



物理化学

Physical Chemistry

物理化学多媒体课件

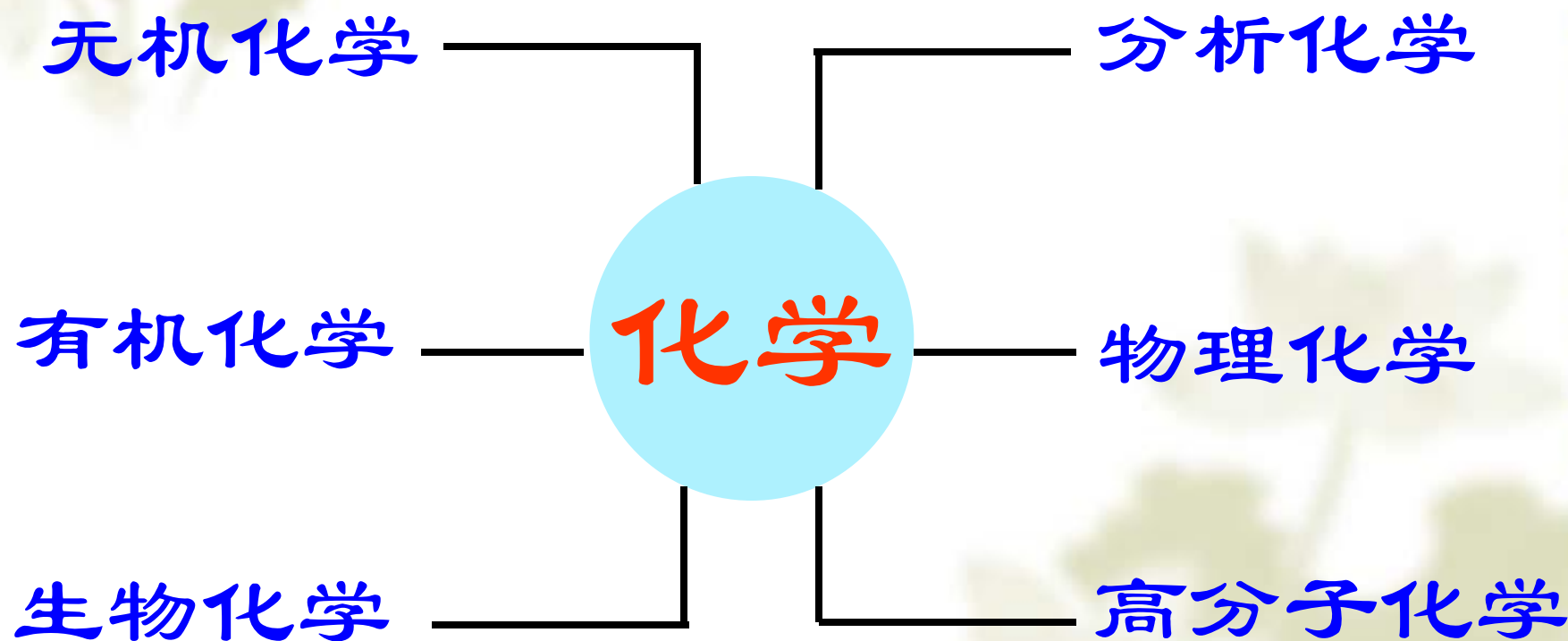
孙雯



绪 论

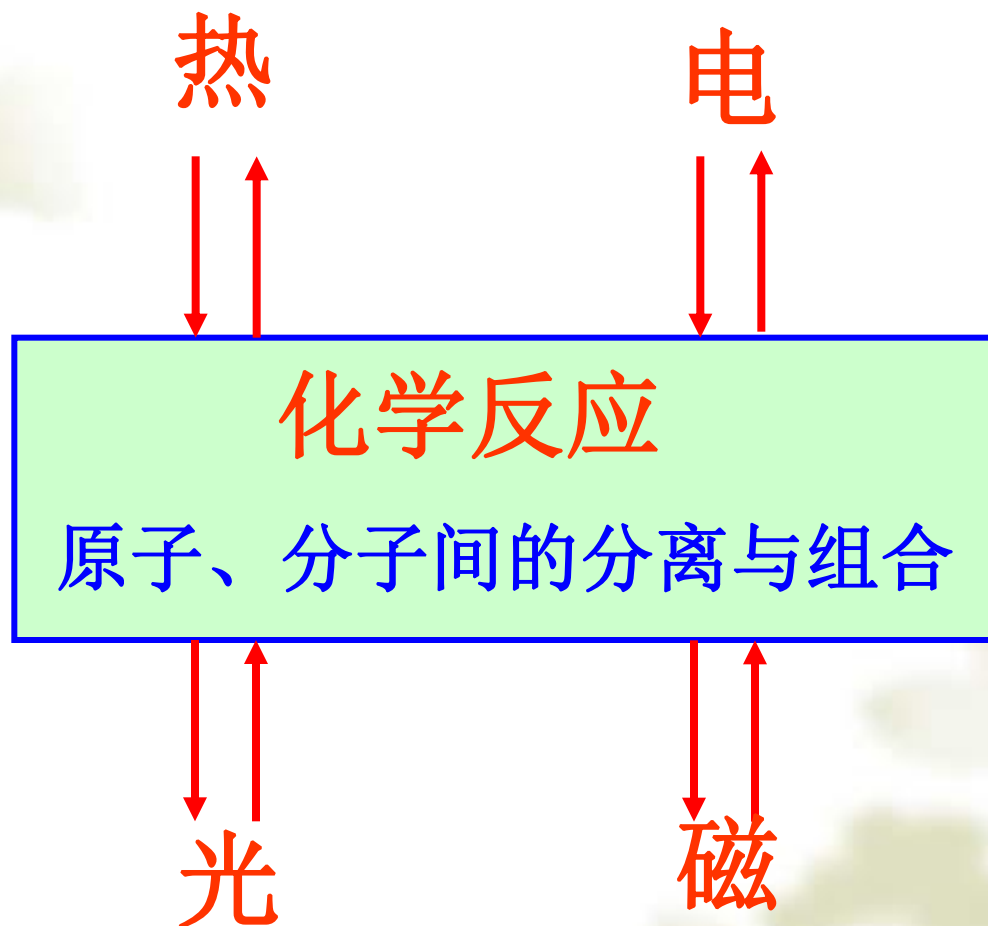
Preface

一、什么是物理化学？



物理化学是化学学科的一个分支

温度变化
压力变化
体积变化
状态变化



化学
密不可分
物理学

热学、电学、光学、磁学是物理学的重要分支

物理现象

化学现象



物理化学

用物理的理论和实验方法

研究化学变化的本质与规律

