



# 浙江大学物理化学实验

## CO<sub>2</sub> 的 $pVT$ 关系测定和临界现象观测

### 实 验 报 告

参加学生：叶青杨（3210100360）

指导老师：方文军

浙江大学化学实验教学中心

2023 年 11 月 23 日

# CO<sub>2</sub> 的 pVT 关系测定和临界现象观测

叶青杨 (3210100360), 指导教师: 方文军

## 一、原理

对于物质的量确定的系统, 当处于平衡时, 其状态函数  $p, V_m, T$  之间存在关系:  $f(p, V_m, T) = 0$ , 也就是说, 取恒温剖面, 与立体曲面的相交曲线的投影为  $p, V_m$  图。

随着温度升高, 等温线的水平片段会逐渐缩短, 直至达到一个点, 即临界点, 此时的具有唯一的临界温度, 临界压力和临界体积。

已知,  $v(20^\circ\text{C}, 9.8\text{MPa}) = 0.00117\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ , 认为比体积与高度线性相关。由于二氧化碳的总质量是确定不变的, 因此不同温度下也可以直接使用  $\Delta h$  的比值来确定比体积  $v$

### 1 试剂与仪器

#### 1.1 试剂

实验工质 CO<sub>2</sub>; 压力油

#### 1.2 仪器

活塞式压力计; 超级恒温槽; 实验台; 防护罩;

