

天骄之路中学系列



特级教师经典奉献高中高考用书

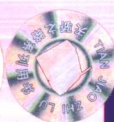
# 步步为赢

## • 物理 •

# Physics

赵海莹（特级教师）主编  
全国中学课程改革研究组 审定

热光原



机械工业出版社  
China Machine Press

TIANJIAOZHILU  
WWW.TJZL.COM

天骄之路中学系列

# 步步为赢

## 物理

热光原

赵海莹 主编  
全国中学课程改革研究组 审定



机械工业出版社

为正确引导广大师生进行高中各科课外学习或高考总复习,我们组织了北京市、湖北省、广东省、江苏省部分知名特高级教师和大学教授编写了本专题类丛书,作者是长期从事命题、阅卷工作,并多年工作在高考指导第一线,具有丰富的教学及应试经验,在高考引考信息上有敏锐的反应能力和独特的表述能力,其中不少是本省(市)学科带头人。本书严格按照国家教育部考试中心最新颁布的各科《考试说明》编写,不脱离教材,又高于教材,并融合了高考最新动态,内容丰富,覆盖面广,对学生备考有很大帮助。

“天骄之路”已在国家商标局注册(注册号:1600115),任何仿冒或盗用均属非法。

因编写质量优秀,读者好评如潮,“天骄之路”已独家获得国内最大的门户网站——新浪网([www.sina.com](http://www.sina.com))在其教育频道中以电子版形式刊载;并与《中国教育报》、中国教育电视台合作开办教育、招生、考试栏目。

本书封面均贴有“天骄之路系列用书”激光防伪标志,内文采用浅绿色防伪纸印刷,凡无上述特征者为非法出版物。盗版书刊因错漏百出、印制粗糙,对读者会造成身心侵害和知识上的误解,希望广大读者不要购买。盗版举报电话:(010)82684321。

欢迎访问全国最大的中高考专业网站:“天骄之路教育网”(<http://www.tjzl.com>),以获取更多信息支持。

版权所有 翻印必究

#### 图书在版编目(CIP)数据

步步为赢.物理.热光原/赵海莹主编.—北京:机械工业出版社,2003.8  
(天骄之路中学系列)  
ISBN 7-111-01302-6

I. 步… II. 赵… 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 065103 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
责任编辑:王春雨 版式设计:沈玉莲  
封面设计:雷海伟 责任印制:何全君  
中国农业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷  
880mm×1230mm 1/32·10.125 印张·405 千字  
定价:11.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
本社购书热线电话 (010)82685050、68326294  
封面无防伪标均为盗版

# 编写说明

为使学生通过精辟讲解、适量练习及模拟测试,系统学习、复习、巩固、理解、消化、掌握所学的知识,提高学生分析问题、解决问题的综合运用能力以及高考应试能力,我们编写了本丛书。本丛书以各科专题形式出版,根据国家教育部考试中心最新颁布的各科《考试说明》中有关要求而编写的,具有较强的知识性、科学性、针对性和实用性。

其中物理科包括4本,即《力学》、《热光原》、《电学》、《实验与应用》,几乎涉及高考中所有独立的、占比较高的重点知识及题型。我们在编写过程中,以“基本步”为夯实基础的起点,以“提高步”为培养能力的终点,循序渐进,步步为“赢”。本丛书尽可能体现高考之最新信息,选材新,体例亦新;尽可能以精短文字破解各类试题之策略,使学生易于明白解题思路,掌握应试规律,得突破难点之要领;题型设计尽可能新颖,注重情境和背景创设,以达到提高综合运用能力的目的。

每本书题后均配有参考答案与解析,对有难度的题给予详尽的点拨与分析,使学生使用本丛书时能豁然开朗,触类旁通,扩大知识面。

建议学生在购买本丛书时,可视实际需要任择其一、其二或更多,以弥补自己之不足。通过此书要重点掌握规律与技巧,习得各方面知识的精华,以收举一反三之效。本丛书不仅可供高三学生复习备考之用,更适合于高一、高二学生平时夯实基础、强化练兵之用。

