



西安电子科技大学 先进材料与纳米科技学院

SCHOOL OF ADVANCED MATERIALS AND NANOTECHNOLOGY OF XIDIAN UNIVERSITY

# 第一章 气体的 $pVT$ 关系

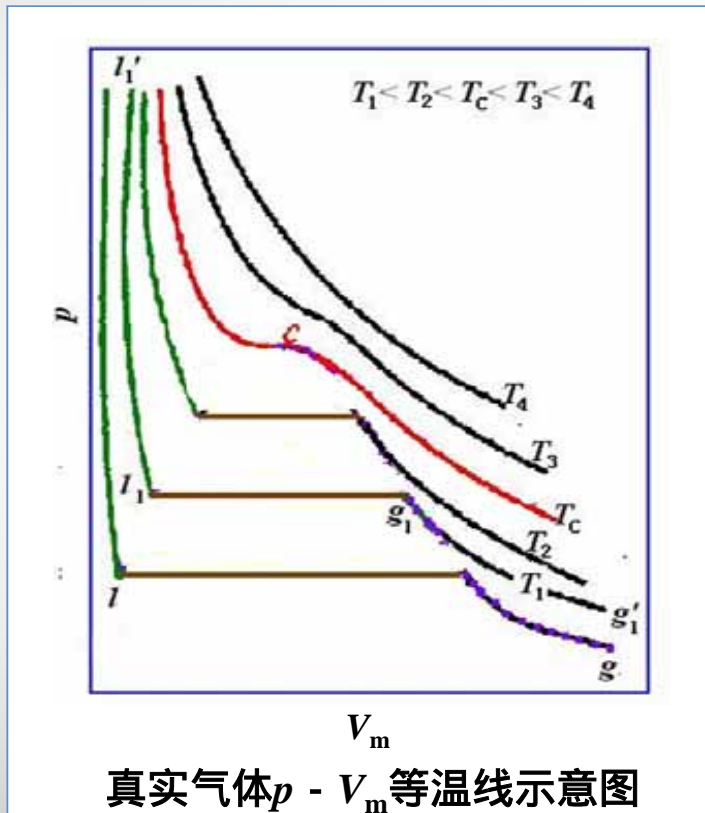
## 真实气体的 $p-V_m$ 关系

应用化学系 梁燕萍教授

1

真实气体的 $p-V_m$ 关系

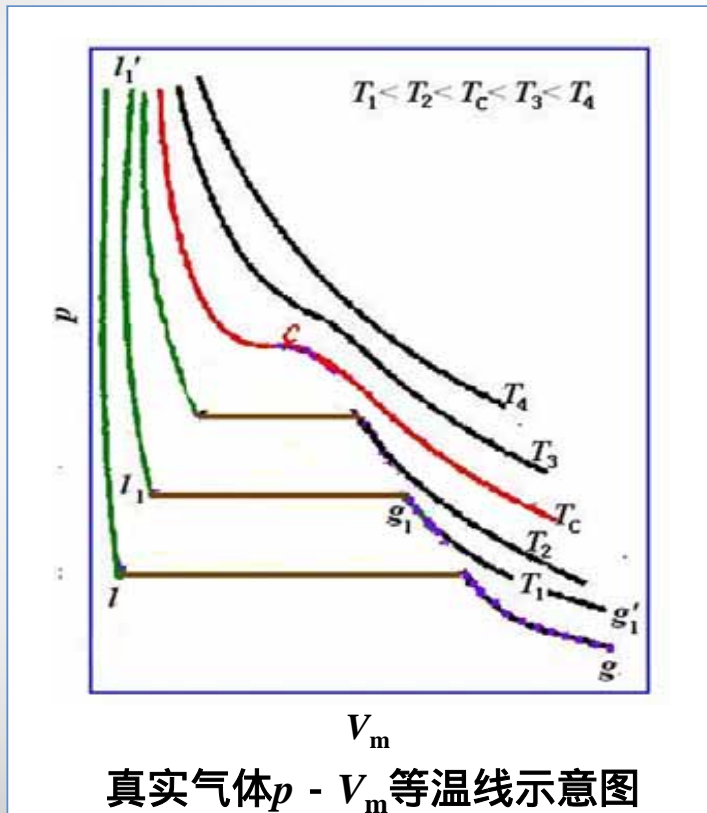
# 1. 真实气体的 $p-V_m$ 图



左图是真实气体在一定温度下，压力与摩尔体积之间的相互关系示意图。

