

丛书主编 / 王后雄



# 考点

## 同步解读

高中物理 选修3-3

本册主编 / 胡荷荣

### 考点分类精讲 方法视窗导引

Kaodian

Tongbu Jiedu

### 防错档案预警 题型优化测训

紧扣课标，直击高考，突破难点，解析疑点，化整为零，各个击破，  
点线面全方位建构“同步考点”攻略平台。

由“母题”发散“子题”，理顺“一个题”与“多个题”的关系，  
寻找“一类题”在思维方法和解题技巧上的“共性”，通吃“千张纸，  
万道题”，实现知识“内化”，促成能力“迁移”。



华中师范大学出版社  
Huazhong Normal University Press

Kaodian

Tongbu Jiedu

丛书主编/王后雄



# 考点

## 同步解读

高中物理选修 3-3

本册主编/胡荷荣

随书赠送

5

套试卷



新课标  
Xinkebiao



华中师范大学出版社  
Huazhong Normal University Press

新出图证(鄂)字 10 号  
图书在版编目(CIP)数据

考点同步解读 高中物理选修 3-3 / 丛书主编:王后雄 本册主编:胡荷荣  
—武汉:华中师范大学出版社,2011.6

ISBN 978-7-5622-4932-0

I. ①同… II. ①王… ②胡… III. ①物理课-高中-教学参考资料  
IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 079765 号

考点同步解读 高中物理选修 3-3

丛书主编:王后雄

本册主编:胡荷荣

责任编辑:胡小忠

责任校对:万春春

封面设计:甘 英

选题设计:华大鸿图编辑室(027-67867361)

出版发行:华中师范大学出版社©

社址:湖北省武汉市珞喻路 152 号

销售电话:027-67867371 027-67867076 027-67865356

传真:027-67865347

邮购:027-67861321

网址:<http://www.ccnpublish.com>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:湖北鄂南新华印刷包装有限公司

督印:章光琼

字数:335 千字

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:12

版次:2011 年 6 月第 1 版

印次:2011 年 6 月第 1 次印刷

定价:22.00 元

欢迎上网查询、购书

敬告读者:为维护著作人的合法权益,并保障读者的切身利益,本书封面采用压纹制作,压有“华中师范大学出版社”字样及社标,请鉴别真伪。若发现盗版书,请打举报电话 027-67861321。

# 《考点同步解读》使用图解

## 考点解读

呈现新课标内容要素,锁定不同版本教材要求,指明学习和考试的具体考点及目标。

## 学法导引

注重学法点拨和考试方法的指导,揭示学习的重点和难点,探讨考试命题的规律。

## 考点精讲

考点分类,核心总结,重点难点各个击破,典例创新导引,首创分类解析解题模式。

## 变式跟踪

案例学习迁移,母题多向发散,预测高考可考变式题型,层层剖析,深入变式训练。

## 超级链接

最佳导学模式,学案式名师点津。难点突破、防错档案、规律清单革新传统学习模式。

## 第七章 分子动理论 第1讲 物体是由大量分子组成的

### 考点解读

1. 知道物体是由大量分子组成的。
2. 理解用油膜法测分子大小的原理和方法。
3. 知道分子的球形模型,知道分子大小、质量的数量级。
4. 理解阿伏加德罗常数是联系微观世界和宏观世界的桥梁,记住它的数值、单位和意义,会用这个常数进行有关的计算和估算。

### 学法导引

学习本节内容要抓住主要矛盾,建立合理的理想化模型:分子的球形模型或立方体模型,以及油膜的单分子油层模型,这是本节估算问题的重要研究方法。记住阿伏加德罗常数,理解宏观量与微观量之间的关系,反复训练有关计算。

### 考点分类精讲

#### 考点1 分子的大小

##### 核心总结

1. 热学中的分子:分子是具有各种物质的化学性质的最小微粒。实际上,构成物质的单元是多种多样的,或是原子(如金属)或是离子(如盐类)或是分子(如有机物)。在热学中,由于这些微粒做热运动时遵从相同的规律,所以都统称为分子。

○考题1 已经发现的纳米材料具有很多优越性能,有着广泛的应用前景。边长为1nm的立方体可容纳液态氢分子(其直径约为 $10^{-10}$ m)的个数最接近于( )。

- A.  $10^2$ 个 B.  $10^3$ 个 C.  $10^6$ 个 D.  $10^9$ 个

【解析】 $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ,则边长为1nm的立方体的体积为 $V=(10^{-9})^3\text{m}^3=10^{-27}\text{m}^3$ ,估算时,可将液态氢分子看做边长为 $10^{-10}\text{m}$ 的小立方体,则每个氢分子的体积 $V_0=(10^{-10})^3\text{m}^3=10^{-30}\text{m}^3$ ,所以可容纳的液态氢分子个数 $N=\frac{V}{V_0}=10^3$ 个。

【答案】B

■【变式1】 已知在标准状况下,1mol氢气的体积为22.4L,氢气分子直径的数量级为( )。

- A.  $10^{-8}\text{m}$  B.  $10^{-10}\text{m}$  C.  $10^{-11}\text{m}$  D.  $10^{-12}\text{m}$

##### 难点突破

一般计算分子占有空间大小的问题时,以取立方体模型为宜,有 $d=\sqrt[3]{V}$ ,计算分子

##### 思维点拨

可认为液态分子紧挨着,空隙可忽略,建立立方体模型比建立球形模型运算更简

##### 防错档案

阿伏加德罗常数一手牵着宏观量,一手携着微观量,应用它,在已知一个宏观量的

##### 方法视窗

估算分子直径的关键是要找到每个分子的体积,一般通过宏观摩尔体积 $V_{\text{mol}}$ 与微观

##### 特别说明

估算分子直径时,也可把分子看成立方体模型,计算出的结果在数量级上不会有偏差。如考题3,由 $d^3=\frac{V_{\text{mol}}}{N_A}$ 得 $d\approx 3.1\times 10^{-10}\text{m}$ 。

### 题型优化测训

#### 学业水平测试

1. (2018·天津卷)关于物体中的分子,下列说法中正确的是( )。
- A. 质量相同的物体含有相同的分子数  
B. 体积相同的物体含有相同的分子数  
C. 摩尔数相同的物体含有相同的分子数  
D. 在标准状态下,体积相同的不同气体含有相同的分子数

#### 高考水平测试

1. (2018·北京卷)已知铜的密度为 $8.9\times 10^3\text{kg/m}^3$ ,相对原子质量为64,通过估算可知铜中的每个铜原子所占的体积为( )。
- A.  $7\times 10^{-29}\text{m}^3$  B.  $1\times 10^{-29}\text{m}^3$   
C.  $1\times 10^{-28}\text{m}^3$  D.  $8\times 10^{-28}\text{m}^3$
2. (2018·江苏高考)某气体的摩尔质量为 $M$ ,摩尔体

