青島科技大学
Qingdao University of Science & Technology

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

液体饱和蒸气压的测定

一、实验目的

1 明确液体饱和蒸气压的定义，了解纯液体的饱和蒸气压与温度的关系、克劳修斯-克拉贝龙(Clausius- Clapeyron)方程的意义；

2 掌握静态法测定液体饱和蒸气压的方法，学会用图解法求被测液体在实验温度范围内平均摩尔气化焓；

3 初步掌握真空实验技术、了解恒温槽及气压计的使用方法。

二、实验原理

1. 饱和蒸气压

- 在一定温度下与液体处于平衡状态时蒸气的压力称为该温度下液体的饱和蒸气压；
- 液体的蒸气压是随温度而改变的，当温度升高时蒸气压增大；
- 液体的饱和蒸气压与温度的关系可用克拉贝龙方程式表示：

$$\frac{dp}{dT}=\frac{\Delta_{Vap}H_m^*}{T\Delta V_m}$$

热力学温度

T 时纯液体的摩尔气化焓

$$\frac{dp}{dT}=\frac{\Delta_{Vap}H_m^*}{T\Delta V_m}$$

$\Delta V_m = V_m(g) - V_m(l)$

由于 $V_m(g) >> V_m(l)$ 故 $\Delta V_m \approx V_m(g)$

将气体视为理想气体

$$V_m(g)=\frac{RT}{p}$$

代入克拉贝龙方程，可得克劳修斯-克拉贝龙（Clausius-Clapeyron）方程

$$\frac{d\ln p/[p]}{dT}=\frac{\Delta_{vap}H_m}{RT^2}$$

$$\frac{d\ln p/[p]}{dT}=\frac{\Delta_{vap}H_m}{RT^2}$$

较小的温度变化范围

$\Delta_{vap}H_m$ 与温度无关

积分上式

$$\ln\frac{p}{[p]}=-\frac{\Delta_{vap}H_m}{RT}+c$$

$$\ln\frac{p}{[p]}=-\frac{\Delta_{vap}H_m}{RT}+c$$

以 $\ln\frac{p}{[p]}$ 对 $\frac{1}{T}$ 作图可得一直线，直线的斜率为：

$$k=-\frac{\Delta_{vap}H_m}{R}\Rightarrow\Delta_{vap}H_m=-Rk$$

由实验测定几个不同温度下饱和蒸气压，用图解法求得直线的斜率k，根据上式即可求出：$\Delta_{vap}H_m$

2. 饱和蒸气压测定

（1）测定液体饱和蒸气压的方法主要有以下三种：

1 饱和气流法

在一定温度和压力下通过一定体积已被待测液体所饱和的气流，用某物质完全吸收，通过吸收物质增加的重量，便可计算蒸气的分压，该分压就是该温度下被测液体的饱和蒸气压。此法一般适用于蒸气压比较小的液体。

