

纯液体饱和蒸气压的测定

——静态法

林晓明

物理化学研究所

一、实验目的

- 明确纯液体饱和蒸气压的概念及其与温度的关系，加深对克劳修斯—克拉贝龙方程的理解。
- 掌握静态法测定纯液体饱和蒸气压的原理及方法，学会用图解法求纯液体的平均摩尔气化热和正常沸点。
- 了解数字式低真空测压仪，熟悉常用气压计的使用及校正方法，初步掌握真空实验技术。

二、实验原理

- 在一定温度下，纯液体与其自身的蒸气达到气液平衡时，蒸气的压力称为该温度下该液体的饱和蒸气压，简称为蒸气压。
- 蒸发1mol液体所吸收的热量称为该温度下该液体的摩尔气化热。
- 当液体的饱和蒸气压等于外界压力时，液体沸腾，此时的温度即为该液体的沸点。当外压为一个标准大气压时，液体的沸点称为正常沸点。

二、实验原理

将蒸气视为理想气体，饱和蒸气压与温度的关系可用

克劳修斯—克拉贝龙方程式表示：

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

- T为热力学绝对温度，K
- p为纯液体在温度T时的饱和蒸气压，Pa
- $\Delta_{vap} H_m$ 为纯液体在温度T时的摩尔气化热，J·mol⁻¹
- R为摩尔气体常数，8.314 J·mol⁻¹·K⁻¹

二、实验原理

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

$$\ln p = \frac{-\Delta_{\text{vap}} H_m}{R} \cdot \frac{1}{T} + c$$

$$m = \frac{-\Delta_{\text{vap}} H_m}{R} \quad \Delta_{\text{vap}} H_m = -R \cdot m$$

测得一组不同温度下纯液体的饱和蒸汽压值，可

求得该温度范围内该纯液体的平均摩尔汽化热 $\Delta_{\text{vap}} H_m$

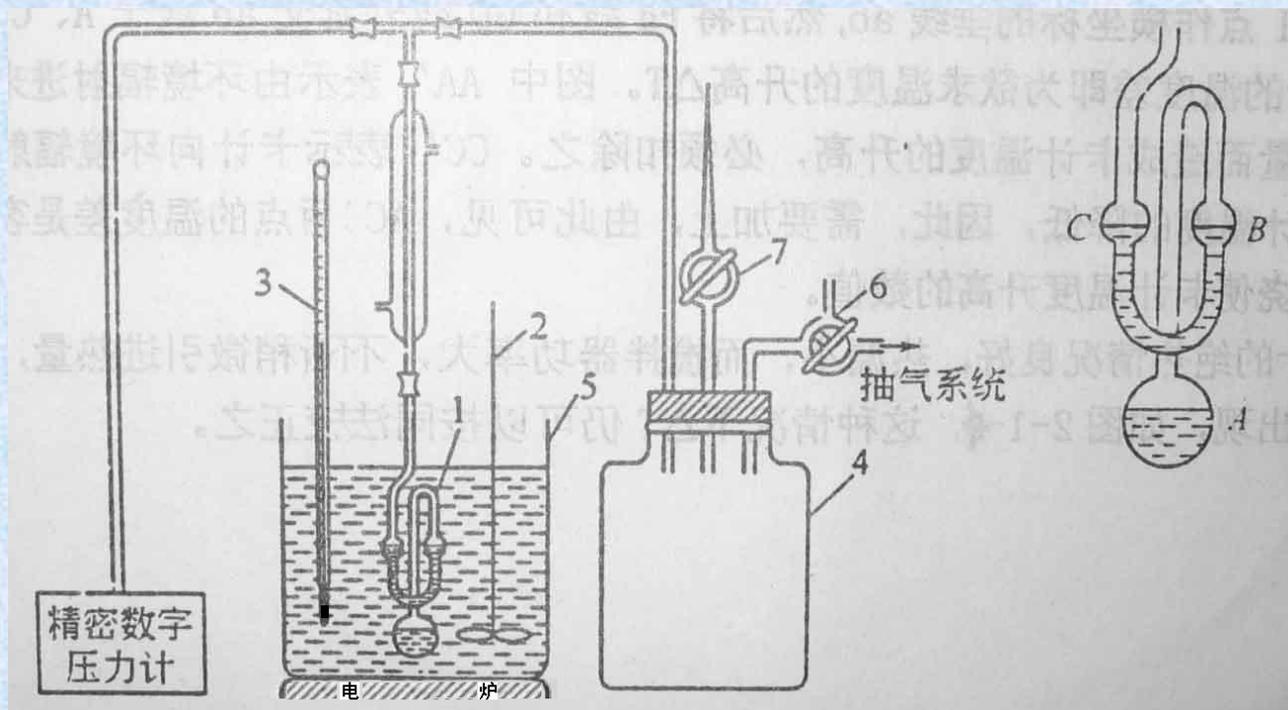
二、实验原理

测定液体饱和蒸气压的方法主要有三种：

- **静态法** 在某一温度下将被测液体放在一个密闭的体系中，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。本实验采用静态法测定纯水的饱和蒸气压。
- **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，从而求出不同温度下的蒸气压。此法对温度控制要求不高，对于沸点较低的液体，用此法测定蒸气压与温度关系是比较好的。
- **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，然后称量吸收物质增加的重量，便可计算蒸气的分压，即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。