### 优化测训

立足教材,夯实基础,习题层级清晰,与同步考试接轨,查漏补缺。

### 解题依据

首创解题线索助学模式。当你解题失误或解题缺乏思路时,解题依据教你回归考点知识和例题启示。

### 真题赏析

精选高考名题,再现考点真题,讲解精准干练,体验真题魅力,感悟高考真谛。

### 答案提示

提示解题思路,突破解析模式,规范标准答案,全程帮助你对照思路、比照答案、减少失误、赢得高分。

## 参考答案与提示

### 第七章 分子动理论

#### 第1讲 物体是由大量分子组成的

【变式1】 B [分子直径的数量级为 $10^{-10}\text{m}$ ,故B项正确。①容易直接用油膜法测分子直径,而误选A。②气体分子间距很大( $d\approx 10r$ ),不能忽略分子间距。]

【变式2】 (1)  $\frac{M}{N_A}$  (2)  $\frac{\rho N_A}{M}$  (3)  $\frac{M}{\rho}$  (4)  $\frac{M}{\rho N_A}$

【学业水平测试】

C、D [由分子数 $n=N_A=\frac{m}{M}N_A$ (或 $\frac{V}{V_0}N_A$ )可知,只有摩尔数相同的物体才含有相同的分子数,而在标准状态下任何1mol气体的

#### 【高考水平测试】

1. B [ $V_0=\frac{M}{\rho N_A}=\frac{64\times 10^{-3}}{8.9\times 10^3\times 6.02\times 10^{23}}\text{m}^3\approx 1\times 10^{-29}\text{m}^3$ 。]
2. B、C [气体分子间距大,1摩尔气体分子的总体积比1摩尔气体分子紧挨在一起的体积大得多,所以A、D错误。]
3. D [由于构成单质分子的原子数目不同,所以同温同压下,同体积单质气体所含原子数目不一定相同,A错;2g氢气所含原子数目为 $2N_A$ ,B错;只有在标准状态下,11.2L氯气所含的原子数目才为 $N_A$ ,而常温常压下,原子数目不能确定,C错;17g氢气即1mol氢气,其所含电子数目为 $(7+3)N_A$ ,即 $10N_A$ ,D正确。]
4. C [摩尔质量在数值上等于1mol物质的质量,等于一个分子的质量与阿伏加德罗常数的乘积。]

考点同步解读 高中物理选修 3-3

编 委 会

丛书主编:王后雄

本册主编:胡荷荣

编 委:汪 芳

凡淑南

肖平习

郑存秀

袁江弘

康晴霞

王国金

漆应阶

杨 萍

王维平

薛 波

刘月娥

孙培梅

黎 鑫

阮国栋

沈 敏

王银晶

宗 徽

刘胜明

# 目

# 录

## CONTENTS

### 第七章 分子动理论

#### 第1讲 物体是由大量分子组成的

- 考点1 分子的大小/1
- 考点2 阿伏加德罗常数/2
- 考点3 分子直径的估算/2
- 考点4 分子间距的估算/3
- 考点5 分子数的估算/3
- 考点6 用油膜法估测分子大小实验原理/4
- 考点7 用油膜法估测分子大小实验步骤/5

#### 第2讲 分子的热运动

- 考点1 扩散现象/9
- 考点2 布朗运动/10
- 考点3 布朗运动的轨迹/11
- 考点4 布朗运动与扩散现象/11
- 考点5 热运动/12

#### 第3讲 分子间的作用力

- 考点1 分子间有空隙/15
- 考点2 分子间存在分子间的作用力/16
- 考点3 分子间的作用力与分子间距离变化关系/16
- 考点4 分子间的作用力做功/17
- 考点5 分子动理论/18

#### 第4讲 温度和温标

- 考点1 热平衡与温度/21
- 考点2 热力学温度与摄氏温度的关系/22
- 考点3 温度计/23

#### 第5讲 内能

- 考点1 分子的动能/26

考点2 分子的势能/27

考点3 物体的内能/28

考点4 内能的改变方式/28

考点5 物体温度升高的计算/29

考点6 摩擦力做功与内能变化的关系/30

考点7 温度、内能、热量的区别/31

考点8 气体的内能变化/32

### 第八章 气体

#### 第6讲 气体的等温变化

- 考点1 气体的压强/36
- 考点2 封闭气体压强的求法/37
- 考点3 玻意耳定律/38
- 考点4  $p$ - $V$  图中的等温线/39
- 考点5 水银柱的移动问题/40
- 考点6 打气问题/40
- 考点7 抽气问题/41
- 考点8 力热综合问题/42

#### 第7讲 气体的等容变化和等压变化

- 考点1 查理定律/48
- 考点2 盖-吕萨克定律/49
- 考点3 图象问题/50
- 考点4 温度变化下液柱(或活塞)移动问题/51
- 考点5 等压下的变质量问题/52

