



华南师大附中物理科组編

高二

物理学学习辅导 (上)

华南工学院出版社

高二物理学习辅导（上）

华南师大附中物理科组编

华南工学院出版社出版

高中物理学习辅导（上）

华南师大附中物理科组编

※

华南理工大学出版社出版

（广州 石牌）

广东省新华书店发行 华南师大印刷厂印刷

※

开本 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张 3.125 字数 71千

1985年10月第1版 1985年10月第1次印刷

印数 1—100,000

书号：7410.004 定价：0.65元

編 者 的 話

本书是根据高中物理教学纲要（较高要求）的精神和高
中物理课本（甲种本）第二册的内容，并结合我校的教学实
际、通过集体讨论编写而成的。全书分上、下两册，上册包
括“分子运动论”、“热和功”、“气体的性质”、“固体
和液体的性质”、“物态变化”、“电场”等前六章的内
容。书中对知识的要点进行了分析，指出理解这些知识时应
注意之点；通过典型例题的分析，指出解题的思路、方法和
技巧；提供了与各部分知识相对应的配套的思考题和练习
题，作为巩固和提高之用，供读者思考和练习。本书可供高
中二年级学生作为学习时的辅导材料，也可供中学物理教师
参考。

本书第一、二章由周任编写；第三章由谭宝琦编写；第
四、五章由雷庆强编写；第六章由徐旭昭编写。

本书不妥之处，恳请广大读者批评指正。

华南师大附中物理科组

1985. 7.

目 录

第一章 分子运动论基础	(1)
一、知识要点分析	(1)
1. 分子运动论的建立	(1)
2. 物体是由分子组成的	(2)
3. 布朗运动	(5)
4. 分子间的相互作用力	(7)
二、练习题	(8)
三、习题答案	(8)
第二章 内能 能的转化和守恒定律	(9)
一、知识要点分析	(9)
1. 物体的内能	(9)
2. 改变内能的两种方式	(11)
3. 热功当量	(13)
4. 能的转化和守恒定律	(14)
二、例题	(14)
三、练习题	(16)
四、习题答案	(16)
第三章 气体的性质	(18)
一、知识要点分析	(18)
1. 气体的状态和状态参量	(18)
2. 理想气体状态的变化规律	(19)
3. 应用气态方程解题的一般步骤及注意点	(20)
4. 热力学第一定律 $\Delta E = Q + W$ 在理想气体中的应用	(22)
二、例题	(25)

三、練習題	(38)
四、习题答案	(43)
第四章 固体和液体的性质	(45)
一、知识要点分析	(45)
1. 明确晶体和非晶体的区别	(45)
2. 用空间点阵结构的理论去解释一些现象	(45)
3. 解释液体的性质为什么介于气体和固体之间但更接近于固体	(46)
4. 了解非晶体的微观结构跟液体的相似性	(46)
5. 了解液体表面具有收缩性	(46)
6. 了解浸润和不浸润并解释常见的有关现象	(46)
7. 了解毛细现象的产生及其在实际中的应用	(46)
二、例题	(48)
三、練習題	(49)
四、习题答案	(51)
第五章 物态变化	(52)
一、知识要点分析	(52)
1. 了解固态和液态的转化	(52)
2. 了解液态和气态的转化	(53)
二、例题	(59)
三、練習題	(60)
四、习题答案	(60)
第六章 电场	(61)
一、知识要点分析	(61)
1. 库仑定律	(61)
2. 电场强度—表示电场的力的性质的物理量	(64)
3. 电势—表示电场的能的性质的物理量	(68)
4. 电场中的导体	(73)

5. 电容器的电容.....	(75)
二、例题.....	(76)
三、练习题.....	(84)
四、习题答案.....	(91)

第一章 分子运动论基础

一、知识要点分析

1. 分子运动论的建立

通过本节的学习，应了解分子运动论的发展简史，掌握分子运动论的要点，明确分子运动论的研究对象、目的。

在学习前五章时必须明确，研究的对象为一个由大量分子组成的集团的整体，而这些分子又在做永不停息的无规则运动，分子间有空隙，分子间又存在着复杂的相互作用。所以，我们不可能象学习质点力学那样追踪每一个分子，不可能也没有必要一一列出它们的运动方程。

