

# 测定空气的比热容比实验报告

姓名 黄子豪 学号 2413989

## 一. 实验目的

- 1、用绝热膨胀法测定空气的比热容比
- 2、观察热力学过程中状态变化及基本物理规律
- 3、学习用传感器精确测定气体压强和温度的原理与方法

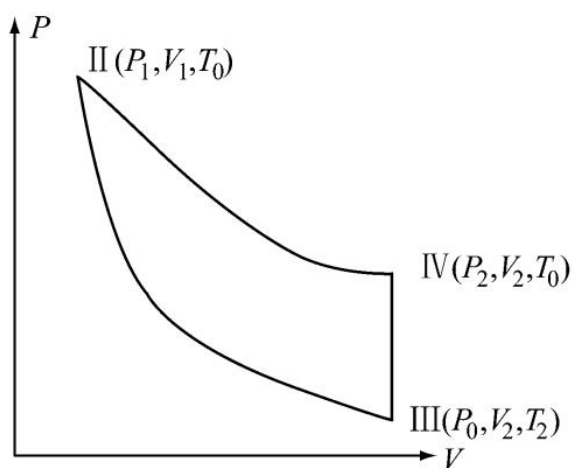
## 二. 实验原理

用比大气压 $P_a$ 稍高的压力 $P_1$ ，向玻璃容器压入适量空气，并以与外部环境温度 $T_0$ 相等之时单位质量的气体体积

（称为比体积或比容）作为 $V_1$ ，表示为状态I ( $P_1, V_1, T_0$ ) ( $P_1 > P_a$  大气压,  $T_0$ 为室温)

而后，急速打开放气活塞“B”，亦即使其绝热膨胀，使其压强降至大气压 $p_a$ ，并以状态II ( $P_a, V_2, T_2$ ) 表示。

由于是绝热膨胀， $T_2 < T_0$ ，所以，若再迅速关闭活塞“B”，并放置一段时间，系统将从外界吸收热量，且温度重新升高至 $T_0$ ；因为吸热过程中体积 $V_2$ 不变，所以压力将随之增加为 $p_2$ ，系统稳定后变为状态III ( $P_2, V_2, T_0$ )。