#### 第8讲 理想气体的状态方程

- 考点1 理想气体/58
- 考点2 理想气体的状态方程/59
- 考点3 理想气体状态方程的应用/60
- 考点4 相关联两部分气体问题/61

考点5 变质量问题/61

考点6 图象问题/63

### 专题一 热学中的临界问题和力热综合问题

考点1 热学中的临界问题/69

考点2 注汞问题的计算/70

考点3 力热综合问题/71

### 第9讲 气体热现象的微观意义

考点1 气体分子运动特点/75

考点2 对气体分子速率分布规律的理解/76

考点3 气体压强的微观意义/77

考点4 气体实验定律的微观解释/79

## 第九章 固体、液体和物态变化

### 第10讲 固体

考点1 晶体和非晶体的区别/83

考点2 单晶体和多晶体的区别/84

考点3 晶体的微观结构/84

### 第11讲 液体

考点1 液体的微观结构及特性/88

考点2 液体的表面张力/89

考点3 浸润和不浸润现象/90

考点4 毛细现象/91

考点5 液晶/91

### 第12讲 饱和汽和饱和汽压

考点1 蒸发与沸腾/94

考点2 饱和汽和饱和汽压/95

考点3 空气的湿度和湿度计/96

### 第13讲 物态变化中的能量交换

考点1 熔化热/99

考点2 汽化热/100

考点3 熔化热与汽化热的计算/100

考点4 晶体、非晶体熔化区别/101

### 第14讲 功和内能

考点1 焦耳的实验/104

考点2 内能/105

考点3 做功与内能的变化/106

### 第15讲 热和内能

考点1 热传递/110

考点2 热和内能/111

考点3 区分三对概念/111

考点4 区别改变物体内能的两种方式:做功与热传递/112

考点5 热量的计算/113

### 第16讲 热力学第一定律 能量守恒定律

考点1 热力学第一定律 能量守恒定律/116

考点2 热力学第一定律与气体的综合应用/117

考点3 能量守恒定律及应用/118

考点4 第一类永动机/119

考点5 联系实际的应用估算题/119

### 第17讲 热力学第二定律

考点1 宏观过程的方向性/125

考点2 第二类永动机/126

考点3 热力学第二定律/126

考点4 热力学第二定律的实际应用/128

### 第18讲 热力学第二定律的微观解释

考点1 有序和无序 宏观态和微观态/132

考点2 热力学第二定律的微观解释/133

考点3 熵和熵增加原理/134

### 第19讲 能源和可持续发展

考点1 能量耗散和品质降低/137

考点2 能源与人类社会发展/138

考点3 能源与环境/138

考点4 开发新能源/139

### 参考答案与提示/143

# 第七章 分子动理论

## 第1讲 物体是由大量分子组成的

### 考点解读

### 学法导引

1. (★★) 知道物体是由大量分子组成的。
2. (★★★) 理解用油膜法测分子大小的原理和方法。
3. (★★★) 知道分子的球形模型, 知道分子大小、质量的数量级。
4. (★★★★) 理解阿伏加德罗常数是联系微观世界和宏观世界的桥梁, 记住它的数值、单位和意义, 会用这个常数进行有关的计算和估算。

学习本节内容要抓住主要矛盾, 建立合理的理想化模型: 分子的球形模型或立方体模型, 以及油膜的单分子油层模型, 这是本节估算问题的重要研究方法。记住阿伏加德罗常数, 理解宏观量与微观量之间的关系, 反复训练有关计算。

### 考点分类精讲

#### 考点1 分子的大小

#### 核 心 总 结

1. 热学中的分子: 分子是具有各种物质的化学性质的最小微粒。实际上, 构成物质的单元是多种多样的, 或是原子(如金属)或是离子(如盐类)或是分子(如有机物)。在热学中, 由于这些微粒做热运动时遵从相同的规律, 所以都统称为分子。

2. 物质微观结构的理想模型: 实际上, 分子的结构是很复杂的, 且分子间存在空隙, 但作为一个近似的物理模型, 对于固体和液体, 分子间空隙比较小, 可以认为分子是一个紧挨一个排列着的小球或立方体; 对于气体分子, 可以理想地假设为: 分子均匀分布, 并且每个分子所占的空间为相同的立方体, 气体分子在立方体的中心, 分子的平均间距等于立方体的棱长。

3. 分子大小的两个数量级:

除一些有机物质的大分子外, 一般分子直径的数量级为  $10^{-10}$  m, 一般分子质量的数量级为  $10^{-26}$  kg。

● **考题1** 已经发现的纳米材料具有很多优越性能, 有着广阔的应用前景。边长为 1nm 的立方体可容纳液态氢分子(其直径约为  $10^{-10}$  m)的个数最接近于( )。

- A.  $10^2$  个      B.  $10^3$  个      C.  $10^6$  个      D.  $10^9$  个

【解析】  $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ , 则边长为 1nm 的立方体的体积为  $V=(10^{-9})^3\text{m}^3=10^{-27}\text{m}^3$ 。估算时, 可将液态氢分子看做边长为  $10^{-10}\text{m}$  的小立方体, 则每个氢分子的体积  $V_0=(10^{-10})^3\text{m}^3=10^{-30}\text{m}^3$ , 所以可容纳的液态氢分子个数  $N=\frac{V}{V_0}=10^3$  个。

【答案】 B

【变式1-1】 已知在标准状况下, 1mol 氢气的体积为 22.4L, 氢气分子直径的数量级为( )。

- A.  $10^{-9}\text{m}$       B.  $10^{-10}\text{m}$       C.  $10^{-11}\text{m}$       D.  $10^{-8}\text{m}$

#### ● 难点突破

一般计算分子占有空间大小的问题时, 以取立方体模型为宜, 有  $d=\sqrt[3]{V}$ ; 计算分子大小时, 取立方体或球体模型均可, 一般常取球体模型, 有  $d=\sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}$  (对于气体, 因分子的间距很大, 不考虑气体分子的大小)。

多角度理解“大量”:

物体是由大量分子组成的, 可从以下几方面来认识:

①从分子几何尺寸的大小来感受, 一般的, 分子直径数量级为  $10^{-10}\text{m}$ 。

②从分子的体积的数量级来感受:  $10^{-29}\text{m}^3$ 。

③从一个分子的质量的多少来体会“大量”的含意: 一般分子质量的数量级为  $10^{-26}\text{kg}$ 。

④分子如此微小, 用肉眼根本无法直接看到它们, 就是用高倍的光学显微镜也看不到。直到 1982 年人们研制了能放大几亿倍的扫描隧道显微镜, 才观察到物质表面原子的排列。

#### ● 思路点拨

可认为液态分子紧挨着, 空隙可忽略, 建立立方体模型比建立球形模型运算更简便, 但数量级不会有区别。





【解析】水的摩尔体积

$$V_{\text{mol}} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho} = \frac{1.8 \times 10^{-2}}{1.0 \times 10^3} \text{ m}^3/\text{mol} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}.$$

单个水分子的体积  $V_{\text{分}} = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A}$ ,

$$\text{又 } V_{\text{分}} = \frac{1}{6} \pi d^3,$$

$$\text{所以 } d = \sqrt[3]{\frac{6V_{\text{mol}}}{N_A \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 1.8 \times 10^{-5}}{6.02 \times 10^{23} \times 3.14}} \text{ m} = 3.9 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

【解析】  $3.9 \times 10^{-10} \text{ m}$ .

【变式3-1】黄金的密度为  $19.3 \text{ g/cm}^3$ , 摩尔质量为  $197 \text{ g/mol}$ . 求:(1)金分子的质量.(2)金分子的体积.(3)金分子的半径.

#### 考点4 分子间距的估算

##### 核 心 总 结

估算分子间距时可把每个分子占据的空间当成小立方体模型, 先求出单个分子占据的体积  $V_{\text{分}}$ , 再由  $V_{\text{分}} = d^3$  得到分子间距  $d = \sqrt[3]{V_{\text{分}}}$ .

● 考题4 (2010·银川检测)试估算氢气分子在标准状况下的平均距离.

【解析】如图1-1所示, 设  $L$  为小正方体的边长,  $d$  为分子间距, 若取  $1 \text{ mol}$  标准状况下的氢气, 则

$$d = L = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{mol}}}{N_A}} = \sqrt[3]{\frac{22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}}} \approx 3.3 \times 10^{-9} \text{ m}.$$

【答案】  $3.3 \times 10^{-9} \text{ m}$ .

【变式4-1】已知某气体的摩尔体积为  $22.4 \text{ L/mol}$ , 摩尔质量为  $18 \text{ g/mol}$ , 阿伏加德罗常数为  $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , 由以上数据可以估算出这种气体( ).