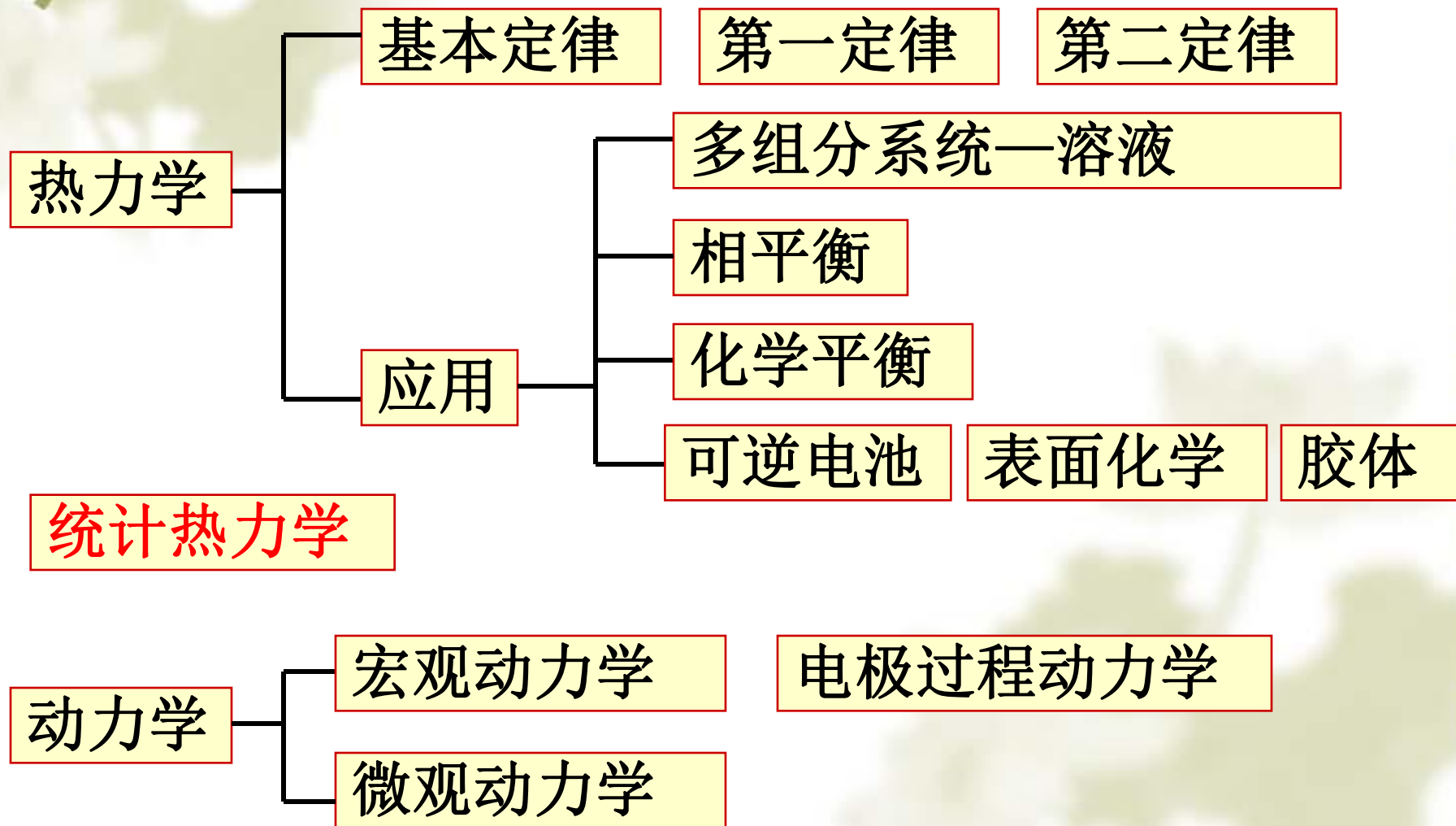
❖ 二、物理化学要解决的问题

- ❖ 化学反应的方向与限度问题—热力学
- ❖ 化学反应进行的速率和机理问题—动力学
- ❖ 物质的性质与其结构之间的关系问题—物质结构

❖ 三、物理化学研究的方法

- ❖ 热力学方法
- ❖ 量子力学的方法
- ❖ 统计的方法

物理化学课程的内容



四、物理化学的建立与发展

十八世纪开始萌芽：

从燃素说到能量守恒与转化定律。俄国科学家罗蒙诺索夫最早使用“物理化学”这一术语。



М В ЛОМОНОСОВ

十九世纪中叶形成:

1887年俄国科学家W.Ostwald (1853~1932) 和荷兰科学家J.H.van't Hoff (1852~1911) 合办了第一本“物理化学杂志”。



W. Ostwald
(1853~1932)



J. H. van't Hoff
(1852~1911)

1887, J. of Physical Chemistry (in gunman)

二十世纪迅速发展：

新测试手段和新的数据处理方法不断涌现，形成了许多新的分支学科，如：热化学，化学热力学，电化学，溶液化学，胶体化学，表面化学，化学动力学，催化作用，量子化学和结构化学等。