不错，每个分子都有它确定的质量和大小，每一即时都受到一定的力，有一定的能量和速度等等。这些量称之为微观量。个别分子微观量值完全是由偶然因素决定的，是不能确定的。而在研究整个分子集团时，可以由实验测出温度、压强、热容等物理量，这些表现出大量分子集体特性的量叫宏观量。

在建立分子物理学理论时，认为宏观量与微观量之间必然存在着应有的内在联系。还认为：虽然个别分子的运动是无规则的，但是，就大量分子集团的整体表现来看，却存在着一定的统计规律。所以必须用统计的方法，从而求出大量分子的一些微观量的统计平均值。而实践证明这些统计平均

值和宏观量的测定结果有很好的符合，从而很好地解释了已经掌握的宏观规律，并指导实践找出了一些人们当时还未发现的宏观规律。

总之，分子物理学的研究方法是以物质的原子、分子结构概念和分子热运动的概念为基础，运用统计的方法，解释和揭示物质的宏观热现象及有关规律的本质，并确立宏观量与微观量之间的关系。

现行中学课本，只是对分子物理学的基本观点做了一些简要的介绍，并对这些基本观点的实验基础做了简单的说明，如在第一章分子运动论基础中那样。在以后各章中，也只是用这些观点对所研究的热现象做一些定性的说明。

2. 物体是由分子组成的

由这节开始，即课本二、三、四节，着重说明分子运动论各要点的实验基础。

(1) 通过本节的学习，应了解如何估测分子大小的一些实验方法，并对分子的线度、体积、质量的大小的数量级有具体认识。掌握应用阿伏伽德罗常数计算分子质量和计算分子体积、线度的方法。从而加深对物体是由大量分子组成这一基本论点的认识。在研究热现象中，通过实验发现，决定物体热现象规律的是分子、离子，而其他细微结构与热现象规律无关。

分子用肉眼是看不见的。就是用最好的光学显微镜所能区分的大小也不能小于0.0002毫米。用这种显微镜也看不到最大的分子。现代用电子显微镜已能拍摄到某些较大分子的照片。

即使这样，我们还是可以不用量度来断定分子的线度比什么尺寸还要小。

如把 1〔厘米)^3 的蓝墨水滴在 1 升清水里，待其均匀分布后，再把 1〔厘米)^3 的该溶液滴在 1 升清水里，这样我们便把墨水稀释到 100 万倍。但我们的眼睛仍可以看到溶液是蓝色的，而且是均匀分布的。这就是说在目力可以区分的小体积（约是立方毫米的百万分之一）中仍有很多蓝色物质的分子。可见，这些分子是多么微小。

又如可以把金延展成 0.0001 毫米厚的金箔，再用氰化钾处理后得到 0.00001 毫米厚的金薄层。这就可以断定金分子的直径比十万分之一毫米还要小得多。在水面上可以得到百万分之一毫米厚的石蜡薄层，这也说明了石蜡分子的线度小于此值。

对课文中的油膜法和离子显微镜中把本来很复杂的分子当作小球并认为分子占满空间也是一种判定估测法（详见课文）。

（2）摩尔、阿伏伽德罗常数

摩尔 摩尔是国际单位制中的基本单位之一（符号 mol）。按 1971 年国际计算大会决议，摩尔是表示某一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与 0.012 千克 C—12 的原子数目相等。在使用摩尔单位时，应指明所用的基本单元，它可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子，也可以是这些粒子的特定组合

0.012 千克 C—12 中的原子数目通常记作 N_0 ， N_0 称为阿伏伽德罗常数， $N_0 = 6.022045 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。并把一个 C—

^{12}C 原子的质量的 $\frac{1}{12}$ ，定义为原子的质量单位，记作 u ，即

$$1\ u = \frac{0.012\text{kg}}{12N_{\text{O}}} = \frac{1}{N_{\text{O}}} \times 10^{-3}\text{kg} = \frac{10^{-3}\text{kg}}{6.022 \times 10^{23}}$$

$$= 1.660 \times 10^{-27}\text{kg}$$

或

$$N_{\text{O}}u = 10^{-3}\text{kg}$$

这样，对于由分子组成的物质系统来说，该物质 1mol 就是该物质 N_{O} 个分子的集合，这集合的总质量称为该物质的摩尔质量，记作， M_{mol} ，以千克为单位。如以 m 表示该物质一个分子的质量，显然有：

$$M_{\text{mol}} = N_{\text{O}}m, \quad m = \frac{M_{\text{mol}}}{N_{\text{O}}}$$

