

Op.155. No.5 液体饱和蒸气压的测定

孙肇远 PB22030708, Jan. 2025

University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui, China

1. 引言

本实验基于物理化学热力学理论, 利用液体饱和蒸气压测定仪, 通过不同温度下水银柱示数, 得到蒸汽压随温度的变化关系, 通过理论公式得到沸点及蒸发焓.

2. 实验

2.1. 实验过程

打开加热器, 把大球中的空气充分赶净, 使待测液体上面全部为纯液体的蒸汽;
停止加热, 注视两管液面, 一旦处于同一水平, 立即读取此时的温度作为液体的沸点, 平行测量三次;
调节气压使 U 型管内的水银柱高度差约为 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40 cm, 调整温度使其产生新的沸腾, 依次测量蒸汽压与外压平衡时的温度;
重新加热, 并在加热的同时控制稳压瓶与大气相通的活塞, 使体系压力逐渐增大, 直到与大气压相等;
时间反演上重复上述操作;
时间顺演上重复上述操作.

3. 结果与讨论

以下未标明量纲的物理量, 全部默认为 SI units.

3.1. 实验数据

用 Origin 数据得到的三组实验的 Clausius-Clapeyron 方程分别为

$$\ln p = \frac{-3770.04031}{T} + 22.18253, \quad [1]$$

$$\ln p = \frac{-3770.65238}{T} + 22.18403, \quad [2]$$

$$\ln p = \frac{-3802.2485}{T} + 22.27604, \quad [3]$$

从而得到摩尔蒸发焓 $\Delta_{\text{vap}} H_{\text{m}}^{\circ} = 31437.0$, 沸点 $T_{\text{b}} = 353.52$.

3.2. 结果讨论

由兰氏化学手册查得其摩尔蒸发焓为 29930, 相对误差 5.04%; 沸点为 353.85, 相对误差 -0.093%.

3.3. 误差分析讨论

本实验可能误差如下:

- 1° 空气不会完全排净, 又由于本实验中液体达到沸腾时产生过热等现象的影响, 很难观察到液体表面有大量气泡产生, 残存的空气分压会引起误差;
- 2° 仪器本身精度的误差, 包括温度探头的读数, U 型压差计刻度的读取等;
- 3° 该体系并不是一个良好的绝热体系, 因此其温度分布可能并不均匀;
- 4° U 型压差计中凸液面的读取, 依靠肉眼判断两边的汞柱是否平齐存在视线的误差.

3.4. 实验体会与认识

通过本次实验, 我们对相变热力学内容有了更加深刻的认识, 了解并掌握了通过动态法测定了不同温度和压强下环己烷的饱和蒸气压的方法, 计算出其摩尔汽化焓和正常沸点, 且拟合结果较好, 与理论值接近, 说明该实验方法的可操作型和可信度都很高.

4. 附件

4.1. 原始数据处理

以下过程对于未标注单位物理量默认 SI units.

	第一组	第二组	第三组
大气压/kPa	103.07	1.3.07	103.05

Table 1. 实验过程的大气压强

	第一组	第二组	第三组	平均值
温度/°C	81.204	81.213	81.236	81.218
相对偏差	-0.0040%	-0.0014%	0.0051%	—

Table 2. 检验气体是否排净的温度数据记录

三组实验偏差均小于 0.2%, 因此可认为气体已经排净.

压强换算关系:

$$1 \text{ mmHg} = 133.3224,$$

[4]

可得到下表

	A(X)	B(Y)	C(Y)	D(Y)	E(Y)	F(Y)	G(Y)
长名称	温度	正压	负压	T	p	1/T	ln[p]
单位	℃	cmHg	cmHg	K	Pa		
注释							
F(x)=				A+273.15	103070-(B+	1/D	ln(E)
1	79.305	2.28	2.05	352.455	97297.1401	0.00284	11.48552
2	77.693	4.02	3.72	350.843	92750.8462	0.00285	11.43767
3	75.841	6.05	5.58	348.991	87564.6049	0.00287	11.38013
4	73.767	8.19	7.6	346.917	82018.3930	0.00288	11.3147
5	71.799	10.01	9.42	344.949	77165.4577	0.0029	11.25371
6	69.63	12.06	11.36	342.78	71845.8939	0.00292	11.18228
7	66.691	14.51	13.78	339.841	65353.0930	0.00294	11.08756
8	63.681	16.56	15.99	336.831	59673.5588	0.00297	10.99664
9	61.503	18.51	17.62	334.653	54900.6169	0.00299	10.91328
10	58.458	20.5	19.55	331.608	49674.3788	0.00302	10.81324

