

高中物理 3-3 知识点总结

一、分子动理论

1、物体是由大量分子组成的

微观量：分子体积 V_0 、分子直径 d 、分子质量 m_0

宏观量：物质体积 V 、摩尔体积 V_A 、物体质量 m 、摩尔质量 M 、物质密度 ρ 。

联系桥梁：阿伏加德罗常数 ($N_A=6.02\times 10^{23}\text{mol}^{-1}$) $\rho = \frac{m}{V} = \frac{M}{V_A}$

$$(1) \text{ 分子质量: } m_0 = \frac{m}{N} = \frac{M}{N_A} = \frac{\rho V_A}{N_A} \quad (2) \text{ 分子体积: } V_0 = \frac{V}{N} = \frac{V_A}{N_A} = \frac{M}{\rho N_A}$$

(对气体, V_0 应为气体分子占据的空间大小)

(3) 分子大小: (数量级 10^{-10}m)

$$\textcircled{1} \text{ 球体模型. } V_0 = \frac{V_A}{N_A} = \frac{M}{\rho N_A} = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \quad \text{直径 } d = \sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}} \quad (\text{固、液体一般用此模型})$$

油膜法估测分子大小: $d = \frac{V}{S}$ S —单分子油膜的面积, V —滴到水中的纯油酸的体积

$$\textcircled{2} \text{ 立方体模型. } d = \sqrt[3]{V_0} \quad (\text{气体一般用此模型; 对气体, } d \text{ 应理解为相邻分子间的平均距离})$$

注意: 固体、液体分子可估算分子质量、大小(认为分子一个挨一个紧密排列);

气体分子间距很大, 大小可忽略, 不可估算大小, 只能估算气体分子所占空间、分子质量。

$$(4) \text{ 分子的数量: } N = nN_A = \frac{m}{M} N_A = \frac{\rho V}{M} N_A \quad \text{或者} \quad N = nN_A = \frac{V}{V_A} N_A = \frac{\rho V}{M} N_A$$

2、分子永不停息地做无规则运动

(1) 扩散现象: 不同物质彼此进入对方的现象。温度越高, 扩散越快。直接说明了组成物体的分子总是不停地做无规则运动, 温度越高分子运动越剧烈。

(2) 布朗运动: 悬浮在液体中的**固体微粒**的无规则运动。

发生原因是固体微粒受到包围微粒的液体分子无规则运动地撞击的不平衡性造成的。因而间接说明了

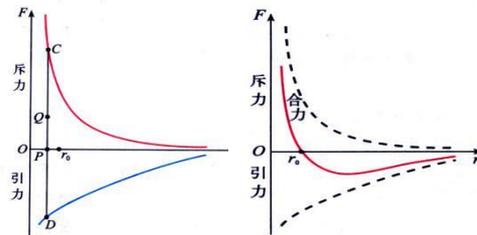
液体分子在永不停息地做无规则运动.

① 布朗运动是固体微粒的运动而不是固体微粒中分子的无规则运动.

② 布朗运动反映液体分子的无规则运动但不是液体分子的运动.

③ 课本中所示的布朗运动路线, 不是固体微粒运动的轨迹.

④ 微粒越小, 布朗运动越明显; 温度越高, 布朗运动越明显.



3、分子间存在相互作用的引力和斥力

① 分子间引力和斥力一定同时存在, 且都随分子间距离的增大而减小, 随分子间距离的减小而增大, 但斥力变化快, 实际表现出的分子力是分子引力和分子斥力的合力

② 分子力的表现及变化, 对于曲线注意两个距离, 即平衡距离 r_0 (约 10^{-10}m) 与 $10r_0$.

(i) 当分子间距离为 r_0 时, 引力等于斥力, 分子力为零.

(ii) 当分子间距 $r > r_0$ 时, 引力大于斥力, 分子力表现为引力。当分子间距离由 r_0 增大时, 分子力先增大后减小

(iii) 当分子间距 $r < r_0$ 时, 斥力大于引力, 分子力表现为斥力。当分子间距离由 r_0 减小时, 分子力不断增大

二、温度和内能

1、统计规律: 单个分子的运动都是不规则的、带有偶然性的; 大量分子的集体行为受到统计规律的支配。多数分子速率都在某个值附近, 满足“中间多, 两头少”的分布规律。

2、分子平均动能: 物体所有分子动能的平均值。

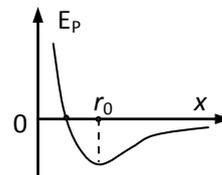
① 温度是分子平均动能大小的标志。

② 温度相同时任何物体的分子平均动能相等, 但平均速率一般不等 (分子质量不同)。

3、分子势能

(1) 一般规定无穷远处分子势能为零,

(2) 分子力做正功分子势能减少, 分子力做负功分子势能增加。



(3) 分子势能与分子间距离 r_0 关系 (类比弹性势能)

① 当 $r > r_0$ 时, r 增大, 分子力为引力, 分子力做负功分子势能增大。

② 当 $r > r_0$ 时, r 减小, 分子力为斥力, 分子力做负功分子势能增大。

③ 当 $r = r_0$ (平衡距离) 时, 分子势能最小 (为负值)

