

中学物理

田怿

2024 年 12 月 14 日

目录

Chapter I	热学	1
1	分子动理论	3
1.1	分子动理论 (molecular kinetic theory)	3
1.2	固体 液体 气体	4
2	内能	5
2.1	内能	5
2.2	比热容	6
3	热机	7
3.1	热机	7
3.2	热机的效率	8

Chapter I 热学

热学是研究物质热运动规律及其性质和应用的物理学分支。

1 分子动理论

1.1 分子动理论 (molecular kinetic theory)

- 物质是由大量分子组成的.
- 分子在永不停息地做无规则运动.
- 分子之间存在相互作用力.
- 分子直径约为 10^{-10}m .
- 18g 水中含有水分子的个数约为 6.02×10^{23} , 即为阿伏伽德罗常数 N_A .
- 在研究物体的热运动性质和规律时, 不必区分它们在化学变化中所起的不同作用, 而把组成物体的微粒统称为分子 (molecule).
- 不同的物质在相互接触时自发地彼此进入对方的现象叫做扩散 (diffusion).
- 扩散现象可以发生在气体、液体和固体之间.
- 扩散现象是物质分子永不停息地做无规则运动的证据之一.
- 悬浮微粒的无规则运动叫做布朗运动 (Brownian motion).
- 悬浮微粒的无规则运动并不是分子的运动, 但可以间接地反应液体分子运动的无规则性.
- 分子的无规则运动叫做热运动 (thermal motion).
- 温度是分子热运动剧烈程度的标志.
- 分子之间存在引力, 分子之间存在斥力.
- 分子之间, 引力和斥力同时存在.
- 分子间的作用力 F 与分子间距离 r 有关. 即:
当 $r = r_0$ 时, 分子间的作用力 F 为 0, 这个位置被称为平衡位置.
当 $r > r_0$ 时, 分子间的作用力 F 表现为引力.
当 $r < r_0$ 时, 分子间的作用力 F 表现为斥力.

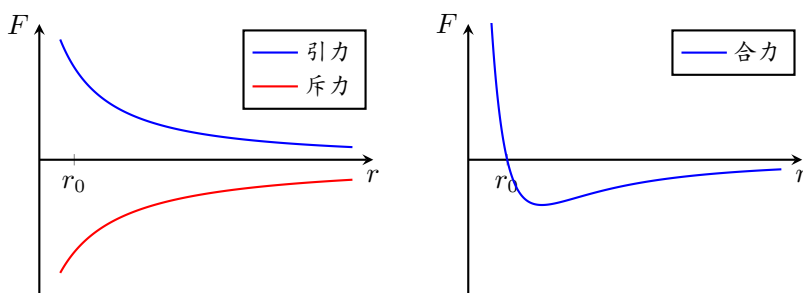


图 1.1 分子间的作用力与分子间的距离的关系

1.2 固体 液体 气体

- 固体分子间的距离小，不容易被压缩和拉伸，具有一定的体积和形状.
- 气体分子间的距离很大，彼此间几乎没有作用力. 具有流动性，容易被压缩.
- 液体分子间的距离比气体小、比固体大，液体分子间的作用力比固体小、比气体大，分子没有固定的位置，运动较自由. 液体较难被压缩，没有一定的形状，具有流动性.

物态	微观特性		宏观特性	
	分子间距离	分子间作用力	固定形状	固定体积
固态	很小	很大	是	是
液态	较大	较大	否	是
气态	很大	很小	否	否

表 1.1 固体 液体 气体

2 内能

2.1 内能

- 分子由于**热运动**而具有的能叫做**分子动能**.
- 系统中所有分子的动能的平均值叫做**分子热运动的平均动能**.
- 物体温度升高时, 分子热运动的平均动能增加.
- **温度**是**分子热运动的平均动能**的标志.
- 单原子分子的平均动能 $\overline{E_k} = \frac{3}{2}kT$, 即 $\overline{E_k} \propto T$.
- 分子之间由于存在**相互作用力**而具有的能叫做**分子势能**.
- 分子势能 E_p 与分子间的距离 r 有关. 即:
 - 当 $r = r_0$ 时, 分子间的作用力 F 为 0, **分子势能最小**.
 - 当 $r > r_0$ 时, 分子间的作用力 F 表现为引力, 分子势能减小.
 - 当 $r < r_0$ 时, 分子间的作用力 F 表现为斥力, 分子势能增大.
- 分子势能的大小由**分子间的相对位置**决定. 如果选定分子间距离 r 为无穷远时的分子势能 E_p 为 0, 则分子势能 E_p 随分子间距离变化的情况如图所示.

