

各个击破

ZHUANTI  
DIANJI

# 专题 点击

高中物理

· 热学 光学 原子物理 ·

主 编 张其明 李维坦



东北师范大学出版社



以专题为编写线索

针对性、渗透性强

体例新颖、注重能力培养

适用区域广泛

# 18

各个击破

ZHUANTI  
DIANJI

# 专题 点击

以专题为编写线索

针对性、渗透性强

例新颖、注重能力培养

适用区域广泛

高中物理

· 热学 光学 原子物理 ·

主 编 张其明 李维坦

东北师范大学出版社·长春

## 图书在版编目 (CIP) 数据

专题点击. 高中物理. 热学. 光学. 原子物理/张其明, 李维坦主编. —长春: 东北师范大学出版社, 2003.5

ISBN 7 - 5602 - 3330 - 9

I. 专... II. 李... III. 物理课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 026512 号

ZHUANTI DIANJI

- 策划创意: 一编室  
 责任编辑: 李亚民  责任校对: 志 兴  
 封面设计: 张 然  责任印制: 栾喜湖

---

东北师范大学出版社出版发行  
长春市人民大街 5268 号 邮政编码: 130024  
电话: 0431—5695744 5688470 传真: 0431—5695734  
网址: www.nnup.com 电子函件: sdcbs@mail.jl.cn

---

东北师范大学出版社激光照排中心制版

沈阳新华印刷厂印装

沈阳市铁西区建设中路 30 号 (110021)

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 7 月第 2 次印刷

---

幅面尺寸: 148mm×210mm 印张: 6.25 字数: 212 千

印数: 10 001—15 000 册

---

定价: 7.50 元

CHUBANZHE DE HUA

# 出版者的话

《专题点击》丛书的创意始于教材改革的进行，教材的不稳定使教辅图书市场异彩纷呈，新旧图书杂糅，读者即使有一双火眼金睛，也难以取舍。但无论各版别的教材如何更新，变革，万变不离其宗的是，删改陈旧与缺乏新意的内容，增加信息含量，增强人文意识，培养创新精神，增添科技内涵，活跃思维，开发学生的创新、理解、综合分析及独立解决问题等诸多能力，而这些目标的实现均是以众多不断调整的知识板块、考查要点串连在一起的。不管教材如何更改，无论教改的步子迈得多大，这些以丰富学生头脑，开拓学生视野，提高其综合素养为宗旨的知识链条始终紧密地联系在一起，不曾有丝毫的断裂，而我们则充分关注形成这一链条的每一环节，这也是“专题”之切入点。

《专题点击》丛书的出版正是基于此种理念，涵盖初高中两个重点学习阶段所学语文、英语、数学、物理、化学等五个学科，各科以可资选取的知识板块作为专题，进行精讲，精解，精练。该丛书主要具有以下特点：

## 一、以专题为编写线索

语文、英语、数学、物理、化学五主科依据初高中各年级段整体内容及各学科的自身特点，科学、系统地加以归纳、分类及整理，选取各科具有代表性的知识专题独立编写成册，并以透彻的讲解，精辟的分析，科学的练习，准确的答案为编写思路，再度与一线名师携手合作，以名师的教学理念为图书的精髓，以专题为轴心，抓住学科重点、知识要点，以点带面，使学生对所学知识能融会贯通。

## 二、针对性、渗透性强

“专题”，即专门研究和讨论的题目，这就使其针对性较明显。其中语文、英语两科依据学科试题题型特点分类，数学、物理、化学各科则以知识板块为分类依据，各科分别撷取可供分析讨论的不同板块，紧抓重点难点，参照国家

课程标准及考试说明，于潜移默化中渗透知识技能，以收“润物细无声”之功效。

### 三、体例新颖，注重能力培养

《专题点击》丛书体例的设计，充分遵循了学生学习的思维规律，环环相扣，逻辑性强。基础知识的讲解，注重精练，循序渐进，以至升华；典型例题，以实例引航，达到举一反三，触类旁通；把知识点融入习题，鼓励实战演练，做到学以致用。本丛书一以贯之、自始至终遵循的是对学生能力的培养。