- A. 每个分子的质量
- B. 每个分子的体积
- C. 每个分子占据的空间
- D. 分子之间的平均距离

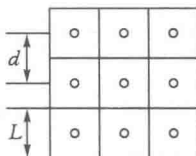


图1-1

#### 考点5 分子数的估算

##### 核 心 总 结

进行物体所含分子数的估算, 首先要求到物体的摩尔数, 通常由摩尔质量

$M_{\text{mol}}$  和总质量  $M$  求得, 或由摩尔体积  $V_{\text{mol}}$  和总体积  $V$  来求, 即摩尔数  $n = \frac{M}{M_{\text{mol}}}$

$= \frac{V}{V_{\text{mol}}}$ , 再由分子数  $N = nN_A$  求分子数.

● 考题5 (2010·宝鸡)已知地球半径  $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$ , 地球表面的重力加速度  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ , 大气压  $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 空气平均摩尔质量  $M = 2.9 \times 10^{-2} \text{ kg/mol}$ , 阿伏加德罗常数  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

试估算地球周围大气层的空气分子数.(保留两位有效数字)

【解析】(1)因为大气压是由大气具有重力而产生的, 所以大气的总质量

$$m = \frac{p_0 \cdot 4\pi R^2}{g} = \frac{1.0 \times 10^5 \times 4 \times 3.14 \times (6.4 \times 10^6)^2}{9.8} \text{ kg} = 5.2 \times 10^{18} \text{ kg},$$

体模型, 计算出的结果在数量级上不会有偏差. 如考题3, 由  $d^3 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A}$  得  $d \approx 3.1 \times 10^{-10} \text{ m}$ , 与  $3.9 \times 10^{-10} \text{ m}$  差别不大, 不过考虑到更准确的因素, 应采用球形模型.

##### ● 特别说明

对固体或液体估算分子间距时, 也可把分子处理成球体模型, 算出分子直径, 其直径近似为分子间距, 这与当成立方体模型计算出的结果数量级上也不会有差别.

##### ● 思路点拨

考题4关键是建立气体分子的立方体模型, 分子看做是一个质点, 处在规则且均匀分布的正方体中心, 小正方体的体积是分子平均占据空间的大小. 此外要知道  $1 \text{ mol}$  气体在标准状况下体积为  $22.4 \text{ L}$ .

##### ● 难点突破

估算分子数关键要领悟阿伏加德罗常数的含义,  $1 \text{ mol}$  含  $6.02 \times 10^{23}$  个, 那么该物质有多少摩尔就是我们要找的量, 从而求到分子数.

##### ● 方法视窗

考题5采用等效替代法: 用大气总压力替代大气总重力.

地球周围大气层中空气分子总数为

$$N = \frac{m}{M} N_A = \frac{5.2 \times 10^{18}}{2.9 \times 10^{-2}} \times 6.02 \times 10^{23} = 1.1 \times 10^{44} \text{ (个)}$$

【答案】  $1.1 \times 10^{44}$  个。

【变式 5-1】 在标准状况下,某同学做一次深呼吸约能吸进  $4000 \text{ cm}^3$  的空气,据此估算他一次深呼吸进空气的分子总数约为多少个。(结果保留 1 位有效数字)

### 考点 6 用油膜法估测分子大小实验原理

#### 核 心 总 结

估测分子的大小通常采用油膜法。取  $1 \text{ mL}$  的油酸,并精确地测出它的体积,用无水酒精按  $1:200$  的体积比稀释油酸,使油酸在酒精中充分溶解。用滴管提取  $1 \text{ mL}$  稀释后的油酸,并测算出滴管中滴出一滴溶液的体积。在盛水盘中装入约  $1 \text{ cm}$  深的蒸馏水,为便于观测油膜的面积,可在水面上轻撒上一层痱子粉,在水盘中央滴一滴油酸酒精溶液,于是油酸在水面上迅速散开。到油膜面积不再扩大时,用一块玻璃盖在盘缘上描出油膜的轮廓图,如图 1-2 所示,把这块玻璃放在方格纸上,数出油膜所占的格数,然后计算出油膜的面积。于是,油膜的厚度 ( $d = \frac{V}{S}$ ) 便可测算出来。

油酸在水面上形成单分子层油膜。油酸分子的一端对水有很强的亲和力,被吸引在水中,另一端对水没有亲和力,便冒出水面。油酸分子都是直立在水中的,单分子油膜的厚度等于油酸分子的直径。若把分子当成小球,油膜的厚度也就等于分子的直径,如图 1-3 所示,其线度的数量级为  $10^{-10} \text{ m}$ 。

浮在水面上的痱子粉



图 1-2 水面上形成一块油膜

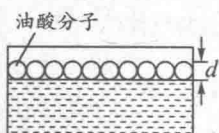


图 1-3 水面上单分子油膜的示意图

● 考题 6 将  $1 \text{ cm}^3$  的油酸溶于酒精,制成  $200 \text{ cm}^3$  的油酸酒精溶液。已知  $1 \text{ cm}^3$  油酸酒精溶液有 50 滴,现取 1 滴油酸酒精溶液滴到水面上,随着酒精溶于水,油酸在水面上形成一单分子薄层,已测出这一薄层的面积为  $0.2 \text{ m}^2$ 。由此可估算油酸分子的直径为多大?

【解析】 1 滴油酸酒精溶液的体积为  $V' = \frac{1}{N} \text{ cm}^3$ 。

式中  $N=50$ ,为总的滴数。

由于取用的油酸酒精溶液的浓度为  $\frac{1}{200} = 0.5\%$ ,故 1 滴油酸酒精溶液中油酸的体积

$$V = V' \times 0.5\% = \frac{1}{N} \times 0.5\% \text{ cm}^3 = \frac{1}{N} \times 0.5\% \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

已知油酸薄层的面积为  $S=0.2 \text{ m}^2$ ,所以油酸分子的直径

$$d = \frac{V}{S} = \frac{\frac{1}{N} \times 0.5\% \times 10^{-6}}{S} \text{ m} = \frac{1}{50 \times 0.2} \times 0.5\% \times 10^{-6} \text{ m} = 5 \times 10^{-10} \text{ m}$$

【答案】  $5 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。

#### 方法视窗

为了测量分子大小这一极其微小的量,在用油膜法测分子直径的实验中多次用了间接测量法来达到“放大”的效果。一是油酸溶于酒精,制成油酸酒精溶液,对油酸进行稀释;二是数出  $1 \text{ cm}^3$  油酸酒精溶液有多少滴,得出一滴油酸酒精溶液的体积;三是油膜法本身就起了放大的作用。

#### 答疑解惑

问:为什么要配制一定浓度的油酸酒精溶液?