(4) 决定分子势能的因素:

从宏观上看: 分子势能跟物体的体积有关。(注意体积增大, 分子势能不一定增大)

从微观上看: 分子势能跟分子间距离 r 有关。

4、内能: 物体内所有分子无规则运动的动能和分子势能的总和 $E_{\text{内}} = N\overline{E_k} + E_p$

(1) 内能是状态量 (2) 内能是宏观量, 只对大量分子组成的物体有意义, 对个别分子无意义。

(3) 物体的内能由物质的量(分子数量)、温度(分子平均动能)、体积(分子间势能)决定, 与物体的宏观机械运动状态无关. 内能与机械能没有必然联系。

三、热力学定律和能量守恒定律

1、改变物体内能的两种方式: 做功和热传递。

①等效不等质: 做功是内能与其他形式的能发生转化; 热传递是不同物体(或同一物体的不同部分)之间内能的转移, 它们改变内能的效果是相同的。

②概念区别: 温度、内能是状态量, 热量和功则是过程量, 热传递的前提条件是存在温差, 传递的是热量而不是温度, 实质上是内能的转移。

2、热力学第一定律

(1)内容: 一般情况下, 如果物体跟外界同时发生做功和热传递的过程, 外界对物体做的功 W 与物体从外界吸收的热量 Q 之和等于物体的内能的增加量 ΔU (2)数学表达式为: $\Delta U = W + Q$

(3)符号法则:

	做功 W	热量 Q	内能的改变 ΔU
取正值 “+”	外界对系统做功	系统从外界吸收热量	系统的内能增加
取负值 “-”	系统对外界做功	系统向外界放出热量	系统的内能减少

(4)绝热过程 $Q=0$, 关键词“绝热材料”或“变化迅速”

(5)对理想气体(不考虑分子间相互作用力, 内能仅由温度和分子总数决定, 与气体的体积无关。)

① ΔU 取决于温度变化, 温度升高 $\Delta U > 0$, 温度降低 $\Delta U < 0$

② W 取决于体积变化, v 增大时, 气体对外做功, $W < 0$; v 减小时, 外界对气体做功, $W > 0$;

③特例: 如果是气体向真空扩散, $W = 0$

3、能量守恒定律:

(1) 能量既不会凭空产生, 也不会凭空消失, 它只能从一种形式转化为另一种形式, 或者从一个物体转移到别的物体, 在转化或转移的过程中其总量不变。这就是能量守恒定律。

(2) 第一类永动机：不消耗任何能量，却可以源源不断地对外做功的机器。（违背能量守恒定律）

4、热力学第二定律

(1) 热传导的方向性：热传导的过程可以自发地由高温物体向低温物体进行，但相反方向却不能自发地进行，即热传导具有方向性，是一个不可逆过程。

(2) 说明：①“自发地”过程就是在不受外来干扰的条件下进行的自然过程。

②热量可以自发地从高温物体传向低温物体，热量却不能自发地从低温物体传向高温物体。

③热量可以从低温物体传向高温物体，必须有“外界的影响或帮助”，就是要由外界对其做功才能完成。

(3) 热力学第二定律的两种表述

①克劳修斯表述：不可能使热量从低温物体传向高温物体而不引起其他变化。

②开尔文表述：不可能从单一热源吸收热量，使之完全变为有用功而不引起其他变化。

(4) 热机

①热机是把内能转化为机械能的装置。其原理是热机从高温热源吸收热量 Q_1 ，推动活塞做功 W ，然后向低温热源（冷凝器）释放热量 Q_2 。（工作条件：需要两个热源）

②由能量守恒定律可得： $Q_1=W+Q_2$

③我们把热机做的功和它从热源吸收的热量的比值叫做热机效率，用 η 表示，即 $\eta=W/Q_1$

④热机效率不可能达到 100%

(5) 第二类永动机①设想：只从单一热源吸收热量，使之完全变为有用的功而不引起其他变化的热机。②第二类永动机不可能制成，不违反热力学第一定律或能量守恒定律，违反热力学第二定律。原因：尽管机械能可以全部转化为内能，但内能却不能全部转化成机械能而不引起其他变化；机械能和内能的转化过程具有方向性。

(6) 推广：与热现象有关的宏观过程都是不可逆的。例如：扩散、气体向真空的膨胀、能量耗散。

(7) 熵和熵增加原理

①热力学第二定律微观意义：一切自然过程总是沿着分子热运动无序程度增大的方向进行。

②熵：衡量系统无序程度的物理量，系统越混乱，无序程度越高，熵值越大。

③熵增加原理：在孤立系统中，一切不可逆过程必然朝着熵增加的方向进行。热力学第二定律也叫做熵增加原理。

	晶 体	非晶体
--	-----	-----

(8) 能量退降：在熵增加的同时，一切不可逆过程总是使能量逐渐丧失做功的本领，从可利用状态变成不可利用状态，能量的品质退化了。（另一种解释：

	单晶体	多晶体	
外形	规则	不规则	不规则
熔点	确定		不确定
物理性质	各向异性	各向同性	

在能量转化过程中，总伴随着内能的产生，分子无序程度增加，同时内能耗散到周围环境中，无法重新收集起来加以利用）

四、固体和液体

1、晶体和非晶体

①晶体内部的微粒排列有规则，具有空间上的周期性，因此不同方向上相等距离内微粒数不同，使得物理性质不同（各向异性），由于多晶体是由许多杂乱无章地排列着的小晶体（单晶体）集合而成，因此不显示各向异性，形状也不规则。

