



南开大学
Nankai University

大学基础物理实验报告

《测定空气比热容比》

姓 名: 蒋丰毅

学 院: 软件学院

学 号: 2211082

分 组: C 组 10 号

实验时间: 2023.3.16

测定空气比热容比

[实验目的要求]

1. 学习测定空气比定压热容与比定容热容之比的一种方法。
2. 观察热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。

[实验仪器用具]

FD-NCD- 空气比热容比测定仪，由机箱（含数字电压表二只）、储气瓶、传感器两只（电流型集成温度传感器 AD590 和扩散硅压力传感器各一只）等组成。

[实验原理简述]

物质的比热容分为压力恒定时的比定压比热容 c_p ，体积一定时的比定容比热容 c_V ，二者又称为主比热容，由于本实验实际过程中所设计的温度返回不大，二者近似为常量。固体，液体和气体的膨胀系数依次增大：对于气体而言，因膨胀而对外界做的功就不能忽略不计，故 c_p 与 c_V 必须严格区别。

理想气体存在方程： $c_p - c_V = R/M$ ，由此引出一个重要的物理量 γ ：

$$\gamma = \frac{c_p}{c_V} = 1 + \frac{R}{Mc_V}$$

其中 R 为气体普适常量， M 表示气体的摩尔质量， γ 称为气体的主比热容之比。

预测量 γ 值，需要三个状态。状态 I：以比大气压 p_a 稍高的压力 p_1 ，向玻璃容器压入适量气体，并以与外部温度 T_e 相等之时单位质量的气体体积作为 V_1 。状态 II：急速打开放气活塞，使压强降至大气压 p_a ，由于是绝热膨胀， $T_2 < T_e$ 。状态 III：关闭活塞后若再放置一段时间，系统将从外界吸收热量，且温度重新升高至 T_e ，由于体积不变，压力随之增加为 p_2 。

状态 I \rightarrow II 的变化是绝热的，故满足泊松公式

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$$

而状态 III 与 I 是等温的，故玻意耳定律成立

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

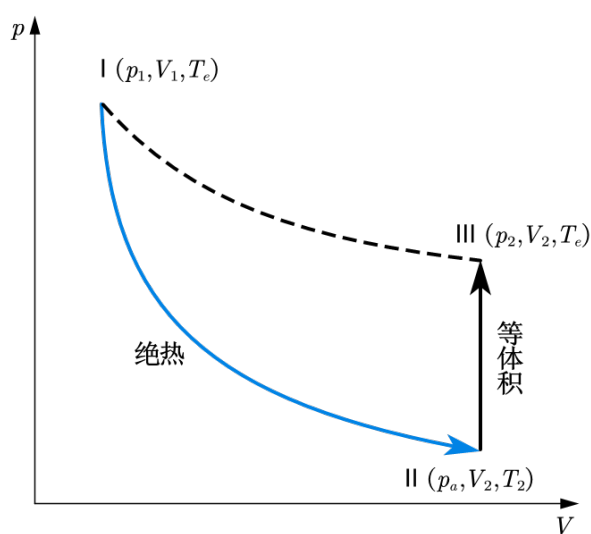


图 1: $p - V$ 图

由前两个式子消去 V_1, V_2 , 并求解得。

$$\gamma = \frac{\ln p_1 - \ln p_a}{\ln p_1 - \ln p_2} = \frac{\ln (p_1/p_a)}{\ln (p_1/p_2)} \quad (1)$$

若以 p'_1 和 p'_2 分别表示 p_1 与 p_a 及 p_2 与 p_a 的压力差, 则有

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= p_a + p'_1 \\ p_2 &= p_a + p'_2 \end{aligned} \right\}$$

将此式带入到 (1) 式, 注意到 $p_a \gg p'_1 > p'_2$

$$\ln p_1 - \ln p_a = \ln \frac{p_1}{p_a} = \ln \left(1 + \frac{p'_1}{p_a} \right) \approx \frac{p'_1}{p_a}$$

以及

$$\ln p_1 - \ln p_2 = (\ln p_1 - \ln p_a) - (\ln p_2 - \ln p_a) \approx \frac{p'_1}{p_a} - \frac{p'_2}{p_a}$$

故

$$\gamma = \frac{p'_1}{p'_1 - p'_2} \quad (2)$$

故只需测得 p'_1 以及 p'_2 , 即可通过 (2) 式求出空气的比热容比。

[实验步骤]

1. 开启玻璃瓶的两个活塞并开启电子仪器的电源, 使用调零旋钮将测定气压的表示数调整为 $0mV$, 预热 20 分钟。
2. 关闭出气活塞, 使用橡皮球往玻璃瓶中压入大约 $120mV$ 气体后, 关闭进气活塞, 等待直到电压表示数稳定, 记录此时电压表的示数为 p'_1 , 温度表的示数为 T_1 。
3. 打开出气活塞, 待放气声音停止后立即关闭, 等待直到电压表的示数稳定, 记录电压表示数为 p'_2 , 温度表示数为 T_2 。
4. 重新打开两个活塞, 重复步骤 1 和 2。

[数据处理]

重复十次实验, 对每组实验求得的 γ 取平均值。求得 $\bar{\gamma} = 1.31$, 计算与理论值 1.402 的相对误差

$$E_x = \frac{1.402 - 1.310}{1.402} = 6.5\%$$

[注意事项]

1. 旋转活塞时应慢, 防止活塞被折断。
2. 压入气体时若太多, 则仪器不密封造成的误差会增大, 若太少, 则实验效果不明显, 以使电压表示数为 $120mV$ 最佳。
3. 打开放气活塞待声音消失后应当立刻关上活塞, 否则实验结果偏小。

1. 将实测数据及计算结果填入下表: $T_e = 1452.2 \text{ mV}$, $p_e = 0 \text{ mV}$.

i	p'_1/mV	T_{1i}/mV	p'_2/mV	T_{2i}/mV	$(p'_1 - p'_2)/\text{mV}$	$\gamma = \frac{p'_1}{p'_1 - p'_2}$
1	110.4	1453.3	27.3	1453.1	83.1	1.328
2	113.3	1454.0	27.6	1453.8	85.7	1.322
3	110.3	1454.8	25.1	1454.6	85.2	1.294
4	110.3	1455.2	25.4	1454.9	84.9	1.299
5	107.6	1455.5	25.7	1455.3	81.9	1.313
6	108.9	1455.8	25.2	1455.5	83.7	1.301
7	110.7	1456.1	25.9	1455.8	84.9	1.303
8	111.4	1456.4	26.0	1456.0	85.0	1.310
9	108.2	1456.7	25.9	1456.4	82.2	1.316
10	110.8	1457.1	26.2	1456.6	84.6	1.310
平均						
	110.0	1457.3	26.2	1456.9	83.8	1.318
	112.2	1457.1	26.6	1457.1	86.5	1.308

2. γ 的理论值为 1.402, 则实验的相对误差为多少?

图 2: 数据表格

[考察题与思考题]

考察题第四题

由于打入的气体不均匀, 仪器测量的下半部分压强比较大, 若读取的时间间隔太小, p'_1 的值会偏大; 由于释放完气体需要等待一段时间气体吸热压强增大, 故读取时间过快的话, p'_2 会偏小。

如果时间间隔很长, 由于不可能做到百分之一百密封, 故 p'_1 p'_2 都会偏小, 对实验有影响但影响未知。

思考题第三题

是室内空气。应该没有影响。