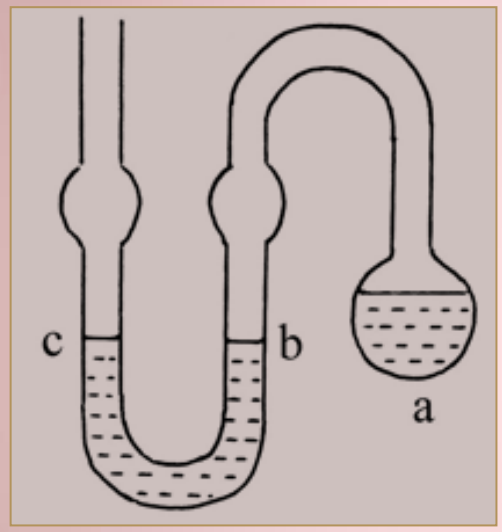
2 动态法

利用当液体的蒸气压与外压相等时液体沸腾的原理.测定液体在不同外压时的沸点就可求出不同温度下的蒸气压。

3 静态法

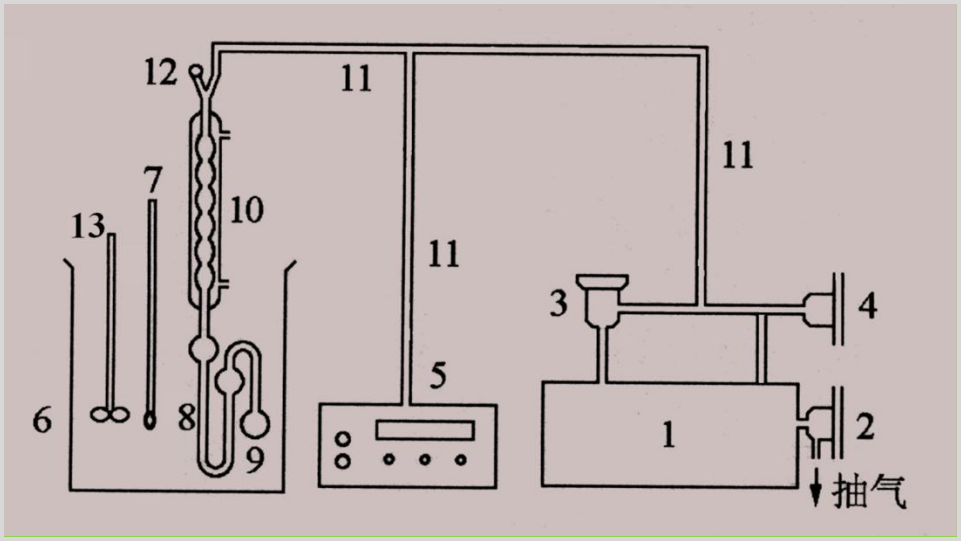
在某温度下将被液测体放在一个密闭体系中，直接测量其饱和蒸气压，此法一般适用于蒸气压比较大的液体。

（2）静态法的基本原理



本实验采用的静态法即在一定的温度下，直接测定体系的压力，测定时要求体系内无杂质气体。为此用一个球管与一个U型管相连，构成了实验测定的装置，其外形如右图所示。

三、仪器和试剂



1 不锈钢真空包；
2 抽气阀；
3 真空包抽气阀；
4 进气阀；
5 数字压力表；
6 玻璃恒温水浴；
7 温度计；
8 等压计；
9 试样球；
10 冷凝管；
11 真空橡皮管；
12 加样口；
13 搅拌杆

无水乙醇

真空泵及附件

四、操作步骤

1 装样：通过加样口12装入乙醇，使其占小球体积的2/3，保证U型管内含有一定量的乙醇，

2 打开数字压力计电源，预热10min后，按下“复位”键，调单位至“mmHg” 再按下“采零”键。设置好玻璃恒温水浴温度。

3 系统气密性检查：关进气阀“4”，开阀“2”、“3”和真空泵，抽气 2 ~3 min，关阀“3”，若数字压力计读数基本不变，说明系统不漏气，否则应逐段检查，消除漏气原因

4

开“3”阀，继续抽真空。气泡状空气通过U型管逸出。当气泡成串逸出时，迅速关阀门“3”，2~5 min后关闭阀门“2”

5

慢慢开阀“3”，对等压计缓慢排气1~2 min，关阀“3”。缓慢开阀“4”，使少许空气进入。待等压计左右支管液面相平时，迅速关闭阀门“4”同时读取压力和温度。计算所测温度下的饱和蒸气压，并与标准数据比较，误差小于10mmHg，进行下面实验。误差较大时，重复此步骤。

6

升温2~3℃，重复步骤 4、5，测定乙醇在不同温度下的蒸气压（至少测5组数据）。

7

实验结束，开阀门“3”、“4”，关闭气压计、恒温水浴的开关。将系统排空，然后关闭真空泵。

五. 实验直接测量的物理量

1. 直接测量的物理量:不同温度下系统的压力。

2. 饱和蒸气压的计算: $p_{饱和} = p_{大气} + p_{测量}$

或 $p_{饱和} = p_{大气} - \left| p_{测量} \right|$

3. 测量数据的变化趋势:

饱和蒸气压随温度升高而增大。

六. 实验注意事项

1. 排气速度不宜太快，以防液封抽干
2. 若沸腾不能停止，可缓缓开进气阀“4”，使少许空气进入系统
3. 调平读数结束，迅速关阀4，严防空气倒灌
4. 实验进行到中途，不能再对压力计采零
5. 实验结束，先将系统排空，在关闭真空泵

七. 思考题

1 本实验产生误差的因素有哪些？

2 数字压力计中所读数值是否就是纯液体的饱和蒸汽压

3 本实验所运用的公式的三个基本假设是什么？

4 实验过程中进气过多会出现什么状况？应如何处理

5 实验中发现大气压发生变化，应如何计算蒸汽压，为什么？

6 实验结束体系先和大气相通才能关闭真空泵，为什么？