近代化学的发展趋势和特点：

- (1) 从宏观到微观
- (2) 从体相到表相
- (3) 从定性到定量
- (4) 从单一学科到交叉学科
- (5) 从研究平衡态到研究非平衡态

当今科学研究的四大方向：

能源、材料、环境、生命

学科间相互渗透、
相互结合，形成了许多极具生命力的边缘学科，

化学分支的重新划分

生物化学

合成化学

测试化学

物理化学

化学与材料

化学与能源

化学与环境

化学与生命

化学与生活

❖ 五、对本门课程学习的要求

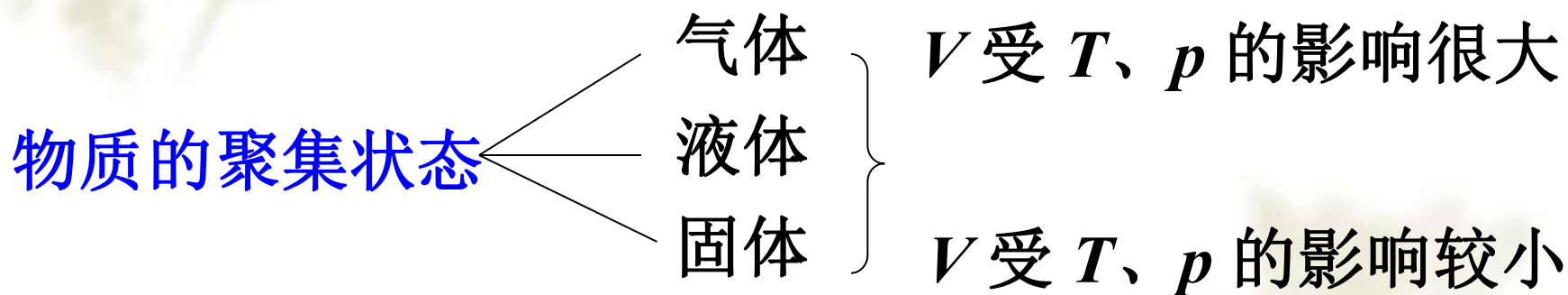
- ❖ 要注重对概念的理解与掌握
- ❖ 掌握公式的使用条件与记住公式同等重要
- ❖ 要善于归纳与总结
- ❖ 重视实践环节
- ❖ 每两次课交一次作业

❖ 主要参考书

- ❖ 《物理化学》上、下册 （第五版）
南京大学物理化学教研室 傅献彩
- ❖ 《物理化学》上、下册 （第四版） 胡英
- ❖ 《物理化学练习500例》 （第二版） 李大珍
- ❖ 《物理化学解题指南》 李文斌（天大）

第一章 气体的 pVT 性质

Chapter 1 the pVT relationships of gases



联系 p 、 V 、 T 之间关系的方程称为状态方程

物理化学中主要讨论气体的状态方程

气体

- 理想气体
- 实际气体

```
graph LR; A[气体] --- B[理想气体]; A --- C[实际气体];
```

100℃、101325Pa下水蒸气的体积
大致是水体积的1603倍

其中气体的流动性好，分子间距
离大，是理论研究的首选对象。

§ 1.1 理想气体状态方程

The State Equation of Ideal Gas

1. 理想气体状态方程

低压气体定律：

(1) 玻义尔定律(R. Boyle, 1662)：

$$pV = \text{常数} \quad (n, T \text{ 一定})$$

(2) 盖. 吕萨克定律(J. Gay-Lussac, 1808)：

$$V/T = \text{常数} \quad (n, p \text{ 一定})$$

(3) 阿伏加德罗定律 (A. Avogadro, 1811)

$$V/n = \text{常数} \quad (T, p \text{ 一定})$$

以上三式结合 $\longrightarrow$ 理想气体状态方程

$$pV = nRT$$

单位: p — Pa

V — m³

T — K

n — mol

R — J · mol⁻¹ · K⁻¹

R — 摩尔气体常数 *mole gas constant*

$$R = 8.314510 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$= 0.08206 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$= 1.987 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