需要说明的是,为照顾广大考生的实际购买能力,使他们能在相同价位、相同篇幅内汲取到比其它书籍更多的营养,本书采用了小五号字和紧缩式排版,如有阅读上的不便,请谅解。

虽然我们在编写过程中,本着对考生认真负责的态度,章章推敲、节节细审、题题把关,力求能够帮助考生提高应试能力及解题技巧、方法,但书中也难免有疏忽和纰漏之处,恳请广大读者和有关专家不吝指正,读者对本书如有意见、建议和要求,请来信寄至:(100080)北京市海淀区中国人民大学北路大行基业大厦13层 天骄之路丛书编委会收。电话:(010)82685050,82685353,或点击“天骄之路教育网”(http://www.tjzl.com),在留言板上留言,也可发电子邮件。相信您一定会得到满意的答复。

本丛书在编写过程中,得到了各参编学校及国家优秀出版社机械工业出版社有关领导的大力支持,丛书的统稿及审校工作得到了北京大学、清华大学有关专家教授的协助和热情支持,在此一并谨致谢忱。

编者

2003年8月于北京大学燕园

# 目 录

第一步 基本步 .....	(1)
<b>第一讲 分子热运动 能量守恒</b> .....	(1)
第一节 物体是由大量分子组成的 .....	(1)
第二节 分子的热运动 .....	(4)
第三节 分子间的相互作用力 .....	(8)
第四节 物体的内能 .....	(11)
第五节 改变内能的两种方式 .....	(15)
第六节 热力学第一定律 能量守恒定律 .....	(18)
第七节 热力学第二定律 .....	(22)
第八节 能源、环境 .....	(22)
<b>第二讲 气体</b> .....	(27)
第一节 气体的状态参量 .....	(27)
第二节 气体实验定律 .....	(33)
第三节 理想气体状态方程(1) .....	(42)
第四节 理想气体状态方程(2) .....	(49)
第五节 气体分子动理论 .....	(53)
<b>第三讲 光的传播</b> .....	(57)
第一节 光的直线传播 .....	(57)
第二节 光的折射 .....	(61)
第三节 全反射 .....	(66)
第四节 光的色散 .....	(71)
<b>第四讲 光的波动性</b> .....	(77)
第一节 光的干涉 .....	(77)
第二节 光的衍射 .....	(81)
第三节 光的电磁说 .....	(84)
第四节 光的偏振 .....	(87)
第五节 激光 .....	(87)
<b>第五讲 量子论初步</b> .....	(91)
第一节 光电效应 光子 .....	(91)
第二节 光的波粒二象性 .....	(97)

注：每节均包含(重点难点精析)、(解题方法指导)、(同步基础训练)、(思维拓展训练)四个板块。

第三节	能级	(101)
第四节	物质波	(106)
第五节	不确定关系	(106)
<b>第六讲</b>	<b>原子核</b>	(109)
第一节	原子的核式结构 原子核	(109)
第二节	天然放射现象 衰变	(114)
第三节	探测射线的方法	(120)
第四节	放射性的应用与防护	(120)
第五节	核反应 核能	(123)
第六节	裂变	(127)
第七节	轻核的聚变	(131)
第八节	粒子物理简介	(131)
<b>第二步</b>	<b>提高步</b>	(136)
<b>第一讲</b>	<b>分子热运动 能量守恒</b>	(136)
〔	高考热点题型〕	(136)
〔	释疑防错诀窍〕	(138)
〔	综合能力培养〕	(139)
〔	综合攻关训练〕	(141)
<b>第二讲</b>	<b>气体</b>	(144)
〔	高考热点题型〕	(144)
〔	释疑防错诀窍〕	(148)
〔	综合能力培养〕	(153)
〔	综合攻关训练〕	(157)
<b>第三讲</b>	<b>光的传播</b>	(163)
〔	高考热点题型〕	(163)
〔	释疑防错诀窍〕	(165)
〔	综合能力培养〕	(166)
〔	综合攻关训练〕	(170)
<b>第四讲</b>	<b>光的波动性</b>	(174)
〔	高考热点题型〕	(174)
〔	释疑防错诀窍〕	(177)
〔	综合能力培养〕	(178)
〔	综合攻关训练〕	(181)
<b>第五讲</b>	<b>量子论初步</b>	(186)
〔	高考热点题型〕	(186)
〔	释疑防错诀窍〕	(188)