我们知道，物质的分子量就是 m 用 u 为单位时的数值，它是一个纯数（常用 μ 表示），于是

$$m = \mu u$$

$$M_{\text{mol}} = N_{\text{O}} m = N_{\text{O}} \mu u = \mu \times 10^{-3}\text{kg}$$

由此可知，摩尔质量 M_{mol} ，如以克为单位时，则 M_{mol} 的值恰好等于物质的分子量 μ 。譬如说，氧的分子量是32，则32克（即 32×10^{-3} 千克）的氧气就是一摩尔氧。

思考题

1 摩的水占有多大的体积？其中共有多少个水分子？

把水分子看作小球，并假设水分子之间是紧密排列着的，试估算在 1 厘米长度上能排列着多少个分子。并估算两相邻水分子之间的距离（即分子球心间的距离）。

3. 布朗运动

（1）通过本节的学习，主要是要掌握“分子永不停息地做无规则运动”这一论断的实验基础，并能通过布朗运动现象分析分子的运动。

（2）首先要回顾、复习初中教材中气体、液体、固体中的扩散现象。要注意即使在没有宏观运动和外界干扰的条件下，扩散现象同样能进行，而且扩散的快慢和温度有关，温度越高扩散越快。还应注意固、液、气三态中扩散快慢的差异，固体中最慢、液体中次之、气体中 fastest，但三个状态中都有扩散现象。这些事实都只能由分子永不停息地做无规则运动来说明。

（3）在学习布朗运动时，要注意到布朗运动是在显微镜下观察到的不溶于水的小颗粒的无规则运动（并非看到分子运动），而这种无规则运动是永不停息的，且温度越高就越激烈。

对于布朗运动这一实验事实，只有用分子运动论才能解释。小颗粒处于水分子包围之中，如果水分子只是作有规则的定向运动，那小颗粒就只会单方向受到水分子的碰撞，也就只能做定向运动，而且即使构成小颗粒的材料密度大于液体的密度，它也不会沉淀。原因只能是水分子在做永不停息的无规则运动，而且向各个方向运动的机会是均等的。为什么对于大颗粒或物体又看不见这一现象或感觉不出来？譬如在

无风的天气我们独自一人浸在游泳池的静水中，既然由于大量的水分子由各个方向向我们的身体碰撞，但我们为什么不感觉到受水分子“撞”向某一方向？由统计的观点来看，各个方向碰撞的机会是均等的，各个即时的合冲力几乎为零，由于我们人体的质量比分子大得多，纵然有些不等的变化——称之涨落——合冲力产生的加速度也小到可以略去不计，而且这一变化也是各个方向机会均等的。所以，我们不可能感觉到。

我们要注意到，能观察到布朗运动的条件是颗粒足够小。当颗粒足够小时，在颗粒周围的水分子数就少了，颗粒受到来自各个方向的液体分子的碰撞是不均衡的，产生的合冲力就不为零，而且合冲力的大小和方向在不断地变化。再加上小颗粒的质量很小，所以加速度就不断地无规则变化。其结果，导致小颗粒的无规则运动。

还有一点要特别注意，如果认为某瞬时合冲力的方向和颗粒的运动方向一致那就是非常错误的。合冲力的大小和方向决定即时加速度的大小和方向，运动方向还和这时的初速度方向有关。所以涨落的量只起到改变小颗粒动量的大小和方向的作用。

由对这节的分析，将会使我们确信分子是永不停息地无规则地运动着。

(4) 由布朗运动的激烈程度随温度升高而加剧这一事实，我们把大量分子的无规则运动叫做热运动。大量分子的无规则运动是有统计规律的，我们可以用实验的方法总结出来；而少量的、个别特定分子的运动规律则是不可能确定的。这就是热运动这一物质运动形式和机械运动的区别所

在。

4. 分子间的相互作用力

(1) 通过本节的学习，应了解分子间有空隙的实验基础，加深对分子线度、体积估测的理解，并通过分析分子间相互作用力的实验，了解“分子间有相互作用的引力和斥力”这一要点的实验基础。理解一对分子间相互作用力的规律。