图上每条曲线都是等温线，等温线可以区分成 $T > T_c$ 、 $T < T_c$ ，及 $T = T_c$ 三种类型。

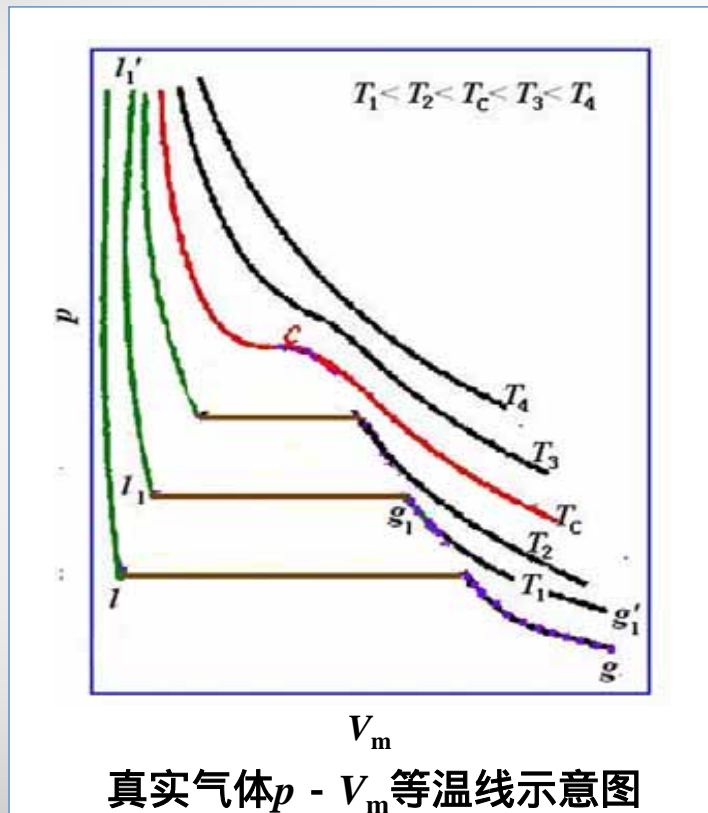
# 1. 真实气体的 $p-V_m$ 图



$T > T_c$ 的等温线

表示气体状态的 $pVT$ 关系, 此时气体不能液化。

# 1. 真实气体的 $p-V_m$ 图



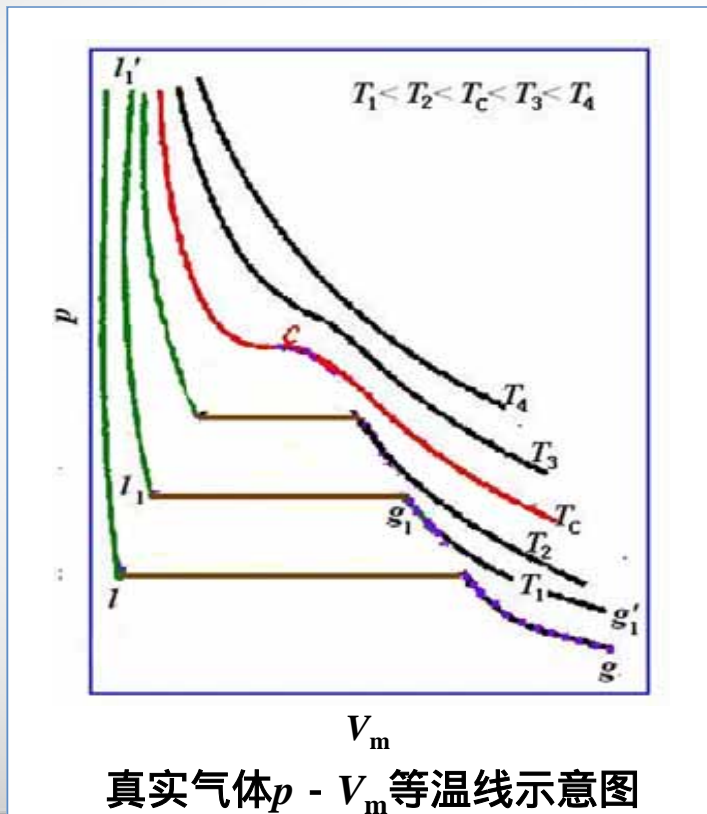
$T < T_c$ 的等温线