### 四、适用区域广泛

《专题点击》丛书采用“专题”这一编写模式，以人教版教材为主，兼顾国内沪版、苏版等地教材，汲取多种版本教材的精华，选取专题，使得本套书在使用上适用于全国的不同区域，可活学活用，不受教材版本的限制。

作为出版者，我们力求以由浅入深、切中肯綮的讲解过程，化解一些枯燥的课堂教学，以重点、典型的例题使学生从盲目的训练中得以解脱，以实用、适量的练习减少学生课下如小山般的试卷。

我们的努力是真诚的，我们的探索是不间断的，希望我们的努力使学生有更多的收获。成功并不属于某一个人，它需要我们共同创造，需要我们携手前行。

东北师范大学出版社  
第一编辑室

ZHUANTI DIANJI

# 目录

<b>第一章 分子动理论 物体的内能</b> .....	1
一、物质是由大量分子组成的 .....	1
二、分子的热运动 .....	6
三、分子间的相互作用力 .....	10
四、物体的内能 .....	15
五、改变内能的两种方式 .....	19
六、热力学第一定律 能量守恒定律 .....	24
七、热力学第二定律 .....	31
八、能量 环境 .....	33
<b>第二章 气体的性质</b> .....	39
一、气体的状态参量 .....	39
二、气体实验定律 .....	46
三、理想气体状态方程(1) .....	55
四、理想气体状态方程(2) .....	60
五、气体分子动理论 .....	65
<b>第三章 光的反射和折射</b> .....	69
一、光的直线传播 光速 .....	69
二、光的反射 平面镜 .....	72
三、光的折射 .....	79
四、全反射 .....	86
五、棱 镜 .....	92
六、实验:测定玻璃的折射率 .....	98

考

题

点

击

# ZHUANTI DIANJI

## 第四章 光的波动性 ..... 108

- 一、光的干涉 ..... 108
- 二、光的衍射 ..... 113
- 三、光的电磁说 ..... 117
- 四、光的偏振 ..... 120
- 五、激光 ..... 123
- 六、实验：用双缝干涉测光的波长 ..... 125

## 第五章 量子论初步 ..... 131

- 一、光电效应 ..... 131
- 二、光的波粒二象性 ..... 137
- 三、玻尔的原子模型 能级 ..... 140
- 四、物质波 ..... 147

## 第六章 原子和原子核 ..... 154

- 一、知识结构体系 ..... 154
- 二、原子的核式结构 原子核 ..... 156
- 三、天然放射现象 ..... 161
- 四、原子核的人工转变 放射性同位素 ..... 167
- 五、核能 重核的裂变 轻核的聚变 ..... 173

考

题

点

击

# 第一章

## 分子动理论 物体的内能

### 一、物质是由大量分子组成的

1

#### 知识点击



#### 循序渐进

#### 1 分子

(1)概念:物质是由大量分子组成的,分子是具有各种物质化学性质的最小微粒,它可能由单个原子组成,例如铁、铜等,也可能由多个原子组成,例如氧气( $O_2$ ),氢气( $H_2$ ),水( $H_2O$ )等.

(2)空间模型:在讨论固体、液体分子的估算问题时,可把固、液体分子视为弹性小球,且分子间紧密排列没有间隙.对于气体,可以认为每个气体分子在一个正立方体的空间范围内活动,实际上分子结构是很复杂的,固、液体分子间也存在着间隙,且间隙比气体分子间隙小.酒精与水混合后总体积变小证明分子间有间隙.

#### 2 分子的大小

(1)油膜法估测分子直径:把一滴油酸滴在水面上,让油酸在水面上散开,形成单分子油膜,把油分子看成球形,一个挨一个排列认为分子间无间隙,油膜的厚度可认为等于油分子的直径,则: $d = \frac{V}{S}$ .由于分子间有间隙,此种方法所测的直径比真实值偏大.