三、仪器与试剂

液体蒸气压测定装置，如下图所示：



液体蒸气压测定装置1套；真空泵（共用）1台；电炉1台；
100°C（1/10）水银玻璃温度计1根；纯水

四、实验步骤

1、将纯水装入等压计中

将等压计从液体蒸气压测定装置中卸下。

往等压计中倒入少许纯水，倾倒等压计，并不断改变其倾斜度，使纯水由球C流经U型管、球B、最后到达A。反复上述操作次数，直至球A中装入的2/3体积的纯水为止。

将等压计竖直，向球C倒入纯水，至U型管两边处同一水平时，水面接近球B的底部为止。

最后将等压计小心装回装置中。

四、实验步骤

2、检查系统是否漏气

关闭直通活塞7，开动真空泵，慢慢旋转三通活塞6使系统与真空泵连通，抽气减压至压力计示数约为-53.3 kPa (-400 mmHg) 时，关闭三通活塞6，使系统与真空泵、大气皆不相通。

观察压力计示数，如果在3-5 min内维持不变，则系统不漏气。否则，说明系统漏气，这时应仔细检查装置各个部分，特别注意检查各部分的连接处，设法排除漏气故障。

四、实验步骤

3、排除球A和球B间的空气

打开直通活塞7，让系统与大气相通，关闭三通活塞6，接通回流水，开启电炉对水浴加热，搅拌。

当水浴温度升为 96°C 时，停止加热，关闭直通活塞7，开动真空泵，慢慢打开三通活塞6抽气，使系统减压至液体轻微沸腾，此时AB管内的空气不断随蒸气经C管逸出。

如此持续3-5 min，可认为空气排除干净，关闭三通活塞6。

四、实验步骤

4、不同温度下纯水饱和蒸气压的测定

球A中的蒸气经球B从球C上方逸出，U型管中的水面，右边降低，左边升高。随着水浴温度的下降，U型管两边液面高差不断减小，至两边处于同一水平时，迅速记下此时的温度和压力。

开动真空泵，细心而快速地打开活塞6使系统与真空泵微微连通，抽气减压至压力计示数减小约5.3 kPa时，关闭活塞6，待U型管两边的液面处于同一水平时，又迅速记下此时的温度和压力。

重复上述操作直至水浴的温度降至60-70℃时为止。

最后打开活塞7，关闭活塞6，关闭回流水、真空泵、电源。

五、实验记录及数据处理

1、将测得数据列成下表：

室温：_____；气压计读数：_____；校正后的大气压值：_____。

次序	温度 $t/^{\circ}\text{C}$	温度 T/K	$(1/T)$ $/\text{K}^{-1}$	测压仪的示 数/ Pa	蒸气压 P/Pa	$\ln P$
1						
2						
3						
...						

五、实验记录及数据处理

- 2、作 $\ln p \sim 1/T$ 图，求纯水的正常沸点 $T_{\text{正常}}$ 。
- 3、依据 $\ln p \sim 1/T$ 直线的斜率，求纯水在实验温度区内的平均摩尔气化热 $\Delta_{\text{vap}}H_m$ 。
- 4、计算 $T_{\text{正常}}$ 、 $\Delta_{\text{vap}}H_m$ 的相对误差，并对实验结果进行讨论。

六、实验注意事项

- (1) 测定前必须将平衡管A、B中的空气驱净，使B管液面上方只含待测液体的蒸气分子。整个实验过程中，要严防空气倒灌。
- (2) 及时开动冷凝水管，防止液体的蒸气来不及冷凝，冲到冷凝管上端。抽气速度要适中，以免等压计内液体沸腾过剧使球B、C内液体被抽尽。
- (3) 当管B、C中液面平齐时要立即读数，包括压力及温度，读毕还要快速抽气减压。因此，同组人员必须注意力集中，密切配合。

七、提问与思考

- 1、什么叫液体的饱和蒸气压？什么叫正常沸点？液体的沸点与外压有何关系？
- 2、本实验方法能否用于测定溶液的蒸气压？为什么？
- 3、等压计U形管中的液体起什么作用？
- 4、能否在加热情况下检查是否漏气？
- 5、实验过程中为什么要防止空气倒灌？
- 6、实验时抽气空气的速度应如何控制？为什么？
- 7、实验时大烧杯中的水为什么一定要淹没等压计球A和球B间的U型管？

八、参考文献

- 1、顾月姝主编. 基础化学实验 (III) ——物理化学实验. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- 2、复旦大学等编. 物理化学实验. 第三版. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- 3、刘寿长, 张建民, 徐顺主编. 物理化学实验与技术. 郑州: 郑州大学出版社, 2004.
- 4、孙尔康, 徐维清, 邱金恒编. 物理化学实验. 南京: 南京大学出版社, 1998.
- 5、吴子生, 严忠主编. 物理化学实验指导书. 长春: 东北师范大学出版社, 1995.