②晶体达到熔点后由固态向液态转化，分子间距离要加大。此时晶体要从外界吸收热量来破坏晶体的点阵结构，所以吸热只是为了克服分子间的引力做功，只增加了分子的势能。分子平均动能不变，温度不变。

2、液晶：介于固体和液体之间的特殊物态

物理性质①具有晶体的光学各向异性——在某个方向上看其分子排列比较整齐

②具有液体的流动性——从另一方向看，分子的排列是杂乱无章的。

3、液体的表面张力现象和毛细现象

(1) 表面张力—表面层（与气体接触的液体薄层）分子比较稀疏， $r > r_0$ ，分子力表现为引力，在这个力作用下，液体表面有收缩到最小的趋势，这个力就是表面张力。表面张力方向跟液面相切，跟这部分液面的分界线垂直。

(2) 浸润和不浸润现象：

	附着层的液体分子比液体内部	分子力表现	附着层趋势	毛细现象
浸润	密	排斥力	扩张	上升
不浸润	稀疏	吸引力	收缩	下降

(3) 毛细现象：对于一定液体和一定材质的管壁，管的内径越细，毛细现象越明显。

①管的内径越细，液体越高 ②土壤锄松，破坏毛细管，保存地下水分；压紧土壤，毛细管变细，将水

引上来

五、气体实验定律 理想气体

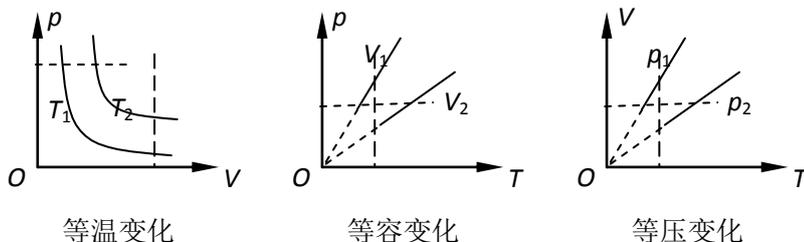
(1) 探究一定质量理想气体压强 p 、体积 V 、温度 T 之间关系，采用的是控制变量法

(2) 三种变化：①等温变化，玻意耳定律： $PV=C$ ②等容变化，查理定律： $P/T=C$

③等压变化，

盖—吕萨克定律： $V/T=C$

$T=C$



提示：

①等温变化中的图线为双曲线的一支，等容（压）变化中的图线均为过原点的直线（之所以原点附近为虚线，表示温度太低了，规律不再满足）

②图中双线表示同一气体不同状态下的图线，虚线表示判断状态关系的两种方法

③对等容（压）变化，如果横轴物理量是摄氏温度 t ，则交点坐标为 -273.15

(3) 理想气体状态方程

对一定质量的理想气体，有 $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ （或 $\frac{pV}{T} = \text{恒定}$ ） $pV = nRT$ （ n 为摩尔数）

(4) 气体压强微观解释：大量气体分子对器壁频繁地碰撞产生的。压强大小与气体分子单位时间内对器壁单位面积的碰撞次数有关。决定因素：①气体分子的平均动能，从宏观上看由气体的温度决定②单位体积内的分子数(分子密度)，从宏观上看由气体的体积决定

六、饱和汽和饱和汽压

1、饱和汽与饱和汽压：

在单位时间内回到液体中的分子数等于从液面飞出去的分子数，这时汽的密度不再增大，液体也不再减少，液体和汽之间达到了平衡状态，这种平衡叫做动态平衡。我们把跟液体处于动态平衡的汽叫做饱和

汽，把没有达到饱和状态的汽叫做未饱和汽。在一定温度下，饱和汽的压强一定，叫做饱和汽压。未饱和汽的压强小于饱和汽压。

饱和汽压影响因素：①与温度有关，温度升高，饱和气压增大 ②饱和汽压与饱和汽的体积无关

3) 空气的湿度 (1) 空气的绝对湿度：用空气中所含水蒸气的压强来表示的湿度叫做空气的绝对湿度。

(2) 空气的相对湿度：
$$\text{相对湿度} = \frac{\text{水蒸气的实际汽压}}{\text{同温度下水的饱和汽压}}$$

相对湿度更能够描述空气的潮湿程度，影响蒸发快慢以及影响人们对干爽与潮湿感受。

(3) 干湿泡湿度计：两温度计的示数差别越大，空气的相对湿度越小。