(2)一般分子直径的数量级: $10^{-10}$  m.



不同物质的分子大小不同. 现代科学证明, 分子线度的数量级大约在  $10^{-10} \sim 10^{-7} \text{ m}$  之间, 可见, 尽管分子大小差别较大, 但其线度都是很小的. 因此, 即使体积很小的宏观物体所包含的分子数目也是很大的. 例如, 在标准状态下,  $1 \text{ cm}^3$  的空气中约有  $3 \times 10^{19}$  个分子. 即使把压强降低到  $133.3 \text{ Pa}$  的十亿分之一, 这时在  $1 \text{ cm}^3$  内所含的分子数仍有 3 000 万个, 宏观体积虽小, 但微观上分子数量却很大, 这就是所谓“宏观小, 微观大”.

### 3 阿伏加德罗常数

(1) 概念: 1 摩尔 (mol) 的任何物质含有的粒子数相同, 这个数叫做阿伏加德罗常数. 常用字母 “ $N_A$ ” 表示.

(2) 数值:  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

(3) 一般计算方法:  $N_A = \frac{\text{摩尔质量}}{\text{分子质量}}$ ;  $N_A = \frac{\text{摩尔体积}}{\text{分子体积}}$  (分子体积为分子平均占有的体积).

### 4 分子质量

(1) 数量级: 一般为  $10^{-26} \text{ kg}$ .

(2) 计算方法:  $m_{\text{分子}} = \frac{\text{摩尔质量}}{\text{阿伏加德罗常数}}$ .

### 5 阿伏加德罗常数是联系微观物理量和宏观物理量的桥梁

(1) 微观物理量有: 分子质量  $m_{\text{分子}}$ , 分子体积  $V_{\text{分子}}$ , 分子直径  $d$ .

(2) 宏观物理量有: 物质的质量  $m$ , 摩尔质量  $M_{\text{mol}}$ , 物质的体积  $V$ , 摩尔体积  $V_{\text{mol}}$ , 物质的密度  $\rho$ .

(3) 它们的关系:

$$\text{① 分子的质量: } m_{\text{分子}} = \frac{\rho V_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{M_{\text{mol}}}{N_A}.$$

$$\text{② 分子的体积: } V_{\text{分子}} = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho N_A}.$$

$$\text{③ 分子的直径: 球体模型 } d = \sqrt[3]{\frac{6V_{\text{分子}}}{\pi}}; \text{ 立方体模型 } d = \sqrt[3]{V_{\text{分子}}}.$$

$$\text{④ 物质所含的分子数: } n = \frac{m}{M_{\text{mol}}} \cdot N_A = \frac{V}{V_{\text{mol}}} \cdot N_A = \frac{\rho V}{M_{\text{mol}}} \cdot N_A = \frac{m}{\rho V_{\text{mol}}} \cdot N_A.$$

**总结** 本节重点是对物质由分子组成的认识; 难点是学会用阿伏加德罗常数估算. 学习中要充分注意到阿伏加德罗常数是联系宏观物理量和微观物理量的桥梁, 利用阿伏加德罗常数可以把分子质量、分子大小和分子数这些难以直接测量的微观量跟质量、体积等易于测量的宏观量联系起来, 从而为定量地研究热现象提供了基础.

## 2

## 实例引航



## 举一反三

**例1** 已知水的密度  $\rho=1.0\times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , 水的摩尔质量  $M_{\text{mol}}=1.8\times 10^{-2} \text{ kg/mol}$ , 求:(1)  $1 \text{ cm}^3$  的水中有多少个水分子?(2) 估算一个水分子的线度多大?