Fig. 3. 第一组数据处理

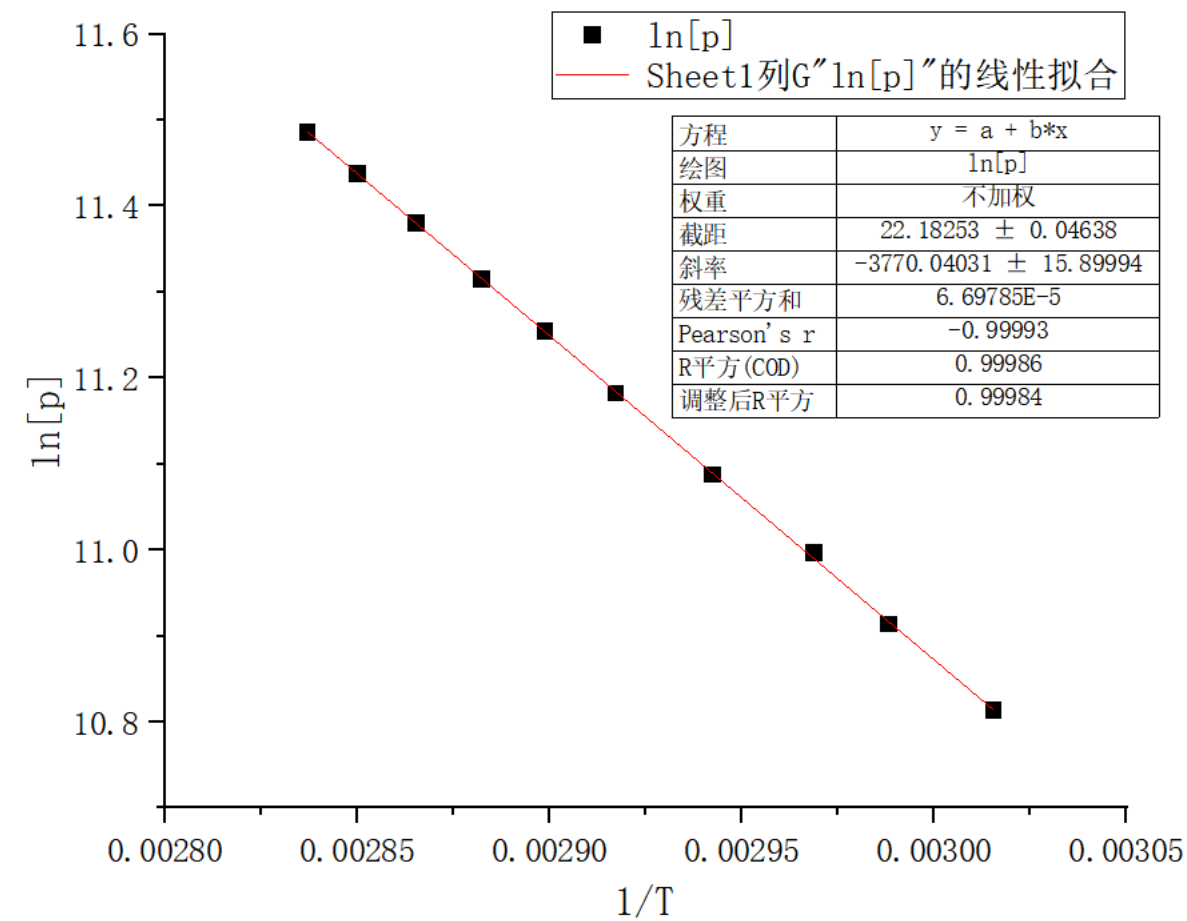


Fig. 4. 第一组 $\ln p \sim \frac{1}{T}$ 拟合

$$\ln p = \frac{-3770.04031}{T} + 22.18253,$$

「5」

$$T[101325] = 353.780.$$

「6」





	A(X)	B(Y)	C(Y)	D(Y) 	E(Y) 	F(Y) 	G(Y) 
长名称	温度	正压	负压	T	p	1/T	ln[p]
单位	℃	cmHg	cmHg	K	Pa		
注释							
F(x)=				A+273.15	103070-(B+	1/D	ln(E)
1	61.999	18.16	17.25	335.149	55860.5382	0.00298	10.93061
2	64.827	16.03	15.2	337.977	61433.4145	0.00296	11.02571
3	67.21	14.1	13.3	340.36	66539.6624	0.00294	11.10555
4	69.678	11.91	11.22	342.828	72232.5289	0.00292	11.18765
5	71.465	10.3	9.64	344.615	76485.5134	0.0029	11.24486
6	73.703	8.15	7.58	346.853	82098.3865	0.00288	11.31567
7	75.769	6.1	5.55	348.919	87537.9404	0.00287	11.37983
8	78	3.8	3.38	351.15	93497.4517	0.00285	11.44569
9	78.999	2.62	2.25	352.149	96577.1991	0.00284	11.4781
10	80.911	0.49	0.7	354.061	101483.463	0.00282	11.52765

