成卡计温度的升高，必须扣除之。 $CC'$  表示卡计向环境辐射出热量和搅拌而造成卡计温度的降低，因此，需要加上，由此可见，AC 两点的温度差是客观地表示了由于样品燃烧使卡计温度升高的数值

有时卡计的绝热情况良好，热漏小，而搅拌器功率大，不断稍微引进热量，使得燃烧后的最高点不出现，如下方右图，这种情况下  $\Delta T$  仍可以按同法校正之。



### 三、 仪器和药品

氧弹式量热计、数显贝克曼温度计、水银温度计、氧气钢瓶、氧气减压阀、压机、秒表、量筒、扳手、镊子、燃烧丝、万用表、电子天平、苯甲酸、萘。

### 四、 实验步骤

#### 1.氧弹卡计和水的总热容 C 测定

##### ①样品压片

称取苯甲酸约 1.0g，准确称取约 18cm 长的点火丝，压片，将点火丝绑在样品上，准确称取其质量。

##### ②装置氧弹，充氧气

把盛有苯甲酸片的坩埚放于氧弹内的坩埚架上，连接好点火丝。盖好氧弹，与减压阀相连，充气到弹内压力为 2MPa 为止。

##### ③燃烧热温度的测定

把氧弹放入量热容器中，加入 3000ml 水。插入数显贝克曼温度计的温度探头。接好电路，计时开关指向“半分”，点火开关到向“振动”，开启电源。约 10min 后，若温度变化均匀，开始读取温度。读数前 5s 振动器自动振动，两次振动间隔 1min，每次振动结束读数。在第 10min 读数后按下“点火”开关，同时将计时开关倒向“半分”，点火指示灯亮。加大点火电流使点火指示灯熄灭，样品燃烧。灯灭时读取温度。温度变化率降为  $0.05^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$  后，在记录 10 个数据，关闭电源。先取出贝克曼温度计，再取氧弹，旋松放气口排除废气。称量剩余点火丝质量。清洗氧弹内部及坩埚。

#### 2.萘的恒容燃烧热的测定

取萘 0.6g 压片，重复上述步骤进行实验，记录燃烧过程中温度随时间变化的数据。

### 五、 实验数据记录

室温：25℃	大气压：97.8kPa
点火丝消耗质量：0.0034g	苯甲酸质量：0.7232g
点火丝燃烧热： $-6.695\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$	

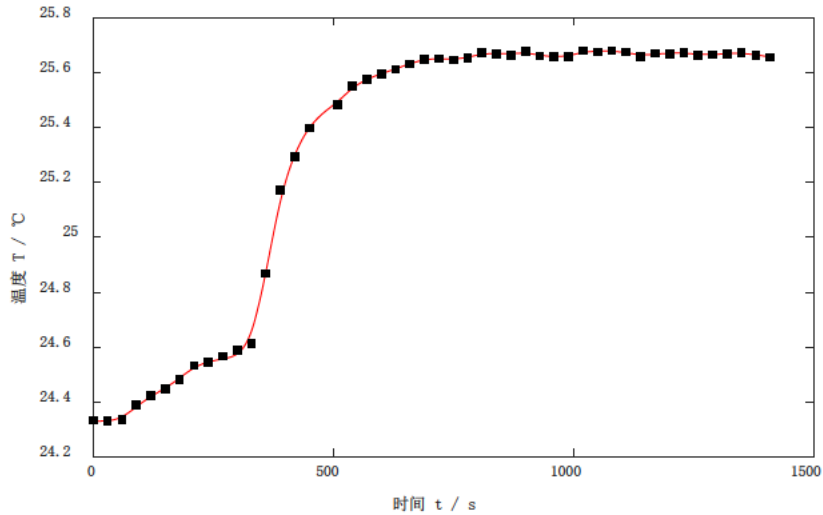
时间 t / s	温度 T / °C	时间 t / s	温度 T / °C	时间 t / s	温度 T / °C
0	24.333	480	26.481	960	25.66
30	24.332	510	25.484	990	25.658
60	24.336	540	25.552	1020	25.68
90	24.388	570	25.575	1050	25.676
120	24.422	600	25.595	1080	25.68
150	24.448	630	25.613	1110	25.676
180	24.481	660	25.632	1140	25.659
210	24.532	690	25.65	1170	25.671
240	24.544	720	25.652	1200	25.67
270	24.566	750	25.647	1230	25.675
300	24.587	780	25.654	1260	25.665
330	24.613	810	25.673	1290	25.666
360	24.868	840	25.669	1320	25.67
390	25.174	870	25.665	1350	25.672
420	25.293	900	25.679	1380	25.665
450	25.399	930	25.661	1410	25.657