答:在本实验中,为了节省实验时间,一般是由老师提供配制好的油酸酒精溶液,并告诉同学们油酸和酒精的体积比是多少。为什么不直接用油酸?现在我们知道分子的直径大约是  $10^{-10} \text{ m}$ ,而一小滴油酸的体积(注射器 5 号针头下的)大约有  $4.0 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$ (每  $1 \text{ cm}^3$  的油酸大约有 250 滴),如果这滴油酸铺成单分子膜,膜的面积是  $S_1 = \frac{V_1}{d} = \frac{4.0 \times 10^{-3}}{10^{-8}} \text{ cm}^2 = 40 \text{ m}^2$ ,实验室没有这么大的盆,即使提供这样的盆做起实验来也不方便,因此要稀释。

#### 难点突破

在实验中由  $d = \frac{V}{S}$  计算分子的直径,  $V$  是经过换算后一滴油酸酒精溶液中纯油酸的总体积,各物理量的计算方法如下:

(1) 一滴油酸酒精溶液的体积

$$V' = \frac{V_{液_0}}{N} \quad (N \text{ 为滴数}, V_{液_0} \text{ 为 } N \text{ 滴油酸酒精溶液的体积})$$

(2) 一滴油酸酒精溶液中纯油酸所占体积

$$V = V' \cdot \frac{V_{油}}{V_{液_1}} \quad (V_{油} \text{ 为纯油酸体积}, V_{液_1} \text{ 为油酸酒精溶液的总体积})$$

(3) 油酸薄层的面积  $S = na^2$  ( $n$  为有效

【变式6-1】某大型油轮在某一海域发生泄漏,为估测污染的海面面积,必须知道油分子的直径,于是,研究人员做了如下实验:把体积为  $1\text{mm}^3$  的石油滴在水面上,石油在水面上形成  $3\text{m}^2$  的单分子油膜,试估算石油分子的直径.

### 考点7 用油膜法估测分子大小实验步骤

#### 核 心 总 结

#### 1. 实验器材

序号	器材名称	备注
1	已稀释的油酸若干毫升	体积比为 1:200
2	浅盘 1 只	30cm×40cm
3	注射器(或滴管)1支	
4	带方格的透明塑料盖板 1 块	
5	量筒 1 个	
6	彩色水笔 1 支	
7	痱子粉(或石膏粉)	带纱网或粉扑

#### 2. 实验步骤

(1)用注射器或滴管将老师先配制好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒中,记下量筒内增加一定体积(例如 1mL)时的滴数.

计算出每滴油酸酒精溶液体积的平均值,如图 1-4 甲.

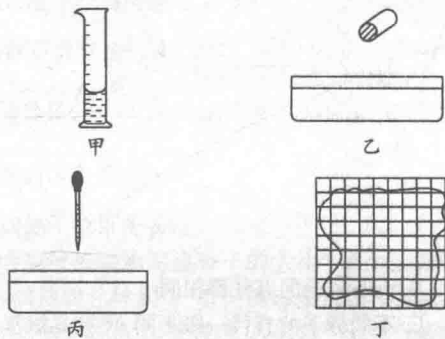


图 1-4

(2)如图 1-4 乙所示,在水平放置的浅盘倒入约 2cm 深的水,用纱网(或粉扑)将适量痱子粉轻轻撒在水面上.

(3)如图 1-4 丙所示,用滴管将一滴油酸酒精溶液轻轻滴入水面中央,待油膜形状稳定后,在浅盘上盖上塑料盖板,用彩笔描出油膜的边缘轮廓,如图 1-4 丁所示.

(4)将画有油酸薄膜轮廓的塑料盖板放在坐标纸上,算出油酸薄膜的面积  $S$ . 求面积时以坐标纸上边长为 1cm 的正方形为单位,计算轮廓内正方形的个数,不足半个的舍去,多于半个的算一个.

(5)根据老师配制的油酸酒精溶液的浓度,算出一滴溶液中纯油酸的体积  $V$ ,根据一滴油酸的体积  $V$  和薄膜的面积  $S$  即可算出油酸薄膜的厚度  $d = \frac{V}{S}$ ,即油酸分子的大小.

格数,  $a$  为小格的边长).

$$(4) \text{ 分子直径 } d = \frac{V}{S}.$$

#### ● 答疑解惑

问:(1)油酸酒精溶液滴入水中后,发现油膜的面积开始比较大,紧接着迅速变小,然后稳定下来,这是为什么?

答:油酸溶液中含有大量的酒精,油酸溶液滴入水中后,开始在水面形成的油膜的面积比单纯的油膜面积要大,随着酒精在水中的溶解和在空气中的挥发,最后显示出的油膜面积会缩小.这也可用实验来验证,换用体积比相差很大的不同的油酸溶液重复实验,可以发现油膜的这种收缩现象有明显的差别,当降低油酸溶液的浓度后,这种收缩现象会加强;增大油酸溶液的浓度后,这种收缩现象会减弱;如果用纯油酸,很难观察到这种收缩现象.

问:(2)实验的误差主要可能来源于哪些方面?

答:主要来自:(1)实验时油酸酒精溶液的实际浓度和理论值存在偏差.(2)实验时一滴油酸酒精溶液的实际体积和理论值间存在偏差.(3)实验时粉粒与油酸在水面上的实际情况和理想中的“均匀”、“单分子纯油酸层”间存在偏差.(4)实验时采用“互补法”(即不足半个格舍去,多于半个格的算一个格)计算获得的油酸膜面积与实际的油膜面积间存在偏差.

#### ● 友情提示

实验过程中的注意事项:

(1)油酸溶液配制后不要长时间放置,以免改变浓度产生实验误差.

(2)实验之前应练习好滴法.

(3)待测油酸面扩散后又收缩,要在稳定后再画轮廓,扩散后又收缩有两个原因:第一是水面受油酸滴冲击凹陷后恢复;第二是酒精挥发后液面收缩.

(4)当重做实验时,水从盘的一侧边缘倒出,在这侧面会残留油酸,可用少量酒精清洗,并用脱脂棉擦拭,再用清水冲洗,这样可保持盘的清洁.

○ 考题 7 (1)“用油膜法估测分子的大小”实验的简要步骤如下:

A. 将画有油膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上,数出轮廓内的方格数(不足半个的舍去,多于半个的算一个),再根据方格的边长求出油膜的面积  $S$ .

B. 将一滴酒精油酸溶液滴在水面上,待油酸薄膜的形状稳定后,将玻璃板放在浅盘上,用彩笔将薄膜的形状描画在玻璃板上.

C. 用浅盘装入约 2cm 深的水,然后将痱子粉或石膏粉均匀地撒在水面上.

D. 用公式  $d = \frac{V}{S}$ , 求出薄膜厚度,即油酸分子直径的大小.

E. 根据酒精油酸溶液的浓度,算出一滴溶液中纯油酸的体积  $V$ .

F. 用注射器或滴管将事先配制好的酒精油酸溶液一滴一滴地滴入量筒,记下量筒内增加一定体积时的滴数.

上述实验步骤的合理顺序是\_\_\_\_\_.