**解析** (1) 由水的密度和水的摩尔质量可求出水的摩尔体积, 将摩尔体积  $\text{m}^3$  化成  $\text{cm}^3$ , 然后用阿伏加德罗常数除以摩尔体积, 就可求出  $1 \text{ cm}^3$  的水中含有的

水分子个数. 分子个数 =  $\frac{\text{总体积}}{\text{一个分子的体积}}$ .

$$\text{水的摩尔体积: } V_{\text{mol}} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho} = \frac{1.8\times 10^{-2}}{1.0\times 10^3} = 1.8\times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol},$$

$$1 \text{ cm}^3 \text{ 水中的分子数: } n = \frac{N_A}{V_{\text{mol}}} = \frac{6.0\times 10^{23}}{1.8\times 10^{-5}\times 10^6} = 3.3\times 10^{22}/\text{cm}^3.$$

(2) 先建立水分子模型, 再根据水分子模型的体积等于一个水分子的估算体积, 由体积计算公式就可估算一个水分子的线度.

$$\text{取水分子为球体模型, 有: } \frac{1}{6} \pi d^3 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A},$$

$$\text{水分子直径: } d = \sqrt[3]{\frac{6V_{\text{mol}}}{\pi N_A}} = \sqrt[3]{\frac{6\times 1.8\times 10^{-5}}{3.14\times 6.0\times 10^{23}}} = 3.9\times 10^{-10} \text{ m}.$$

$$\text{取水分子为立方体模型, 有: } a^3 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A},$$

$$\text{水分子直径 } a = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{mol}}}{N_A}} = \sqrt[3]{\frac{1.8\times 10^{-5}}{6.0\times 10^{23}}} = 3.1\times 10^{-10} \text{ m}.$$

**说明** 不论把水分子看作哪一种模型, 都是一种简化的处理方法. 由于建立的模型不同, 得出的结果稍有不同(使用立方体模型稍精确), 但它们的数量级都是  $10^{-10} \text{ m}$ , 而我们注重的就是数量级.

**例2** 已知阿伏加德罗常数为  $6.02\times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , 求水分子的质量.

**解析** 本题未明确宏观研究对象, 也未给定任何宏观量, 如何借助“桥梁”量估本题微观量呢? 需要设定一定量的水为对象, 并利用常量, 如水的密度  $\rho$ 、摩尔质量  $M_{\text{mol}}$  等才能估算.

**解法一** 取体积为  $V$  的水, 利用密度  $\rho$  和摩尔质量  $M_{\text{mol}}$ , 有

$$\text{总质量 } M = V\rho, \text{ 其摩尔数 } n = \frac{M}{M_{\text{mol}}}, \text{ 则}$$

$$m = \frac{M}{nN_A} = \frac{M_{\text{mol}}}{N_A}.$$

**解法二** 取质量为  $M$  的水, 利用  $M_{\text{mol}}$  亦可导出:  $m = \frac{M_{\text{mol}}}{N_A}$ .

**解法三** 取  $n$  摩尔的水, 利用  $M_{\text{mol}}$ , 有:  $M = nM_{\text{mol}}$ . 其分子数  $N = nN_A$ , 故  $m = \frac{M}{N} = \frac{M_{\text{mol}}}{N_A}$ .

总之, 由上述三种解法均可导出:  $m = \frac{M_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{1.8 \times 10^{-2}}{6.02 \times 10^{23}} \text{ kg} = 2.99 \times 10^{-26} \text{ kg}$ .

**说明** (1) 解答中所取  $V, M, n$  均可取为 1. (2) 若熟记  $m = \frac{M_{\text{mol}}}{N_A}$ , 则可直接引用估算.

**例 3** 已知体积为  $V$  的一滴油在水面上散开, 形成的单分子油膜的面积为  $S$ , 设油分子为球体, 且紧密排列. 如图 1-1 所示. 求这种油分子的直径的表达式; 如果这种油的摩尔质量为  $M_{\text{mol}}$ , 密度为  $\rho$ , 请写出阿伏加德罗常数的表达式.

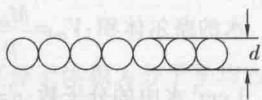


图 1-1

**解析** 本题已明确告诉我们油滴已充分展开成单分子油膜, 因此油膜的厚度即为油分子的直径; 仍须注意的是: 油分子的微观结构被“模型化”为紧密排布式.

油分子的直径:  $d = \frac{V}{S}$ .