I→II绝热过程有

$$P_1 V_1^\gamma = P_a V_2^\gamma \quad (\text{泊松公式})$$

I与III等温有

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (\text{玻意耳定律})$$

又因

$$PV = nRT$$

替换得：

$$\gamma = \frac{\ln \frac{P_1}{P_a}}{\ln \frac{P_2}{P_a}}$$

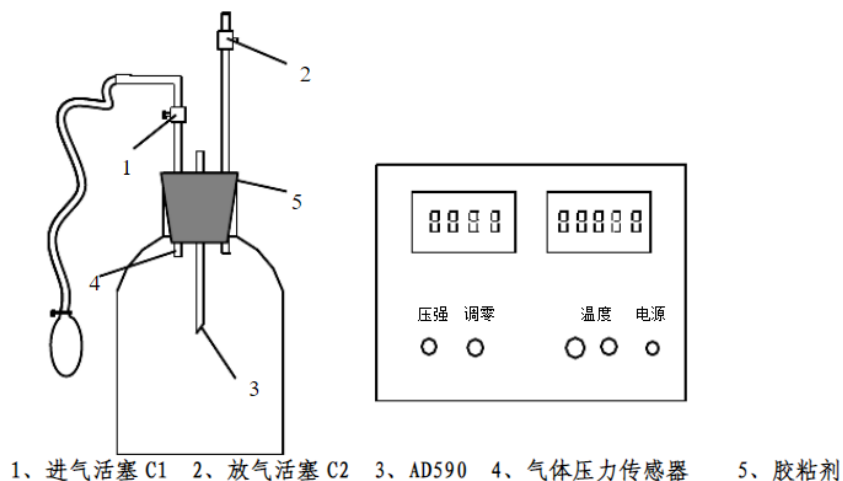
由于

$$P_1' = P_1 - P_a \ll P_a \quad P_2' = P_2 - P_a \ll P_a$$

近似得：

$$\gamma = \frac{P_1'}{P_1' - P_2'}$$

### 三. 实验仪器装置及说明



FD-NCD-II空气比热容比测定仪，由机箱(含数字电压表两只)、储气瓶、传感器两只。

### 四. 实验内容

1. 连接线路，测定环境气压 $p_a$ 及环境温度 $T_e$ ，开启电子仪器部分的电源，预热 20 分钟，调节表 1 至 0mV。
2. 熟悉实验装置，正确使用活塞“A”“B”及用压力传感器测量容器内外之压力差；同时进行粗测，以寻求状态 I 到 II 进行的时间，并注意观察物理现象
3. 顺序完成 I 到 III 的状态变化过程。平稳地向“V”内压入适量气体后关闭进气活塞“A”，待系统与外界达到热平衡【表（1）指示稳定】后，记录表（1）示值 $p_1'$ 及表（2）示值 $T_1$ 之后，迅速打开放气活塞“B”，待喷气声音停止后立刻关闭；待表（1）指示稳定后，再记录 $p_2'$ 及 $T_2$ 。
4. 在 $p_1'$ 数值大致相同的条件下重复实验 10 次，分别代入式 $\gamma = \frac{p_1'}{p_1' - p_2'}$ 求出 $\gamma_i$ 及其算数平均值。

#### 注意事项：

1. 注意系统密封性，检查是否漏气；
2. 旋转活塞时不可动作过猛，以防活塞折断；
3. 压入气体时要平稳，不要使表（1）超量程；
4. 严格掌握放气活塞从打开到关闭的时间，否则会给实验结果带来较大的不确定度；
5. 注意掌握实验进程，防止因实验周期过长、环境温度过大变化对实验造成的影响；
6. 实验完毕后将仪器整理复原，并注意将放气活塞“B”打开，使容器与大气相通；
7. 关闭活塞“B”用听声音的方法更可靠一些。

## 五. 原始数据和数据处理

$$T_{\sigma}=1487.7\text{mV} \quad p_a = 0\text{mV}$$

i	$p_1' / \text{mV}$	$p_2' / \text{mV}$	$p_1' - p_2'$	$\gamma = \frac{p_1'}{p_1' - p_2'}$
1	129.6	31.5	98.1	1.321
2	135.0	33.8	101.2	1.334
3	135.9	33.6	102.3	1.329
4	132.2	32.5	99.7	1.326
5	124.4	30.3	94.1	1.322
6	127.3	31.1	96.2	1.323
7	134.2	33.8	100.4	1.337
8	137.2	33.6	103.6	1.324
9	137.6	33.6	104.0	1.323
平均值 1.327				

相对误差:

$$\frac{1.402 - 1.327}{1.402} \times 100\% = 5.3\%$$

标准差:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}} = \sqrt{\frac{(-0.006)^2 + (0.007)^2 + (0.002)^2 + (-0.001)^2 + (-0.005)^2 + (-0.004)^2 + (0.01)^2 + (-0.003)^2 + (-0.004)^2}{9}} = 0.0053$$

A 类不确定度:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{(-0.006)^2 + (0.007)^2 + (0.002)^2 + (-0.001)^2 + (-0.005)^2 + (-0.004)^2 + (0.01)^2 + (-0.003)^2 + (-0.004)^2}{9 \times 8}} = 0.00189$$

$$t(0.683, 9) = 0.96 + \frac{0.83}{9} \approx 1.0522$$

$$U_y = t(0.683, 9) \times S_y = 0.002$$

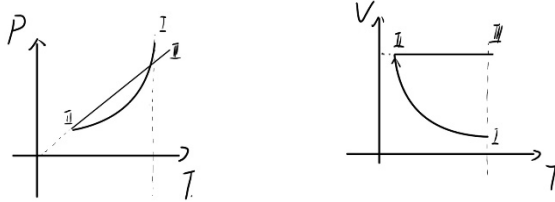
误差分析:

经计算得  $\gamma$  值都略小于 1.402, 因实验中存在以下问题:

活塞后, 未等瓶内温度返回  $T_0$  就记录数据, 使得  $p_2'$  测量值偏小, 所以  $\gamma$  测量值偏小。

## 六. 考察题

2. 假定实验的热力学过程是准静态的，试参照图 2 - 7 - 1 分别在  $p - T$  图及  $V - T$  图上绘出  $I \rightarrow II \rightarrow III$  的过程曲线。



3. 现已假定  $V_1$ 、 $V_2$  分别代表绝热膨胀前、后空气的比容，在此假定下，本实验所考察的热力学系统是什么？若重新假定绝热膨胀后仍留在“ $V$ ”中的那部分空气作为我们所考察的热力学系统，对实验有影响吗？在后一种假定下， $V_2$  及  $V_1$  将等于什么？（设容器体积为  $V$ ）

答：状态下储气瓶内的气体；无影响；

$$V_1 = V; \quad V_2 = \frac{p_1}{p_a} V$$