〔综合能力培养〕 .....	(192)
〔综合攻关训练〕 .....	(198)
<b>第六讲 原子核</b> .....	(201)
〔高考热点题型〕 .....	(201)
〔释疑防错诀窍〕 .....	(204)
〔综合能力培养〕 .....	(206)
〔综合攻关训练〕 .....	(212)
<b>参考答案提示</b> .....	(218)



# 第一步 基本步

## 第一讲 分子热运动 能量守恒

### 第一节 物体是由大量分子组成的



#### 重点难点解析

#### 1. 分子模型

在计算分子大小时作为一个近似的物理模型,可把分子看成是一个弹性小球,因此在油膜法中,认为油膜的厚度等于分子的直径,且油分子是一个个紧密排列的。

(1)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。

(2)单分子油膜法测分子的直径  $d = \frac{V}{S}$ 。

上式中  $V$  是油滴的体积,  $S$  是油膜的面积。

#### 2. 阿伏加德罗常数

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ 个/mol}$$

阿伏加德罗常数是联系微观世界与宏观世界的桥梁。在此所指的微观量是一个分子的体积  $V$ 、直径  $d$ 、质量  $m$  等;宏观量是物体的体积  $V$ 、摩尔体积  $V_{\text{mol}}$ 、物质的质量  $m$ 、摩尔质量  $M_{\text{mol}}$ 、物质的密度  $\rho$ 、物质所含分子数  $n$  等。

用阿伏加德罗常数可以做以下计算:

(1)计算分子质量  $m = \frac{M_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{\rho V_{\text{mol}}}{N_A}$ 。

(2)计算分子体积  $V = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho N_A}$ 。

(3)计算物质所含的分子数  $n = \frac{m}{M_{\text{mol}}} N_A = \frac{V}{V_{\text{mol}}} N_A = \frac{\rho V}{M_{\text{mol}}} N_A = \frac{m}{\rho V_{\text{mol}}} N_A$ 。



#### 解题方法指导

【例1】只要知道下列哪一组物理量,就可以估计出气体中分子间的平均距离( )

- A. 阿伏加德罗常数,该气体的摩尔质量和质量
- B. 阿伏加德罗常数,该气体的摩尔质量和密度
- C. 阿伏加德罗常数,该气体的质量和体积





D. 该气体的密度、体积和摩尔质量

**精析** 本题考查的是有关阿伏加德罗常数的计算问题, 因为摩尔体积  $V_{\text{mol}} = \frac{\text{摩尔质量}}{\text{密度}}$ , 所以一个分子所占据的空间的体积  $V = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A}$

$\therefore$  分子间的平均距离  $d = \sqrt[3]{V}$ , 选 B 项。

**答案** B

**【例 2】** 把一滴体积为  $2 \times 10^{-3} \text{cm}^3$  的油滴在水面上, 形成单分子油膜, 如果油膜在水面上散开的面积为  $6 \text{m}^2$ , 由此可估算出分子直径为\_\_\_\_\_。

**精析** 在用油膜法估算分子直径时, 要建立一个近似模型, 认为油膜分子一个个排列而成, 油膜厚度等于分子直径。

$$\therefore d = \frac{V}{S} = \frac{2 \times 10^{-3} \times 10^{-6}}{6} \text{m} = 3.3 \times 10^{-10} \text{m}$$

$\therefore$  分子直径  $d' = d = 3.3 \times 10^{-10} \text{m}$

**答案**  $3.3 \times 10^{-10} \text{m}$

**【例 3】** 已知金刚石的密度是  $3.5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ , 在一块体积是  $6.4 \times 10^{-8} \text{m}^3$  的金刚石内含有多少个碳原子? 一个碳原子的直径大约是多少? (碳的摩尔质量  $M_{\text{mol}} = 12 \times 10^{-3} \text{kg/mol}$ )

**精析** (1) 金刚石的质量

$$m = \rho V = 3.5 \times 10^3 \times 6.4 \times 10^{-8} \text{kg} = 2.24 \times 10^{-4} \text{kg}$$

设碳原子数为  $n$ , 则

$$n = \frac{m}{M_{\text{mol}}} N_A = \frac{2.24 \times 10^{-4}}{12 \times 10^{-3}} \times 6.02 \times 10^{23} \text{个} = 1.1 \times 10^{22} \text{个}$$