每个分子的体积为:  $V_{\text{分子}} = \frac{1}{6} \pi d^3 = \frac{\pi V^3}{6S^3}$ ,

已知这种油的摩尔质量为  $M_{\text{mol}}$ , 密度为  $\rho$ , 则

每摩尔这种油的体积即摩尔体积为:  $V_{\text{mol}} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho}$ ,

阿伏加德罗常数为:  $N_A = \frac{V_{\text{mol}}}{V_{\text{分子}}} = \frac{6M_{\text{mol}}S^3}{\rho \pi V^3}$ .

**例 4** 只要知道下列哪一组物理量, 就可以估算出气体分子间的距离( ).

- 阿伏加德罗常数、该气体的摩尔质量和质量
- 阿伏加德罗常数、该气体的摩尔质量和密度
- 阿伏加德罗常数、该气体的质量和体积
- 该气体的密度、体积和摩尔质量

**解析** 摩尔质量除以物质的密度为其摩尔体积  $V_{\text{mol}} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho}$ , 再除以阿伏加德罗常数, 即为一个分子占有的体积  $V_{\text{分子}} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho N_A}$ . 由于气体分子之间的距离较大, 可

设想每个气体分子等距分布在正立方体中间,如图 1-2 所示,则气体分子间的平均距离等于正方体边长,即: $a=l=$

$$\sqrt[3]{V_{\text{分子}}} = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{mol}}}{\rho N_A}}, \text{选项 B 正确.}$$

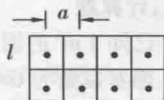


图 1-2

**说明** 应建立气体分子的模型,可认为气体分子为质点,处于正方体的正中心,求出两气体分子间的平均距离即为正方体的边长, $a=l=\sqrt[3]{V_0}$ .

## 3

## 实战演练



## 学以致用

## 一、选择题

1. 把冰分子看成一个球体,且不计冰分子间的空隙,则由冰的密度  $\rho=9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,可估算得冰分子直径的数量级是( ).

- A.  $10^{-8} \text{ m}$       B.  $10^{-10} \text{ m}$       C.  $10^{-2} \text{ m}$       D.  $10^{-14} \text{ m}$

2. 对于液体和固体来说,如果用  $M_{\text{mol}}$  表示摩尔质量, $m$  表示分子质量, $\rho$  表示物质密度, $V_{\text{mol}}$  表示摩尔体积, $V_{\text{分子}}$  表示分子体积, $N_A$  表示阿伏加德罗常数,反映这些量之间关系的下列各式中,正确的是( ).

- A.  $N_A = \frac{V_{\text{mol}}}{V_{\text{分子}}}$       B.  $N_A = \frac{M_{\text{mol}}}{V_{\text{分子}}}$       C.  $V_{\text{mol}} = \rho M_{\text{mol}}$       D.  $V_{\text{mol}} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho}$

3. 0.5 mol 氧气中含有( ).

- A. 0.5 个氧分子      B. 1 个氧分子  
C.  $3.01 \times 10^{23}$  个氧分子      D.  $3.01 \times 10^{12}$  个氧分子

4. 某种油剂的密度为  $8 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ ,取这种油剂 0.8 g 滴在水面上,最后形成的油膜最大面积约为( ).

- A.  $10^{-10} \text{ m}^2$       B.  $10^4 \text{ m}^2$       C.  $10^{10} \text{ cm}^2$       D.  $10^4 \text{ cm}^2$

5. 已知铜的密度为  $8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,原子量为 64. 通过估算可知铜中每个原子所占的体积约为( ).

- A.  $8 \times 10^{-24} \text{ m}^3$       B.  $1 \times 10^{-26} \text{ m}^3$       C.  $1 \times 10^{-29} \text{ m}^3$       D.  $7 \times 10^{-24} \text{ m}^3$

## 二、填空题

1. 由油膜实验测得的油酸分子直径为  $D$ ,已知油酸的摩尔质量为  $M$ ,阿伏加德罗常数为  $N_A$ ,则油酸的密度为 \_\_\_\_\_.