室温：25℃	大气压：97.8kPa
点火丝消耗质量：0.0042g	蔗糖质量：1.2763g
点火丝燃烧热：-6.695kJ·g <sup>-1</sup>	

时间 t / s	温度 T / °C	时间 t / s	温度 T / °C	时间 t / s	温度 T / °C
0	24.336	360	25.093	720	25.765
30	24.341	390	25.309	750	25.764
60	24.344	420	25.46	780	25.766
90	24.378	450	25.552	810	25.758
120	24.407	480	25.622	840	25.766
150	24.423	510	25.674	870	25.764
180	24.444	540	25.699	900	25.773
210	24.449	570	25.716	930	25.757
240	24.454	600	25.736	960	25.772
270	24.477	630	25.746	990	25.754
300	24.497	660	25.757		
330	24.677	690	25.76		

## 六、实验数据处理

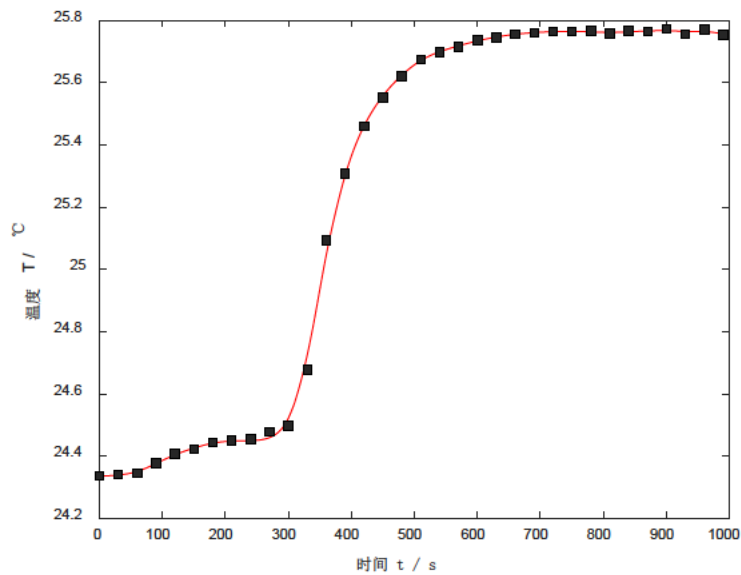
(一) 绘制苯甲酸燃烧的雷诺温度校正图



(二) 计算弹式量热计的热容

$$C_{\text{弹}} = \frac{0.7232 * 26460 + 0.0034 * 6695}{25.67^{\circ}\text{C} - 24.33^{\circ}\text{C}} = 14.30 \text{ kJ} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

(三) 绘制蔗糖燃烧的雷诺温度校正图



(四) 计算蔗糖的燃烧热

$$Q = (25.766^{\circ}\text{C} - 24.344^{\circ}\text{C}) \times 14.30 \text{ kJ} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} - 0.0042 * 6.695 = 20.31 \text{ kJ}$$

$$Q_{v,m} = \frac{Q}{n} = \frac{-20.31 \text{ kJ}}{\frac{1.2763 \text{ g}}{342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} = -5489 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$Q_{p,m} = Q_{v,m} + 0 \times RT = -5489 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