$p - V_m$ 曲线

- $g'_1 g_1$ 段表示气体的 $V_m - p$ 曲线
- 水平线段表示气-液两相平衡
- $l'_1 l_1$ 段表示液体的 $V_m - p$ 曲线

由于液体可压缩性很小，液体的压缩曲线很陡

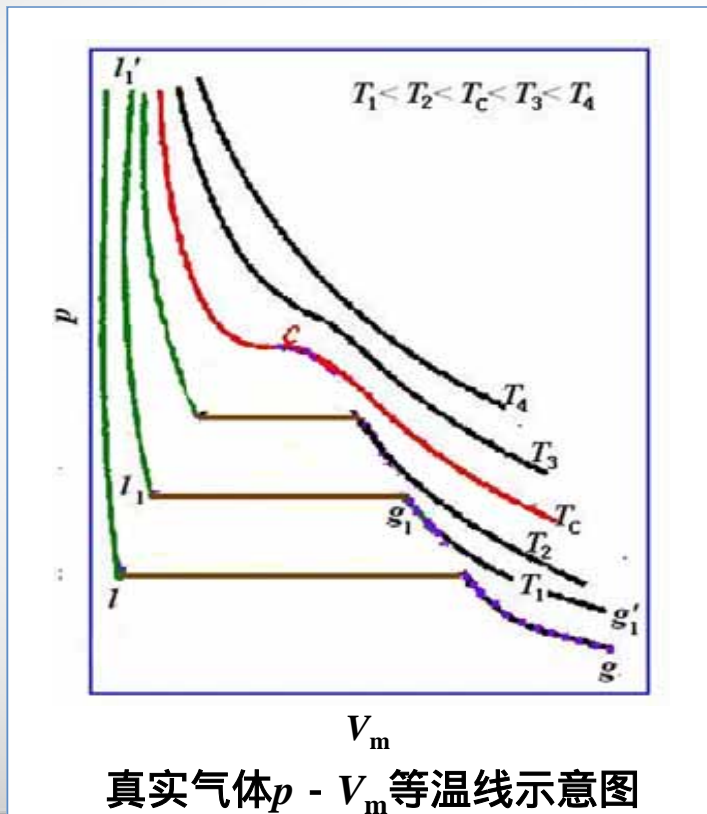
# 1. 真实气体的 $p-V_m$ 图



## $T = T_c$ 的等温线

当温度升到临界点 $c$ 以上，无论加多大的压力，气体均不能液化；  
 $c$ 点的坐标与物质的临界参数 $T_c$ 、 $p_c$ 、 $V_{m,c}$ 相对应；

