

物理学院



大学物理·热学

主讲教师：李华

篇序: 热学的研究对象和研究方案

本节的研究内容

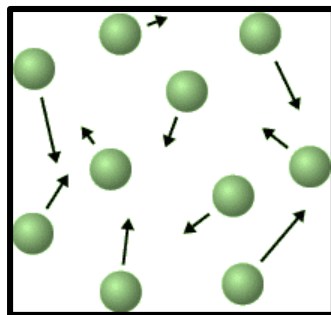
- 1 热学的研究对象
- 2 热学的研究方案

1 热学的研究对象

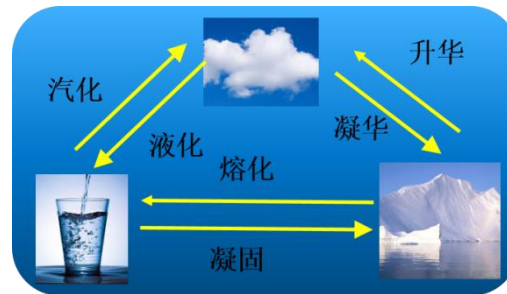


温度

- 研究热现象/热运动自身的规律



热运动



物态的变化

玻意耳定律
盖-吕萨克定律
查理定律

气体三大实验定律



热机



制冷机

.....

- 研究热运动与其他运动形式发生转化时的规律

2 热学的研究方案

- 热力学 (宏观)
- 统计物理 (微观)

(1) 统计物理

I 研究方案

引例1: 气体压强

思考

问题1: 如何采用统计物理的方案来研究气体的压强?