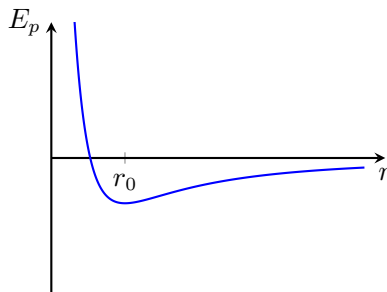


图 1.2 分子势能与分子间的距离的关系

- 分子势能与物体体积有关.
- 物体中所有分子的**分子动能与分子势能的总和**, 叫做物体的**内能** (internal energy). 任何物体都具有内能. 内能的单位是**焦耳 (J)**.
- 物体的内能与**温度**和**体积**有关.

2.2 比热容

- 内能由高温物体转移到低温物体的过程叫做热传递.
- 热传递的基本方式包括传导、对流和辐射.
- 在热传递过程中, 传递能量的多少叫做热量 (quantity of heat). 用符号 Q 表示. 单位是焦耳.
- 物体吸收热量是内能增加, 放出热量时内能减少. 热量是物体内能改变的量度.
- 一定质量的某种物体, 在温度升高 (或降低) 时吸收 (或放出) 的热量与它的质量和升高 (或降低) 的温度乘积之比, 叫做这种物质的比热容 (specific heat capacity). 用符号 c 表示. 单位是焦每千克摄氏度 ($\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$). 有:

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta t} \quad (1.1)$$

- 比热容反映物质自身性质的物理量.
- 不同的物质, 比热容一般不同.
- 水的比热容为 $4.2 \times 10^3 \text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.
- 热量的计算有 $\Delta Q = cm\Delta t$.
- 热平衡方程, 即 $\Delta Q_{\text{吸}} = \Delta Q_{\text{放}}$.

3 热机

3.1 热机

- **热机** (heat engine), 即利用内能做功 (**内能转化为机械能**) 的机械.
- **蒸汽机**, 即利用水蒸气膨胀做功的热机. 蒸汽机属于外燃机.
- 活塞从气缸的一端运动到另一端的过程叫做一个**冲程**.
- 四冲程汽油机一般包括**吸气**、**压缩**、**做功**和**排气**四个冲程.
- **汽油机**和**柴油机**都属于**内燃机**.
- **汽轮机**和**喷气发动机**.

3.2 热机的效率

- 能够燃烧的物质叫做**燃料**.
- 在燃烧过程中, 燃烧的**化学能**转化为**内能**.
- 某种燃料**完全燃烧**放出的能量与其质量或体积的比较做这种燃料的**热值** (combustion value) 或燃烧值. 用符号 q 表示. 单位是**焦耳没千克 (J/kg)** 或**焦每立方米 (J/m³)**. 有:

$$q = \frac{Q_{\text{放}}}{m} \text{ 或 } q = \frac{Q_{\text{放}}}{V} \quad (1.2)$$

- 热值在数值上等于 **1kg** 或 **1m³** 某种燃料**完全燃烧**放出的热量. 其中 1m³ 是**标准状态**下气体燃料的体积. 标准状态是指温度为 **0°C**、压强为 **1atm** 的状态.
- 热量的计算有 $Q_{\text{放}} = qm$ 或 $Q_{\text{放}} = qV$.
- 做有用功的能量与燃料完全燃烧放出的能量之比叫做**热机的效率**, 有:

$$\mu = \frac{Q_{\text{有用}}}{Q_{\text{燃料}}} \cdot 100\% \quad (1.3)$$

- 设燃料放出的热量为 Q_1 , 热机吸收的热量为 Q_2 , 废气带走的热量为 Q_3 , 则:

$$\mu = \frac{Q_1 - Q_2 - Q_3}{Q_1} \cdot 100\%$$