(2)在步骤 B 中滴入盛水浅盘中的油酸溶液所含的纯油酸的体积为  $4.0 \times 10^{-6}$  mL, 将浅盘平放在方格边长为 1cm 的坐标纸上,水面上散开的油膜轮廓如图 1-5 所示,该油膜面积约为 \_\_\_\_\_  $\text{cm}^2$ , 此油酸分子直径约为 \_\_\_\_\_ m.

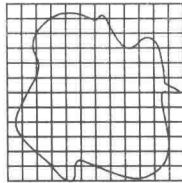


图 1-5

【解析】(1)由题意知,实验步骤的合理顺序为 CFBAED;

(2)数得方格数为 84 个,所以油膜面积  $S = 84 \times 1\text{cm}^2 = 84\text{cm}^2$ ,

$$\text{分子直径 } d = \frac{V}{S} = \frac{4 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{84 \times 10^{-4}} \text{m} \approx 4.8 \times 10^{-10} \text{m}.$$

【答案】(1)CFBAED. (2)84;  $4.8 \times 10^{-10}$ .

【变式 7-1】油酸酒精溶液的浓度为每 1000mL 油酸酒精溶液中有油酸 0.6mL,用滴管向量筒内滴 50 滴上述溶液,量筒中的溶液体积增加 1mL. 若把一滴这样的溶液滴入盛水的浅盘中,由于酒精溶于水,油酸在水面展开,稳定后形成单分子油膜的形状如图 1-6 所示.

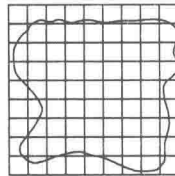


图 1-6

(1)若每一小方格的边长为 30mm, 则油酸薄膜的面积为 \_\_\_\_\_  $\text{m}^2$ ;

(2)每一滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积为 \_\_\_\_\_  $\text{m}^3$ ;

(3)根据上述数据,估算出油酸分子的直径为 \_\_\_\_\_ m.

(5)从盘的中央加痱子粉,使粉自动扩散至均匀,比在水面上撒粉的效果好.

(6)本实验只要求估算分子大小,实验结果数量级符合要求即可.

● 考点归纳

物体由大量分子组成	油膜法估测分子的大小	原理 方法
	分子大小的数量级: $10^{-10}$ m	
	阿伏加德罗常数	$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ 微观量的计算

题型优化测训

学业水平测试

1. [考点 1] 关于物体中的分子, 下列说法中正确的是( ).

- A. 质量相同的物体含有相同的分子数
- B. 体积相同的物体含有相同的分子数
- C. 摩尔数相同的物体含有相同的分子数
- D. 在标准状态下, 体积相同的不同气体含有相同的分子数

2. [考点 6] 油膜法粗略测定分子直径的实验基础是( ).

- A. 把油酸分子视为球形, 其直径即为油膜的厚度
- B. 让油酸在水面上充分散开, 形成单分子油膜
- C. 油酸分子的直径等于滴到水面上的油酸体积除以油膜的面积
- D. 油酸分子直径的数量级是  $10^{-15}$  m

3. [考点 1] 关于分子, 下列说法中正确的是( ).

- A. 分子看做小球是分子的简化模型, 实际上, 分子的形状并不真的都是小球

B. 所有分子的直径都相同

C. 不同分子的直径一般不同, 但数量级基本一致

D. 测定分子大小的方法有多种, 油膜法只是其中一种方法

4. [考点 3] 某物体的摩尔质量为  $M$ , 密度为  $\rho$ , 阿伏加德罗常数为  $N$ , 设想该物质分子是一个挨一个紧密排列的小球, 估算分子直径是( ).

- A.  $\sqrt[3]{\frac{6M}{N\pi\rho}}$
- B.  $\sqrt[3]{\frac{\rho\pi M}{6N}}$
- C.  $\sqrt[3]{\frac{6MN}{\pi\rho}}$
- D.  $\sqrt[3]{\frac{\pi M}{6\rho N}}$

5. [考点 2] 水的相对分子质量是 18, 水的密度  $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ , 阿伏加德罗常数  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ . 则: (1) 水的摩尔质量  $M =$  \_\_\_\_\_  $\text{kg/mol}$ ; (2) 水的摩尔体积  $V =$  \_\_\_\_\_  $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ; (3) 一个水分子的质量  $m =$  \_\_\_\_\_  $\text{kg}$ ; (4) 一个水分子的体积  $V' =$  \_\_\_\_\_  $\text{m}^3$ ; (5) 将水分子看作球体, 水分子的直径  $d =$  \_\_\_\_\_ m, 一般分子直径的数量级都是 \_\_\_\_\_ m.

6. [考点 5] 一滴露珠的体积是  $12 \times 10^{-4} \text{cm}^3$ , 如果放在开口容

器中,每分钟能跑出的分子数是  $6 \times 10^6$  个,需要 \_\_\_\_\_ min 跑完.

### 高考水平测试

- [考点 2] 已知铜的密度为  $8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , 相对原子质量为 64, 通过估算可知铜中的每个铜原子所占的体积为 ( ).  
A.  $7 \times 10^{-6} \text{ m}^3$                       B.  $1 \times 10^{-29} \text{ m}^3$   
C.  $1 \times 10^{-26} \text{ m}^3$                       D.  $8 \times 10^{-24} \text{ m}^3$
- [考点 2] (2006 · 江苏高考) 某气体的摩尔质量为  $M$ , 摩尔体积为  $V$ , 密度为  $\rho$ , 每个分子的质量和体积分别为  $m$  和  $V_0$ , 则阿伏加德罗常数  $N_A$  可表示为 ( ).  
A.  $N_A = \frac{V}{V_0}$                               B.  $N_A = \frac{\rho V}{m}$   
C.  $N_A = \frac{M}{m}$                               D.  $N_A = \frac{M}{\rho V_0}$
- [考点 5]  $N_A$  代表阿伏加德罗常数, 下列说法正确的是 ( ).  
A. 在同温同压时, 相同体积的任何气体单质所含的原子数目相同  
B. 2g 氢气所含原子数目为  $N_A$   
C. 在常温常压下, 11.2L 氮气所含的原子数目为  $N_A$   
D. 17g 氨气所含电子数目为  $10N_A$
- [考点 4] 下列物理量可以算出氧气的摩尔质量的是 ( ).  
A. 氧气的密度和阿伏加德罗常数  
B. 氧气分子的体积和阿伏加德罗常数  
C. 氧气分子的质量和阿伏加德罗常数  
D. 氧气分子的体积和氧气分子的质量
- [考点 2, 5] 阿伏加德罗常数是  $N_A$ , 铜的摩尔质量为  $M$ , 铜的密度为  $\rho$ , 则下列说法中正确的是 ( ).  
A.  $1 \text{ m}^3$  铜所含的原子数目是  $\frac{\rho N_A}{M}$   
B. 1 个铜原子的质量是  $\frac{M}{N_A}$   
C. 1 个铜原子占有的体积是  $\frac{M}{\rho N_A}$   
D. 1kg 铜所含有的原子数目是  $\rho N_A$
- [考点 6] 利用油膜法可粗略地测定分子的大小和阿伏加德罗常数. 若已知  $n$  滴油的总体积为  $V$ , 一滴油形成的油膜面积为  $S$ , 这种油的摩尔质量为  $\mu$ , 密度为  $\rho$ , 则每个油分子的直径  $d$  和阿伏加德罗常数  $N_A$  分别为 ( ).  
(球的体积公式  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ )

$$A. d = \frac{V}{nS}, N_A = \frac{\mu n}{\rho V}$$

$$B. d = \frac{V}{nS}, N_A = \frac{6\mu n^3 S^3}{\pi \rho V^3}$$

$$C. d = \frac{V}{S}, N_A = \frac{6\mu n^3 S^3}{\pi \rho V^3}$$

$$D. d = \frac{V}{S}, N_A = \frac{6\mu n^3 S^3}{\rho V^3}$$

- [考点 2]  $\alpha$  粒子与金原子核发生对心碰撞时, 能够接近金原子核中心的最小距离为  $2.0 \times 10^{-11} \text{ m}$ . 已知金原子的摩尔质量为  $0.197 \text{ kg/mol}$ , 阿伏加德罗常数为  $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , 则金原子核的平均密度约为 \_\_\_\_\_.
- [考点 5] (2008, 江苏高考) 设想将 1g 水均匀分布在地球表面上, 估算  $1 \text{ cm}^2$  的表面上有多少个水分子? (已知 1mol 水的质量为 18g, 地球的表面积约为  $5 \times 10^{14} \text{ m}^2$ , 结果保留一位有效数字)
- [考点 3, 5] 钻石是首饰和高强度的钻头、刻刀等工具中的主要材料, 设钻石的密度为  $\rho$  (单位为  $\text{kg/m}^3$ ), 摩尔质量为  $M$  (单位为  $\text{g/mol}$ ), 阿伏加德罗常数为  $N_A$ , 请写出  $a$  克拉钻石所含有的分子数和每个钻石分子直径的表达式. (1 克拉 = 0.2 克)
- [考点 5] 地球到月球的平均距离为 384400km, 如果将铁分子一个接一个地排列起来, 筑成从地球通往月球的“分子大道”, 试问, 这条“大道”需要多少个分子? 这些分子的总质量为多少? (设铁分子的直径为  $3.0 \times 10^{-10} \text{ m}$ , 铁的摩尔质量为  $5.60 \times 10^{-2} \text{ kg/mol}$ )



### 高考真题赏析

1. (2008, 上海单科) 体积为  $V$  的油滴, 落在平静的水面上, 扩展成面积为  $S$  的单分子油膜, 则该油滴的分子直径约为 \_\_\_\_\_. 已知阿伏加德罗常数为  $N_A$ , 油的摩尔质量为  $M$ , 则一个油分子的质量为 \_\_\_\_\_.

【解析】 该实验理论上将扩展的油膜看做单分子油膜, 即油滴的分子直径为油膜的厚度, 用油滴的体积与油膜表面积

的比值表示; 油的摩尔质量  $M$  等于 1mol 油分子的质量即  $N_A$  个油分子的质量, 得一个油分子的质量为  $\frac{M}{N_A}$ .

【答案】  $\frac{V}{S}; \frac{M}{N_A}$ .

2. (2008, 北京高考) 假如全世界 60 亿人同时数 1g 水的分子个数, 每人每小时可以数 5000 个, 不间断地数, 则完成任务

所需时间最接近(阿伏加德罗常数  $N_A$  取  $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ) ( ).

- A. 10 年                      B. 1 千年  
C. 10 万年                    D. 1 千万年

【解析】 1g 水所含水分子的个数为  $\frac{1}{18} \times 6 \times 10^{23}$ , 要数完

其中的水分子所需时间为  $t = \frac{\frac{1}{18} \times 6 \times 10^{23}}{60 \times 10^8 \times 5000 \times 24 \times 365} \text{ 年} = 1 \times 10^5 \text{ 年}$ , 故 C 项正确.

【答案】 C

3. (2001, 上海) 银的密度  $\rho = 10.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , 摩尔质量

$M = 107.83 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ , 阿伏加德罗常数  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , 假设银导线中银原子的最外层电子全部变成自由电子, 那么直径为 2mm 的银导线中, 每米中含有的自由电子数目的数量级为 \_\_\_\_\_.

【解析】 每立方米的银导线物质的量为  $\frac{10.5 \times 10^3 \times 1}{107.83 \times 10^{-3}} \text{ mol} \approx 1 \times 10^5 \text{ mol}$ , 银导线中原子的数目为  $n = 6.02 \times 10^{23} \times 10^5 \approx 6 \times 10^{28}$  个, 因为  $V = LS$ , 所以 1m 长直径为 2mm 的银导线中的原子数目  $n_1 = nV = n \cdot L \cdot S = \pi r^2 \cdot Ln = 3.14 \times (1 \times 10^{-3})^2 \times 1 \times 6 \times 10^{28} \text{ 个} \approx 1.9 \times 10^{23}$  个.

【答案】  $10^{23}$  个.

# 第2讲 分子的热运动

## 考点解读

## 学法导引

1. (★★)了解扩散现象是由分子的热运动产生的.
2. (★★★)知道什么是布朗运动,能理解布朗运动产生的原因.
3. (★★)知道什么是分子的热运动,知道分子的热运动与温度有关.

1. 对本节的学习关键是把握实质,扩散现象的实质是分子运动,布朗运动的实质是分子无规则运动碰撞小颗粒,小颗粒受力不平衡而运动.
2. 布朗运动虽不是分子运动,但肉眼同样观察不到,要借助显微镜,故凡是眼睛直接看到的一定不是布朗运动.

## 考点分类精讲

### 考点1 扩散现象

#### 核心总结

1. 定义:不同物质相接触时,物质分子可以彼此进入到对方的现象.
2. 特点:(1)物质处于固态、液态和气态时均能发生扩散现象,只是气态物质的扩散现象最显著;常温下处于固态的物质扩散现象不明显.  
(2)在两种物质一定的前提下,扩散现象发生的显著程度与物质的温度有关,温度越高,扩散现象越显著.这表明温度越高,分子运动得越剧烈.  
(3)扩散现象发生的显著程度还受到“已进入对方”的分子浓度的限制,当进入对方的分子浓度较低时,扩散现象较为显著;当进入对方的分子浓度较高时,扩散现象就发生得较缓慢.扩散现象具有方向性.  
(4)扩散现象物质不受外界影响;也不是化学反应的结果,扩散现象的本质是物质分子无规则运动的直观体现.
3. 意义:从微观机理上看,扩散现象说明了物质分子都在永不停息地做无规则运动,是分子永不停息地做无规则运动的直接证据.
4. 应用:在真空、高温条件下,在半导体材料中掺入一些其他元素,制造各种电子元件.