物理图像: 气体在宏观上施于器壁的**压强**, 是**大量**分子对器壁不断**碰撞**的结果

统计物理的研究方案: 从物质的**微观结构**出发, 依据每个粒子所遵循的**力学**规律, 用**统计**的方法研究宏观物体的热学性质

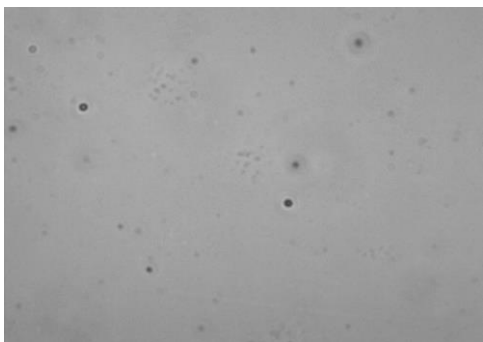
II 统计物理研究的出发点: 物质分子动理论

- 物质是由大量分子组成

原子、分子线度数量级 10^{-10} m

在标准状态下, 1cm^3 的空气中含有 3×10^{19} 个空气分子

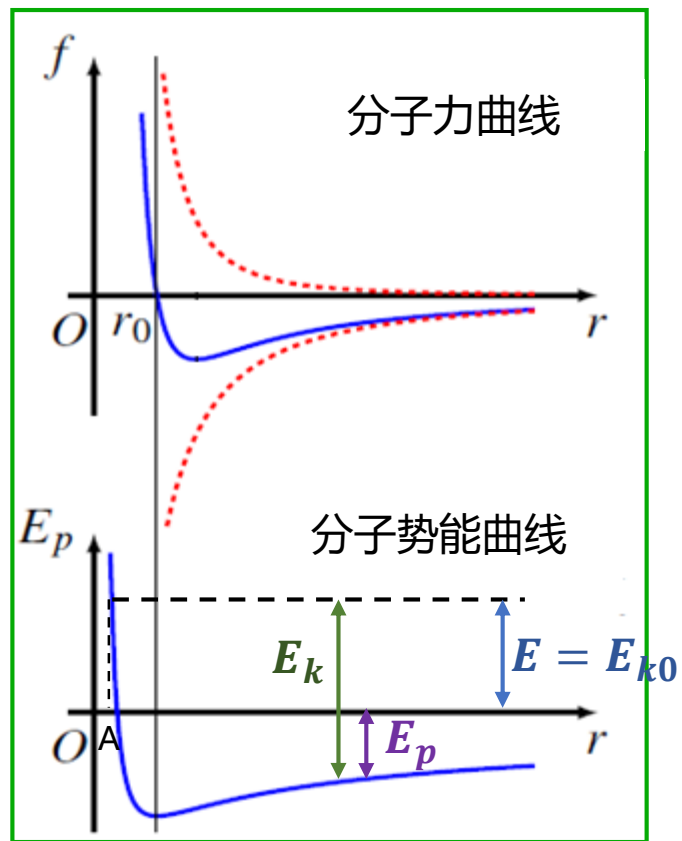
- 分子在不停地做无规则热运动



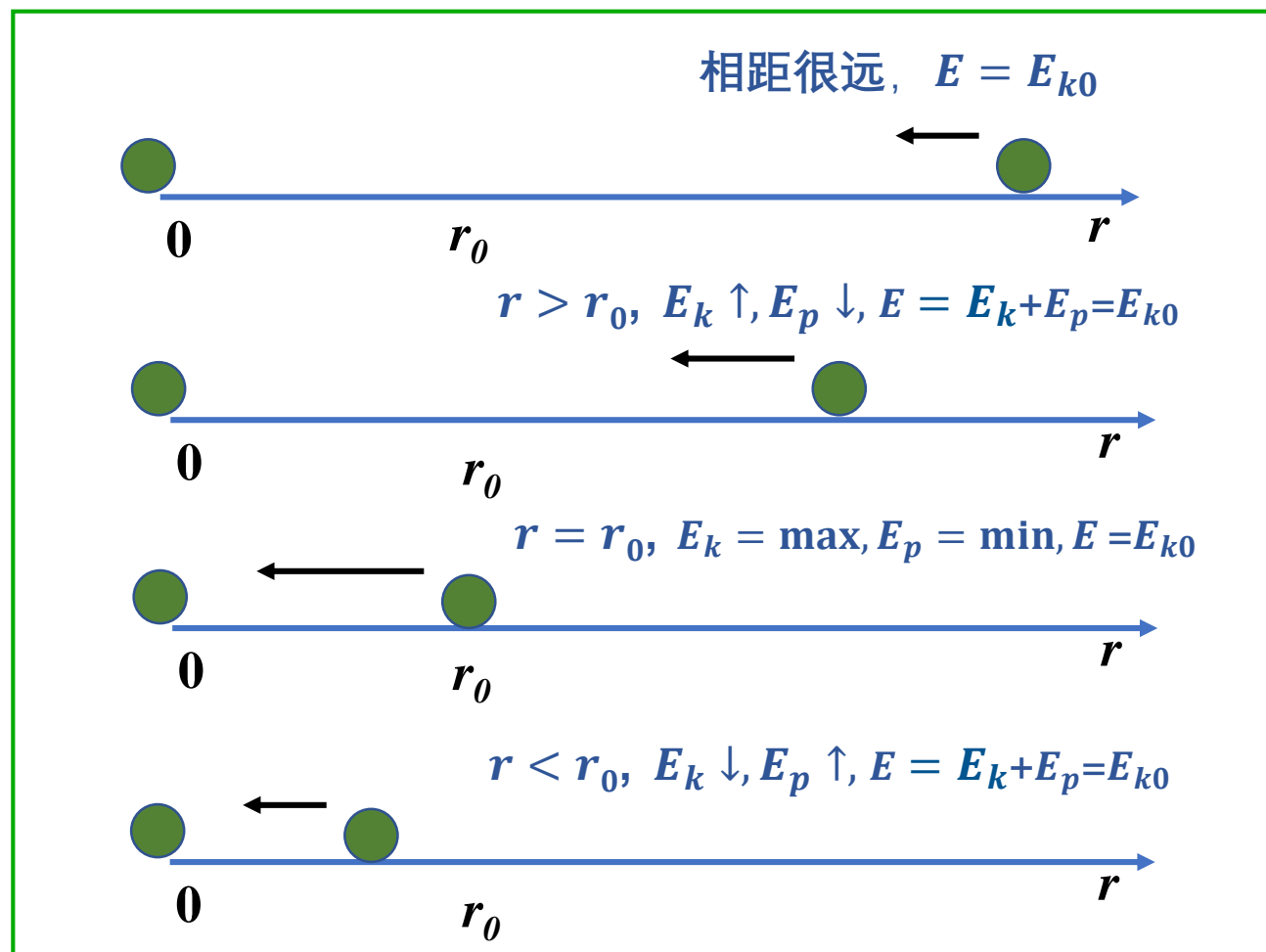
布朗运动

分子之间存在相互作用力

- 力心点模型 or 四参数方程：** $f = \frac{\lambda}{r^s} - \frac{\mu}{r^t}$ (λ 、 μ 、 s 、 t 为正参数，因不同材料而不同， $s > t$)