# 1. 真实气体的 $p-V_m$ 图



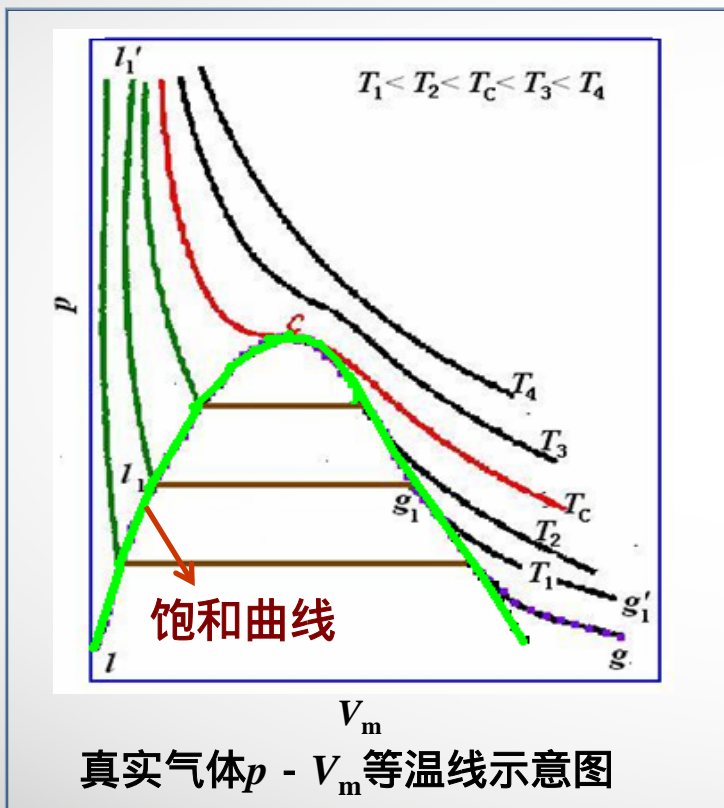
临界点处的特征

临界点处，气液两相摩尔体积相同；

临界点处的数学特征：

$$\left(\frac{\partial p}{\partial V_m}\right)_{T_c} = 0 ; \quad \left(\frac{\partial^2 p}{\partial V_m^2}\right)_{T_c} = 0$$

# 1. 真实气体的 $p-V_m$ 及气体的液化



由图可知：

饱和曲线以下是气液二相共存区。

临界等温线以上是不能液化的气相区。

饱和曲线与临界温度线所夹的区域分别为气相区和液相区。

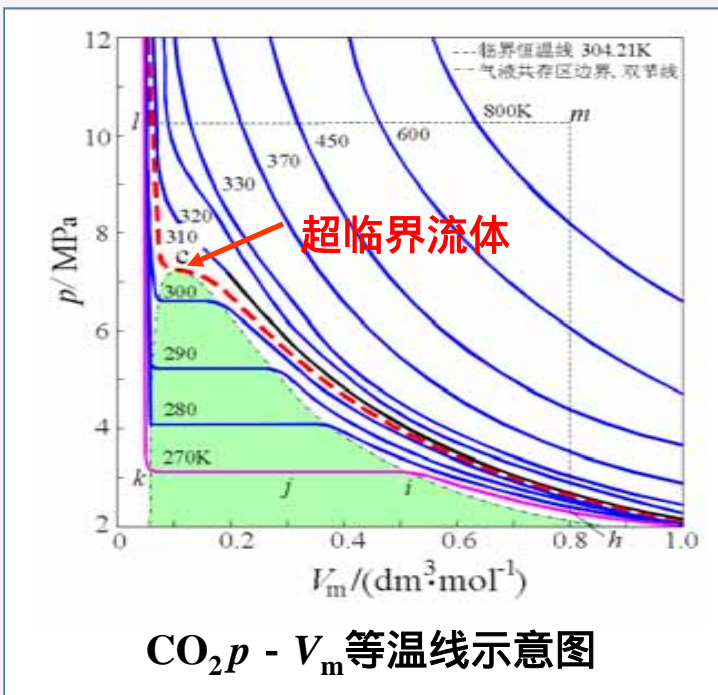


2

## 超临界流体

# 超临界流体

稍高于物质临界温度和临界压力的流体称为之。



$$\text{CO}_2 : T_c = 31.1 \quad , \quad p_c = 7.28 \text{ MPa}$$

超临界流体的特性：

扩散系数、粘度接近气体。

密度接近液体，没有表面张力。

对一些物质具有特殊的溶解能力，微小的压力变化，可引起溶解度的很大变化。

## 2. 超临界流体

人们利用超临界流体的性质来提取和分离某些物质，这种技术成为超临界萃取。

特点：无毒、无污染，操作简单，能耗低。



用超临界 $\text{CO}_2$ 萃取掉咖啡因，取代了二氯乙烷溶剂，保留了咖啡中的芳香物质。



从植物中萃取香精、色素或中药有效活性物质等高附加值产品