2. 标准状况下,1 cm<sup>3</sup> 空气中含有 \_\_\_\_\_ 个空气分子,运动员一次深呼吸吸入的空气约 4 000 cm<sup>3</sup>,则一次深呼吸吸入的空气分子数约为 \_\_\_\_\_ 个.

## 三、计算题

1. 已知  $1 \text{ m}^3$  的铜块中有  $8.4 \times 10^{28}$  个原子, 铜的摩尔质量是  $0.0635 \text{ kg/mol}$ , 阿伏加德罗常数为  $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , 试计算铜的密度.
2. 已知铜的摩尔质量是  $63.5 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ , 密度为  $8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , 阿伏加德罗常数为  $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , 若每个铜原子提供一个自由电子, 求铜导体中每立方米体积中的自由电子数.
3. 用油膜法估测油酸分子的直径时, 把一滴  $0.04 \text{ mL}$  的油酸注入  $1000 \text{ mL}$  无水酒精, 调匀后取出一滴稀释的  $0.04 \text{ mL}$  的油酸酒精溶液滴于水面, 油膜在水面扩展, 测得油膜面积为  $100 \text{ cm}^2$ , 试计算油酸分子的直径.

## 参考答案

KEY

一、1. B    2. A D    3. C    4. B    5. C

二、1.  $\frac{6M}{N_A \pi D^3}$     2.  $2.69 \times 10^{19} \quad 10^{23}$ 三、1.  $8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  (提示: 由  $n = \frac{\rho V}{M_{\text{mol}}} \cdot N_A$  得:  $\rho = \frac{nM_{\text{mol}}}{VN_A}$ )2.  $8.3 \times 10^{28}$  个 (提示:  $n = \frac{\rho V}{M_{\text{mol}}} \cdot N_A$ )3.  $1.6 \times 10^{-10} \text{ m}$  (提示: 油酸稀释后油酸只占  $\frac{0.04}{1000}$ , 稀释的油酸酒精溶液中油酸的体积  $V = 0.04 \times 10^{-6} \times \frac{0.04}{1000} \text{ m}^3$ , 又  $V = Sd$ , 得:  $d = \frac{V}{S} = 1.6 \times 10^{-10} \text{ m}$ )

## 二、分子的热运动

## 1 知识点击



## 循序渐进

## 1 扩散现象

- (1) 概念: 不同的物质互相接触时彼此进入对方的现象, 叫扩散现象.
- (2) 特点: 温度越高, 扩散越快; 可在固体、液体、气体中进行; 是分子的运动.
- (3) 举例: 堆放煤的墙角变黑; 钢笔水滴到一杯水中, 一段时间后整杯水变

蓝等。

## 2 布朗运动

(1)概念:悬浮在液体中的固体微粒不停地无规则的运动称为布朗运动。

(2)成因:布朗运动是大量液体分子无规则运动对悬浮的固体微粒各个方向撞击作用的不均匀性造成的。所以布朗运动是大量液体分子集体行为的结果,个别分子对固体微粒的撞击不会产生布朗运动,原因是固体微粒的总质量比液体分子的质量大得多,单一分子的撞击对固体微粒的运动影响很弱。

(3)特点:①固体微粒越小,布朗运动越激烈;②液体温度越高,布朗运动越激烈;③布朗运动是永不停息地无规则的运动。

(4)意义:布朗运动间接地反映和证明了分子的热运动。

布朗运动既不是液体分子的运动,更不是固体分子的运动,而是通过显微镜观察到的悬浮于液体中的固体微粒的运动。但是固体微粒的布朗运动的无规则性,却可以反映液体内部分子运动的无规则性。

(5)说明:

①布朗运动是悬浮的固体微粒的运动,不是单个分子的运动。

②固体微粒的运动是极不规则的,课本中画出的图 11 - 4,并非固体微粒的运动轨迹,而是每隔 30 s 微粒位置的连线。

③任何固体微粒悬浮在液体中,在任何温度下都会做布朗运动。

④悬浮在气体中的固体微粒也会做布朗运动。

⑤布朗是荷兰的生物学家,在观察悬浮在水中的花粉颗粒时,发现了花粉颗粒的无规则运动,因此称为布朗运动。

## 3 热运动

(1)概念:分子的永不停息的无规则运动,称为热运动。

所谓分子的“无规则运动”,是指由于分子之间的相互碰撞,每个分子的运动速度无论是方向还是大小都在不断地变化。标准状况下,一个空气分子在 1 s 内与其他空气分子的碰撞达到 65 亿次之多,所以大量分子的运动是十分混乱的。并且实验表明,温度越高,分子无规则运动越激烈,所以分子的无规则运动,又称为热运动。

(2)热运动是物质运动的一种基本形式。

在热运动中,个别分子的运动属于机械运动,运用力学的基本概念,服从力学的基本规律,而大量分子的热运动虽然包含着机械运动,但是已不能将其归结为机械运动,它是一种更复杂的运动状态,因而遵循着新的运动规律。

**总结** 本节重点是布朗运动;难点是布朗运动形成的原因。学习中要注意:我们观察到的布朗运动是悬浮在液体或气体中的固体微粒的无规则运动,它是液

体或气体分子无规则运动的宏观表现,这里体现了由宏观现象反应微观规律,由观察现象上升到理解本质的学习物理的基本思维方法。

## 2 实例引航



举一反三

**例1** 关于布朗运动的下列说法中正确的是( )。

- A. 布朗运动是指悬浮在液体中的固体小颗粒的永不停息地无规则运动
- B. 布朗运动是指液体分子的无规则运动
- C. 布朗运动说明固体小颗粒的分子永不停息地无规则运动
- D. 布朗运动说明分子永不停息地无规则运动

**解析** 布朗运动是指悬浮在液体中的固体小颗粒的永不停息地无规则运动,小颗粒的无规则运动是液体分子对它各方向的撞击不平衡引起的。因而布朗运动不是液体分子的无规则运动,只能反映或说明液体分子的无规则运动,不能反映固体分子的无规则运动。故选项 A、D 正确。

**说明** 知道什么是布朗运动及其产生原因,是判断布朗运动的关键。

**例2** 在较暗的房间里,从入射进来的阳光中,可以看到悬浮在空气中的灰尘微粒在不停地运动,这些灰尘微粒的运动( )。

- A. 是布朗运动
- B. 不是布朗运动
- C. 是自由落体运动
- D. 是由气流和重力引起的运动

**解析** 布朗运动是通过显微镜观察到的,其特点是永不停息且无规则。而悬浮在空气中的微粒的运动是肉眼直接看到的,肉眼看到的微粒是相当大的,某时刻它们受到的各方向空气分子碰撞的合力几乎为零,很微小的合力对相当大的微粒来说作用很微弱,是不能使它做布朗运动的,这时微粒的运动是气流和重力作用引起的,当气流稳定时,微粒就会慢慢沉降不动。选项 B、D 正确。

**说明** 在判断指定物体的运动性质时,主要根据其运动特征、性质对运动过程和产生的原因进行剖析,按照有关概念严格、准确区分。

**例3** 在下列给出的四种现象中,属于扩散现象的是( )。

- A. 雨后的天空中悬浮着许多小水星
- B. 海绵吸水
- C. 把一块铅和一块金的接触面磨平、磨光后,紧紧地压在一起,几年后会发现铅中有金
- D. 在一杯热水中放几粒盐,整杯水很快会变成咸