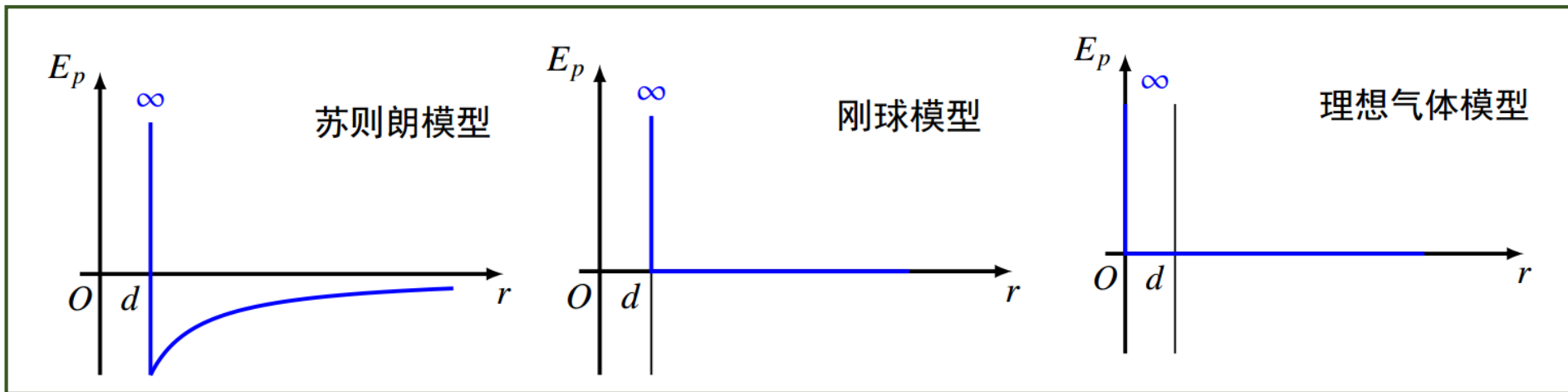


力心点模型



两分子碰撞过程

附: 分子力的其他模型



分子力的其他三种模型

➤ 参考教材: 李洪芳编《热学》第7页(高等教育出版社, 2001年)

“热本质”?

“热动说”、“热质说”

统计物理的研究方案: 从物质的**微观**结构出发, 依据每个粒子所遵循的**力学**规律, 用**统计**的方法研究宏观物体的热学性质

III 统计物理 优点: 深入热现象本质, 能解释决定宏观性质的微观因素, 物理图像清晰
 缺点: 对理想模型定量统计, 常带有近似色彩, 与实验结果有一定误差

(2) 热力学

I 研究方案

引例2 理想气体状态方程的推导

对于一定质量的某种气体, 在温度不太低、压强不太大的情况下 (可视为理想气体), 遵循:

玻意耳定律: $pV = C_1$ ① (等温过程)

查理定律: $\frac{p}{T} = C_2$ ② (等体过程)

盖-吕萨克定律: $\frac{V}{T} = C_3$ ③ (等压过程)

$$\Rightarrow \frac{pV}{T} = \sqrt{C_1 C_2 C_3} = C \quad \text{④}$$

玻意耳定律: $pV = C_1$ ① (等温过程)

查理定律: $\frac{p}{T} = C_2$ ② (等体过程)

盖-吕萨克定律: $\frac{V}{T} = C_3$ ③ (等压过程)

$$\frac{pV}{T} = \sqrt{C_1 C_2 C_3} = C \quad \text{④}$$

④式是在气体经历某一 (p, V, T 都变化) 过程中, 初态、末态, 以及若干中间态的之间的关系。下面求常数C。

令M千克的理想气体, 经历某一过程, 过程中有一状态是**标准状态**, 即:

压强 $p_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$

温度 $T_0 = 273.15 \text{ K}$

压强 $p_0 = 1.013 \times 10^5 \text{Pa}$

温度 $T_0 = 273.15\text{K}$

$$\frac{pV}{T} = \sqrt{C_1 C_2 C_3} = C \quad (4)$$

按阿伏伽德罗定律, 在标准状态下, 1mol 任何气体所占的体积均相等, 为 $v_0 = 2.24 \times 10^{-2} \text{m}^3$,

故, M 千克气体在标准状态下的体积是 $V_0 = \frac{M}{\mu} v_0$ (μ 是摩尔质量)

将 p_0, V_0, T_0 代入④式, 得

$$C = \frac{M}{\mu} \frac{p_0 v_0}{T_0} = \frac{M}{\mu} R \quad (6)$$

$$(R = \frac{p_0 v_0}{T_0} = 8.31 \text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K}))$$

将⑥式代入④式, 可得理想气体状态方程

$$pV = \frac{M}{\mu} RT$$

热力学研究方案: 由**观察和实验**总结出热力学定律; 用**逻辑推理**方案研究物体的热学性质

II 热力学 优点: 给出结果与实验符合较好, 可用来验证微观理论的正确性
缺点: 常带有经验或半经验性质, 不能从本质上阐述热现象的物理实质

课后作业:

- (1) 查阅文献, 深入体会“热质说”和“热动说”两种观点的历史碰撞, 讨论“分子动理论”在统计物理建立过程中的地位和作用
- (2) 查阅文献, 了解分子间作用力的其他模型(刚球模型、苏则朗模型等), 体会分子间作用力模型在统计物理学中的地位和作用
- (3) 查阅由四参数方程研究液体物态的论文, 并撰写文献阅读报告



物理学院

谢谢大家!