理想气体状态方程也可表示为：

$$pV_m = RT$$

$$pV = (m/M)RT$$

以此可相互计算 $p, V, T, n, m, M, \rho (= m/V)$

理想气体：在任何温度与压力下都能严格服从理想气体状态方程的气体。

❖ 过程方程

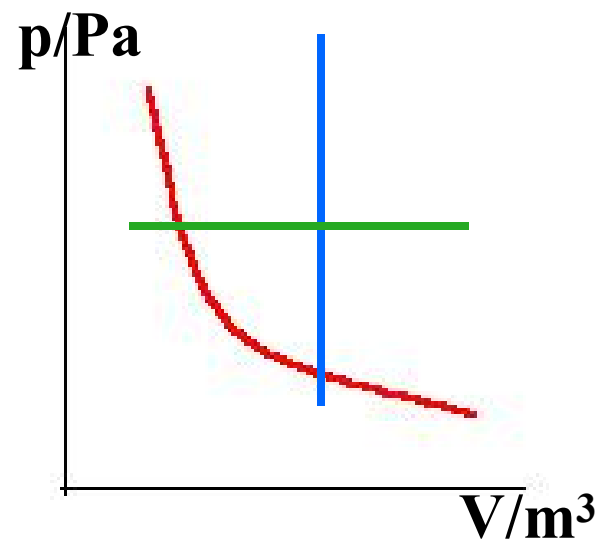
❖ 当理想气体经一过程从状态1变到状态2，
则

$$\frac{p_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{n_2 T_2} = R$$

当 n 一定时，等 T 下： $p_1 V_1 = p_2 V_2$

$$\text{等 } V \text{ 下： } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\text{等 } p \text{ 下： } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$



2. 理想气体模型及定义

the model and definition of ideal gas

(1) 分子间力

吸引力 分子相距较远时，有范德华力；

排斥力 分子相距较近时，电子云及核产生排斥作用。

$$E_{\text{吸引}} \propto -1/r^6$$

$$E_{\text{排斥}} \propto 1/r^n$$

Lennard-Jones理论: $n = 12$

$$E_{\text{总}} = E_{\text{吸引}} + E_{\text{排斥}} = -\frac{A}{r^6} + \frac{B}{r^{12}}$$

式中： A —吸引常数； B —排斥常数

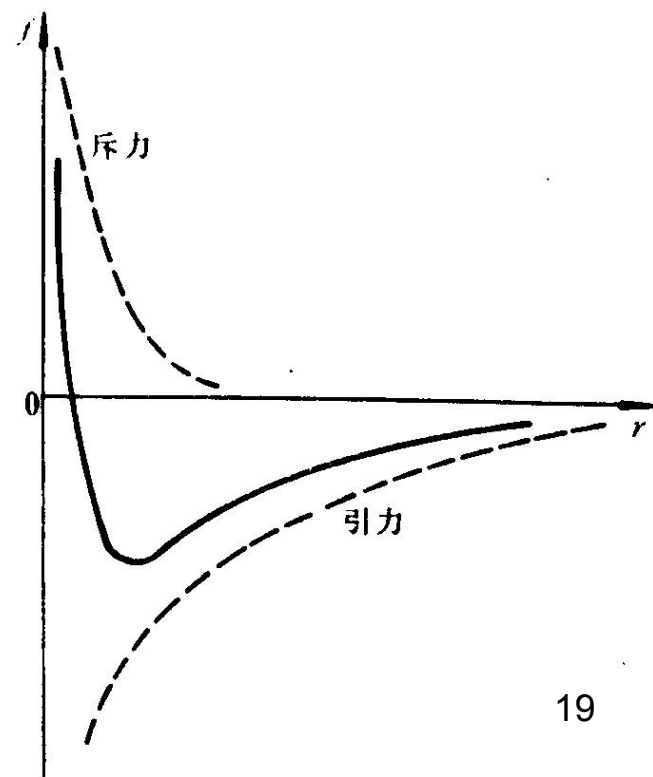


图 1-3 分子间力的示意图

(2) 理想气体模型

a) 分子间无相互作用力

b) 分子本身不占体积

理想气体定义：

服从 $pV=nRT$ 的气体为理想气体

或服从理想气体模型的气体为理想气体

(低压气体) $p \rightarrow 0 \approx$ 理想气体