Fig. 5. 第二组数据处理

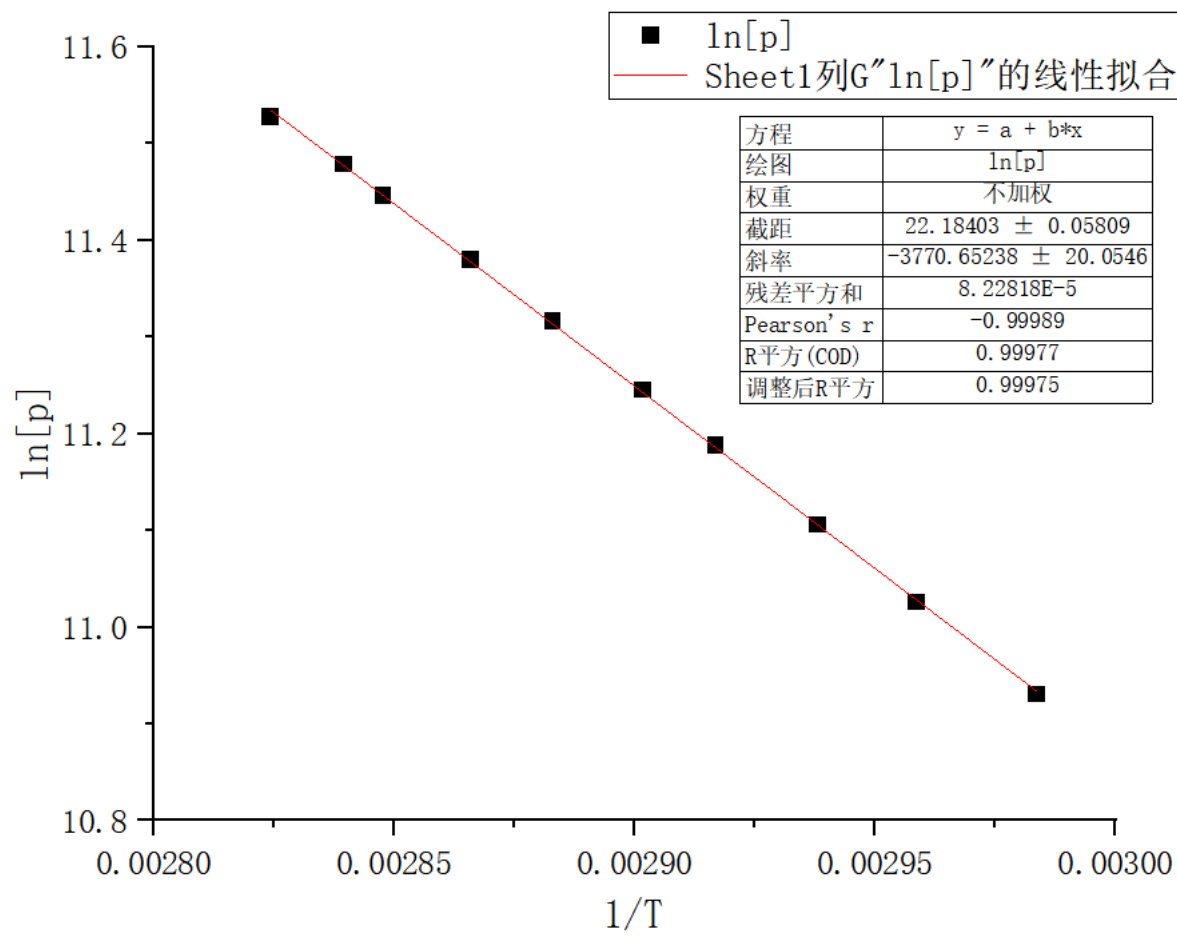


Fig. 6. 第二组 $\ln p \sim \frac{1}{T}$ 拟合

$$\ln p = \frac{-3770.65238}{T} + 22.18403,$$

[7]

$$T[101325] = 353.788.$$

[8]





	A(X)	B(Y)	C(Y)	D(Y) 	E(Y) 	F(Y) 	G(Y) 
长名称	温度	正压	负压	T	p	1/T	ln[p]
单位	℃	cmHg	cmHg	K	Pa		
注释							
F(x)=				A+273.15	103050-(B+	1/D	ln(E)
1	79.276	2.3	1.91	352.426	97437.1270	0.00284	11.48696
2	77.647	4.12	3.69	350.797	92637.5206	0.00285	11.43645
3	75.825	6.08	5.57	348.975	87517.9404	0.00287	11.3796
4	73.544	8.3	7.7	346.694	81718.416	0.00288	11.31103
5	71.416	10.4	9.75	344.566	76185.5364	0.0029	11.24093
6	69.307	12.3	11.58	342.457	71212.6109	0.00292	11.17343
7	66.779	14.41	13.65	339.929	65639.7346	0.00294	11.09194
8	64.346	16.39	15.58	337.496	60426.8287	0.00296	11.00919
9	61.461	18.52	17.65	334.611	54827.2879	0.00299	10.91194
10	58.28	20.68	19.7	331.43	49214.4149	0.00302	10.80394