## 二、实验

### 2 实验步骤<sup>[1]</sup>

#### 1. 抽油

关本体油路两个阀, 开进油阀, 抽至接近满。

关进油阀, 开本体两阀, 缓慢摇入油至有读数, 有水银柱。

#### 2. 测定气液相变等温线

测顶部刻度  $h_0$ 。

恒温槽调至 20°C, 开循环水泵, 适当压力间隔测  $h$ , 直到 9.8MPa, 记录数据和现象。

重复, 测定 23°C, 25°C, 27°C, 29°C, 31.1°C, 35°C 的数据。

观察临界现象和乳光。

### 3 实验结果与分析

当日气温 18°C

当日大气压 102.19kPa

$$h_0 = 2.9(cm)$$

$$\Delta h_0 = 4.1(cm)$$

原始数据过多，故不展示原始数据，仅展示处理后的数据

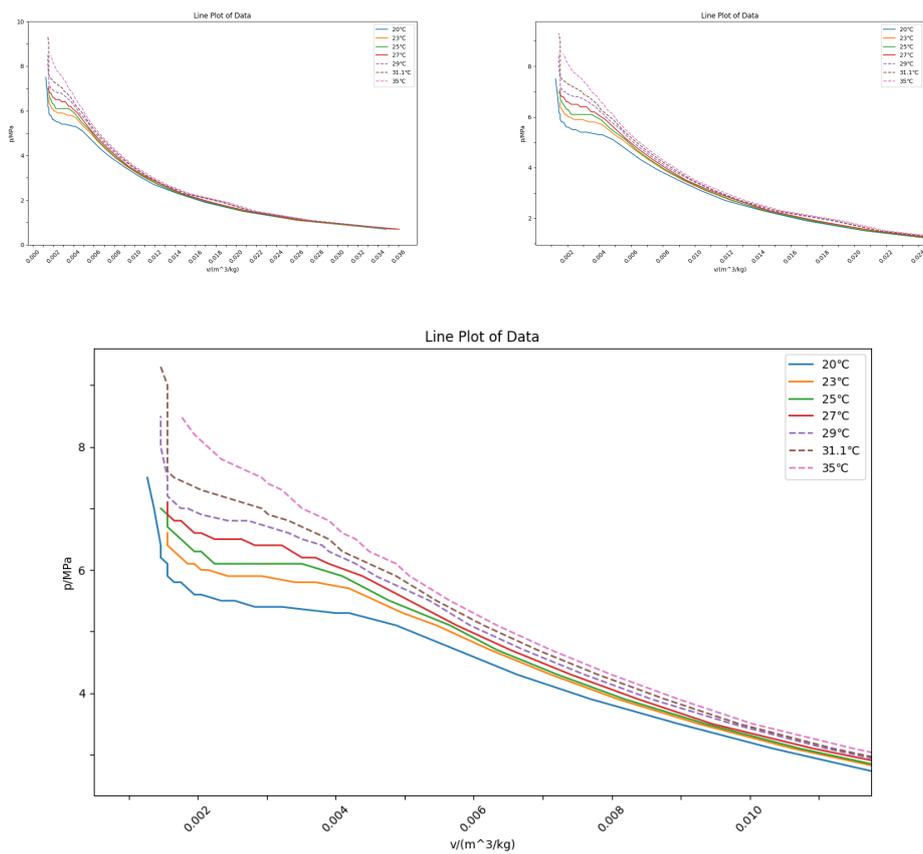


图 1 不同缩放下的实验数据绘图结果

## 3D Surface Plot

3D Surface Plot of Pressure vs. Specific Volume and Temperature

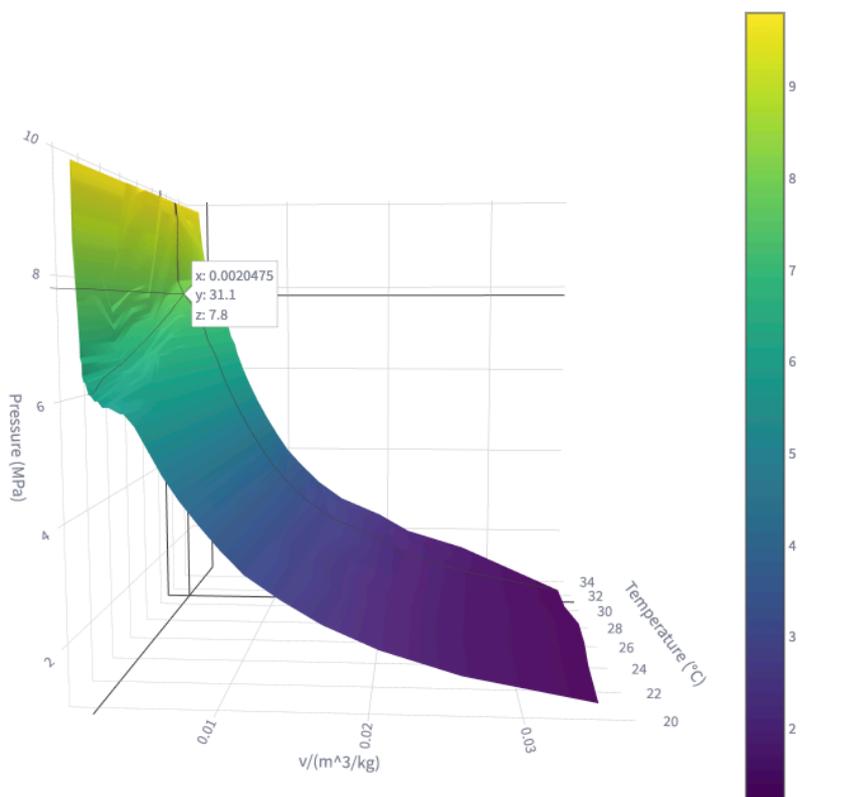


图 2 绘制的三维相图 (<http://118.31.6.200:8506/>)

计算后的数据点可以非常方便地从如上的在线网页或者其中下载的 html 文件中读出, 可以看到在温度为 31.1 °C, 压力为 7.8 Mpa 时,  $v_c = 0.00204 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ , 与文献数据 (临界温度 31.1 °C, 临界压强 7.64 Mpa, 临界比体积  $v_c = 0.00216 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 较为接近。

实验测得的饱和压力均略低于标准数据, 可能是温度偏差导致的, 本台仪器未配备水银温度计, 故仅依靠水浴槽温度示数作为读取的温度。

表 1 临界比体积  $v_c(\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1})$

$v_c(\text{文献值})$	$v_c(\text{实验值})$	$v_c = \frac{nRT_c}{p_c}$	$v_c = \frac{3 nRT_c}{8 p_c}$
0.00216	0.00204	0.00753	0.00282

在快速降低体系压强时, 能够观察到明显的乳光现象, 表现为整个体系的瞬间同时发生“汽化”, 出现乳白色的白色闪光。

在本次实验中, 露点和泡点均没有非常显著的点——即水平线段在进入和离开时, 均不会表现出非常显著的斜率变化, 而是渐进变化的, 同时水平线段的斜率较为明显, 也就是

泡点和露点的温度并不接近，可能是体系含有杂质气体等因素导致的。

#### 四、参考文献

- [1] 王国平，张培敏，王永尧. 中级化学实验 [M]. 北京: 科学出版社, 2017.