**解析** 扩散现象是指不同的物质分子彼此进入对方的现象,而 A、B 选项不是组成物质的分子进入对方,C、D 选项中是组成物质的分子进入对方。选项 C、D 正确。

## 3

## 实战演练



## 学以致用

## 一、选择题

- 关于布朗运动的下列说法中正确的是( )。
  - 液体温度越高,布朗运动越激烈
  - 液体温度越低,布朗运动越激烈
  - 悬浮的颗粒越小,布朗运动越激烈
  - 悬浮的颗粒越大,布朗运动越激烈
- 布朗运动的发现,对物理学的主要贡献是( )。
  - 说明了悬浮微粒时刻在做无规则运动
  - 说明了液体分子永不停息地做无规则的运动
  - 说明了悬浮微粒的无规则运动是因为微粒体积很小
  - 说明了液体分子与悬浮微粒分子之间有相互作用力
- 关于布朗运动的下列说法中正确的是( )。
  - 液体温度高布朗运动激烈,布朗运动就是液体分子的热运动
  - 布朗运动反映了分子的热运动
  - 在室内看到的尘埃不停地运动是布朗运动
  - 布朗运动是由于组成悬浮颗粒的分子热运动造成的
- 较大的悬浮颗粒不做布朗运动,是由于( )。
  - 液体分子不一定与颗粒相撞
  - 各个方向的液体分子撞击颗粒的平均作用效果相互平衡
  - 颗粒的质量大,不易改变运动状态
  - 颗粒分子本身的热运动缓慢
- 关于布朗运动和扩散现象,下列说法中正确的是( )。
  - 布朗运动和扩散现象在气体、液体和固体中均可发生
  - 布朗运动和扩散现象都不是分子的运动
  - 布朗运动和扩散现象都是温度越高越明显
  - 布朗运动和扩散现象都是永不停息的
- 分子的热运动是指( )。
  - 物体分子的扩散现象
  - 物体的热胀冷缩现象
  - 物体分子永不停息地无规则运动
  - 布朗运动
- 下面所列举的现象,哪些能说明分子是不断运动着的( )。
  - 将香水瓶盖打开后能闻到香味
  - 汽车开过后,公路上尘土飞扬



- C. 洒在地上的水,过一段时间就干了 D. 悬浮在水中的花粉做无规则的运动
8. 在长期放着煤的墙角处,地面和墙角、壁面很厚的一层染上了黑色,这说明( )。
- A. 分子是在不停地运动着 B. 煤是由大量分子组成的  
C. 分子之间是有空隙的 D. 物体之间有相互作用力

## 二、填空题

1. 布朗运动产生的原因是悬浮在液体中的微粒受到它周围分子对它各个方向的撞击作用 \_\_\_\_\_ 引起的. 布朗运动的激烈程度跟 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 有关.
2. 水和酒精混合后的总体积将会减小,证明分子之间有 \_\_\_\_\_,分子在永不停息地做 \_\_\_\_\_ 运动,这种运动的激烈程度与 \_\_\_\_\_ 有关,所以又叫 \_\_\_\_\_.

## 三、简答题

我们听说过类似这样的笑话:“你闻了我的菜的香味,应该付钱.”从分子运动理论的角度来说,这话完全没道理吗?为什么?

KEY

## 参考答案

一、1. A C 2. B 3. B 4. B C 5. C D 6. C 7. A C D 8. A B

二、1. 不平衡 温度 微粒大小 2. 间隙 无规则 温度 热运动

三、有一定的道理,闻到菜的香味是合理的,这是扩散现象.

# 三、分子间的相互作用力

## 1 知识点击



## 循序渐进

### 1 分子间有空隙

- (1) 分子永不停息地做无规则运动,说明了分子间有空隙.
- (2) 气体容易被压缩,说明分子间有空隙.
- (3) 水和酒精混合后的体积小于两者原来的体积之和,说明液体分子间有空隙.
- (4) 用两个标准大气压的压强压缩钢筒中的油,发现油可以透过筒壁逸出,说明固体分子间也有空隙.

### 2 分子间的相互作用力

- (1) 分子间存在引力体现在:①分子间虽然有空隙,大量分子却能聚集在一起