(2) 分子间的相互作用力是什么性质的力？每对分子间有没有万有引力？有，但是它和实验所测得的力相比是可以略去不计的；另一方面，万有引力也不可能产生斥力，所以分子间的作用力主要是电场力。但是，由于分子由原子组成，原子由带正电的原子核和绕核运动的电子组成，所以作为分子之间的相互作用并不遵循平方反比的库仑定律。而是同时存在着引力和斥力。它们都随着距离减小而增大（或增大而减小），但变化快慢不同。合力体现出这两种相互作用力的结果。当分子间相距 r_0 时相互作用力为零；当分子间的距离 $r > r_0$ 时合力表现为引力，开始随距离加大而增大到某一值，而后又逐渐地减小到趋近于零；当分子间的距离 $r < r_0$ 时合力表现为斥力，并随着距离的减小而很快地增大，故固体和液体可压缩量是非常之小。对课本中13页图1—7要细微分析研究，理解一对分子之间作用力的特点。

(3) 学习课文的最后一段，会用分子运动论解释为什么大量分子组成的物质可在不同的温度下呈现出固、液、气三态，并能比较在三态中分子运动的特点。

二、练习题

1. 试述气体、液体和固体中的扩散现象。何者进行得较快？何者最慢？用分子运动论的观点、考虑它们的结构，作扼要的说明。

2. 举例说明：（1）分子是在不停地运动着的；（2）分子间有空隙；（3）分子间存在着相互作用力。

3. 已知某物质的密度 ρ 、摩尔质量 μ 和阿伏伽德罗常数 N_0 ，求每个分子的质量及单位体积中所含分子数的表达式。

4. 取 1 克食盐放入容量是 100 亿立方米的水库中，等食盐分子完全均匀地分布在水中后，从中取出 1 立方厘米的盐水，其中含有多少个食盐分子？

三、习题答案

$$3. \quad \frac{\mu}{N_0}, \quad \frac{\rho N_0}{\mu}. \quad 4. \quad 1.03 \times 10^8 \text{ 个}$$

第二章 内能 能的转化和 守恒定律

一、知识要点分析

1. 物体的内能

(1) 通过本节的学习，应正确理解分子的动能、分子的势能和物体的内能等概念的物理意义以及温度的微观解释。

(2) 学习本节时，应特别注意到：在应用分子运动论理解分子的动能、分子势能、物体的内能和物体温度时，研究对象是组成物体的大量的无规则运动着的分子集团的总体，而不是个别的、单独的分子个体。个别分子的情况是无法确定的，有规律的只是大量分子的统计平均值。

(3) 分子动能：由于分子在做永不停息的无规则运动，所以分子具有动能。这一动能是以宏观物体为参照物的，和物体整体是否做宏观机械运动无关。而且每个分子的具体动能是无法确定的。在任何状态下，对大量的分子而言，各种动能的分子都有，而且每个分子的动能也是在不断地变化着。但大多数分子的动能的大小、总是和统计平均值差不多。

譬如，某年物理高考全国平均成绩为65分。就某一考生或某个班的考分而言，是看不出和这个65分有什么必然联

系。但就全国上百方的考生来看，就可以看出在65分左右的考生所占的百分比最大。分子的数目比“百万”这个数远大得多，这一统计规律就不难理解了。

(4) 温度：实验测得，温度升高、物体分子的热运动加剧，物体内部所有分子的统计平均动能增加。温度是物体分子热运动的平均动能的标志，这是温度的微观含义。

• 实际上，分子还有自身的结构，平均动能还包含转动动能、振动动能和平动动能。而决定温度的只是分子平均平动动能。准确地说温度是物体分子平均平动动能的量度。在同一温度的条件下，不同物质组成的物体，分子的平均平动动能相同，分子质量大的平均速率就小（方均根速率）。这点目前不必深究，了解即可。

(5) 分子势能：由于分子间有相互作用力，所以分子间有由它们相对位置决定的势能。它的大小也是由分子间平均相对距离来决定的。而这一距离又由物体的体积决定。

（详看课本）。

(6) 物体的内能：物体中所有分子的热运动的动能和分子势能的总和，叫做物体的内能。应注意所有分子的这点，也就是说内能的大小是和物体分子的组成、总质量的大小、温度的高低、体积的大小和所处的状态（固、液、气态）有关。

物体的内能，是本章的重点。在正确理解了分子的动能和分子势能的基础上，就不难理解。

必须注意到：分子还有它的结构，分子的结构不同、组成分子的原子结合情况不同、稳定性不同则它们的结合能也不同。原子还有振动动能和相互作用的势能。原子也有自己