○**考题1** 下列四种现象中,属于扩散现象的有( ).

- A. 雨后的天空中悬浮着很多的小水滴
- B. 海绵吸水
- C. 在一杯热水中放几粒盐,整杯水很快就会变咸
- D. 把一块煤贴在白墙上,几年后铲下煤,发现墙中有煤

**【解析】** 扩散现象是指不同物质互相进入到对方的现象,它是分子无规则运动引起的.天空中的小水滴不是分子,小水滴是由大量水分子组成的,这里小水滴悬浮于空气中并非分子运动所为,故A项错误;同样海绵吸水也不是分子运动的结果,海绵吸水是一种毛细现象,故B项错误;而整杯水变咸是盐分子扩散到水分子之间所致,墙中有煤也是煤分子扩散的结果,故C、D项正确.

**【答案】** C、D

**【变式1】** “花气袭人知骤暖,鹊声穿树喜新晴.”这是南宋诗人陆游《村居

#### 难点突破

要解决好有关扩散现象的问题关键是理解扩散现象是由于分子无规则运动而产生的,掌握影响扩散现象显著程度的因素.

#### 方法视窗

对日常生活中的某些现象判断是否是扩散现象的方法:抓住扩散现象的概念,扩散是分子彼此进入到对方的现象.

#### 答疑解惑

**问:**在房间的一角打开一瓶香水,如果没有空气对流,在房间另一角的人并不能马上闻到香味,这是由气体分子运动速率不大造成的.这种说法对吗?为什么?

**答:**这种说法是错误的,气体分子运动的速率实际上是比较大的.过一会儿才闻到香味的原因是:虽然气体分子运动的速率比较大,但由于分子运动是无规则的,且与空气分子不断碰撞,因此要闻到足够多的香水分子必须经过一段时间.

扩散现象在生活中是时刻存在的,但大量分子扩散到另一个位置需要一定的时间,并且人要闻到香味必须受到一定量的香水分子的刺激作用才行.



书喜》中的两句诗。诗人描写春晴天暖，鸟语花香的山村美景。而这两句诗也蕴含着物理学中的热学与声学知识。对于前一句，我们可以理解为花朵分泌出的芳香分子运动的速率加快，骤暖说明当时环境温度突然\_\_\_\_\_，这属于\_\_\_\_\_现象。

## 考点 2 布朗运动

### 核 心 总 结

1. 定义：悬浮在液体中的固体微粒不停地做无规则运动，称为布朗运动。

2. 产生原因：当微粒足够小时，受到来自各个方向的液体分子或气体分子的撞击作用是不平衡的，某一瞬间，微粒在某个方向受到的撞击作用强，致使微粒向某个方向运动；在另一个瞬间，微粒在另一方向受到的撞击作用强，致使微粒又向另一方向运动。由于分子对微粒的频繁撞击，就引起了微粒的无规则运动，如图 2-1 所示。布朗运动的无规则性，间接反映了液体（或气体）内部分子运动的无规则性。



图 2-1

于分子对微粒的频繁撞击，就引起了微粒的无规则运动，如图 2-1 所示。布朗运动的无规则性，间接反映了液体（或气体）内部分子运动的无规则性。

3. 影响布朗运动的因素：

(1) 悬浮的微粒越小，撞击作用的不平衡性就越明显，布朗运动就越明显。

(2) 温度越高，布朗运动越显著。

4. 布朗运动的特点：

(1) 布朗运动的观察对象是悬浮在液体中的微小固体颗粒，它非常微小，要用显微镜才能观察到，但它仍是由大量分子组成的宏观物体。

(2) 固体颗粒越小，布朗运动越显著。

(3) 温度越高，布朗运动越剧烈。

● 考题 2 关于悬浮在液体中的固体微粒的布朗运动，下列说法中正确的是（ ）。

- A. 小颗粒的无规则运动就是分子的运动
- B. 小颗粒的无规则运动是固体颗粒分子无规则运动的反映
- C. 小颗粒的无规则运动是液体分子无规则运动的反映
- D. 因为布朗运动的剧烈程度跟温度有关，所以布朗运动也可以叫做热运动

【解析】 悬浮在液体中的固体颗粒虽然很小，需要用显微镜来观察，但它并不是固体分子，而是千万个固体分子组成的分子团体，布朗运动是这千万个分子团体的一致行动，不能看做是分子的运动。

产生布朗运动的原因是固体微粒受到周围液体分子的撞击，由于液体分子运动的无规则性，固体微粒受到撞击力的合力也是无规则的，因此，固体微粒的运动也是无规则的。组成微粒的固体分子既有各自特有的无规则运动，又有我们通过显微镜看到的分子团体的布朗运动。可见，小颗粒的无规则运动不能证明固体微粒分子做无规则运动，而只能说明液体分子在做无规则运动。

热运动是指分子的无规则运动，由于布朗运动不是分子的运动，所以不能说布朗运动是热运动。

【答案】 C

【变式 2-1】 下面所列举的现象，能说明分子是不断运动着的是（ ）。

- A. 将香水瓶盖打开后能闻到香味
- B. 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

### ● 难点突破

1. 布朗运动是固体微粒的无规则运动，不是液体分子的无规则运动，也不是固体分子的无规则运动，而是反映了液体分子的无规则运动。

2. 固体微粒的运动是极不规则的，每隔一定时间微粒位置的连线不是固体微粒的运动轨迹。

3. 任何固体微粒悬浮在液体内，在任何温度下都会做布朗运动，但剧烈程度与颗粒大小以及温度有关。

### ● 方法视窗

理解好布朗运动的本质就能知道小颗粒的无规则运动是反映什么的，布朗运动的无规则反映了液体分子运动的无规则，要能从表象知其本质。

### ● 防错档案

1. 布朗微粒

三个相同概念：“小颗粒” $\longleftrightarrow$ “微粒” $\longleftrightarrow$ “布朗微粒”（小，小到肉眼看不见，在显微镜下能看到），凡是能用肉眼直接看到的粒子所做的运动，都不能称为布朗运动。布朗微粒的大小约为  $10^{-6}$  m，分子直径约  $10^{-10}$  m，即 1 埃（Å），说明布朗微粒中包含大量的分子（约  $10^{21}$  个分子）。

2. 布朗运动的主体是布朗微粒，不是分子。布朗微粒虽小，但它又比分子大许多倍，在显微镜（普通显微镜）下是观察不到分子的，所以布朗运动不是分子运动，但却是分子运动的间接反映。

3. 大风天看到的风沙、尘土都是较大的颗粒，它们的运动不能称为布朗运动，另外它们的运动基本上属于在气流作用下的定向移动，而布朗运动是无规则运动。