Fig. 7. 第三组数据处理

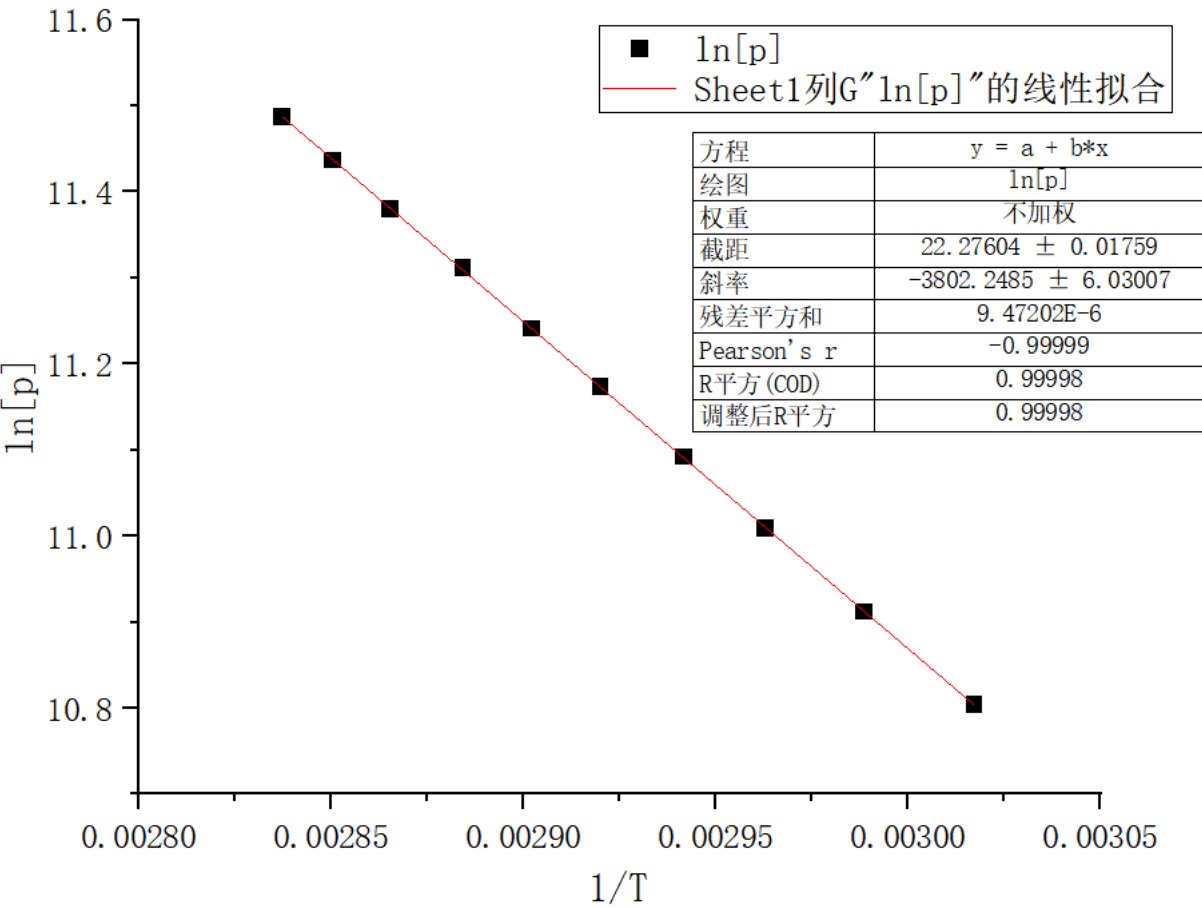


Fig. 8. 第三组 $\ln p \sim \frac{1}{T}$ 拟合

$$\ln p = \frac{-3802.2485}{T} + 22.27604,$$

[9]

$$T[101325] = 353.699. \quad [10]$$

故得到沸点

$$T_b = 353.52, \quad [11]$$

蒸发焓

$$\Delta_{\text{vap}} H_m^{\circ} = -\frac{-3770.04031 + -3770.65238 + -3802.2485}{3} \times R = 31437.0. \quad [12]$$

4.2. 原始数据

大气压		103.09	102.07
81.099°C	81.204°C	81.213°C	81.236°C
1. 79.305°C	+2.288	-2.05	
2. 77.693°C	+4.02	-3.72	
3. 75.841°C	+6.05	-5.58 -5.58	
4. 73.767°C	+8.19	-7.60	
5. 71.799°C	+10.01	-9.42	
6. 69.630°C	+12.06	-11.38 -11.38	
7. 66.691°C	+14.51	-13.78	
8. 63.681°C	+16.56	-15.99	
9. 61.503°C	+18.51	-17.62	
10. 58.458°C	+20.50	-19.55	
		103.07	102.07 102.05
1. 61.999	+18.16	-17.25	79.276 +2.30 -1.91
2. 64.827	+16.03	-15.20	77.647 +4.12 -3.69
3. 67.210	+14.10	-13.30	75.825 +6.08 -5.57
4. 69.678	+11.91	-11.22	73.544 +8.30 -7.70
5. 71.465	+10.30	-9.64	71.416 +10.40 -9.75
6. 73.703	+8.15	-7.58	69.307 +12.30 -11.58
7. 75.769	+6.10	-5.55	66.779 +14.41 -13.85
8. 78.000	+3.80	-3.38	64.346 +16.39 -15.58
9. 78.999	+2.62	-2.25	61.461 +18.52 +9 -17.65
10. 80.911°C	+0.49	-0.70	58.280 +20.68 -19.70

Fig. 9. 原始数据记录