(2) 把碳原子看做是球体模型, 则一个碳原子的体积为

$$V = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho N_A}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi \left( \frac{d}{2} \right)^3 = \frac{1}{6} \pi d^3$$

联解方程组, 得

$$d = \sqrt[3]{\frac{6M_{\text{mol}}}{\rho N_A \pi}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 12 \times 10^{-3}}{3.5 \times 10^3 \times 6.02 \times 10^{23} \times 3.14}} \text{m} = 2.2 \times 10^{-10} \text{m}$$

**说明** 在有关计算中, 一定要理解阿伏加德罗常数的意义, 才能得心应手地应用。



### 同步基础训练

1. 从下列哪一组数据可以算出阿伏加德罗常数( )

A. 水的密度和水的摩尔质量



- B. 水的摩尔质量和水分子的体积  
 C. 水分子的体积和水分子的质量  
 D. 水分子的质量和水的摩尔质量
2. 阿伏加德罗常数是  $N_A$ , 铜的摩尔质量是  $M$ , 铜的密度是  $\rho$ , 则下列判断正确的是( )
- A.  $1\text{m}^3$  的铜中含有原子数目是  $\frac{\rho N_A}{M}$   
 B.  $1\text{kg}$  铜含有原子数目是  $\rho N_A$   
 C. 1 个铜原子质量是  $\frac{M}{\rho N_A}$   
 D. 1 个铜原子占有的体积是  $\frac{MN_A}{\rho}$
3.  $0.5\text{mol}$  氢气中含有( )
- A. 0.5 个氢分子  
 B. 1 个氢分子  
 C.  $3.01 \times 10^{23}$  个氢分子  
 D.  $3.01 \times 10^{12}$  个氢分子
4. 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  $1\text{cm}^3$  溶液有 50 滴, 现取 1 滴油酸溶液滴到水面上, 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  $0.2\text{m}^2$ , 由此可估测出油酸分子的直径为 \_\_\_\_\_  $\text{m}$ 。
5. 已知汞的摩尔质量为  $200.5 \times 10^{-3}\text{kg/mol}$ , 密度为  $13.6 \times 10^3\text{kg/m}^3$ , 则一个汞原子的体积是多少? 体积为  $1\text{cm}^3$  的汞中有多少个汞原子?
6. 氢气的摩尔质量  $2 \times 10^{-3}\text{kg/mol}$ , 标准状况下  $1\text{g}$  氢气所占体积  $11.2\text{L}$ , 求:
- (1) 每个氢气分子质量。  
 (2) 标准状况下氢气的摩尔体积。  
 (3) 标准状况下氢气分子的平均间距。



## 思维拓展训练

1. 用  $M_0$  表示液体或固体的摩尔质量,  $m$  表示分子质量,  $\rho$  表示物质密度,  $V_0$  表示摩尔体积,  $V$  表示分子体积,  $N_A$  表示阿伏加德罗常数, 那么反映这些物理量之间关系的下列式子中正确的有( )
- A.  $N_A = \frac{V}{V_0}$   
 B.  $N_A = \frac{V_0}{V}$   
 C.  $V_0 = \frac{M_0}{\rho}$   
 D.  $m = \frac{M_0}{N_A}$
2. 食盐的摩尔质量为  $58.46\text{g/mol}$ , 则每克食盐的分子数为 \_\_\_\_\_ 个。
3. 一滴露珠的体积是  $9 \times 10^{-4}\text{cm}^3$ , 如果放在开口容器中, 每分钟能跑出分子数是  $7.5 \times 10^{18}$  个, 需要 \_\_\_\_\_  $\text{min}$  跑完。



4. 如果人做一次深呼吸,约吸进  $400\text{cm}^3$  的空气,估算一下作一次深呼吸,能吸进的空气的分子数为\_\_\_\_\_个(取1位有效数字)。
5. 某种化学物质聚乙烯的摩尔质量是  $M = 25000\text{g/mol}$ ,聚乙烯的密度是  $\rho = 0.95 \times 10^3\text{kg/m}^3$ ,求:
- (1)一个聚乙烯分子的质量  $m$ 。
  - (2)1g 聚乙烯含有多少个聚乙烯分子。
  - (3) $1\text{cm}^3$  聚乙烯含有多少个聚乙烯分子。
6. 已知氯化铯的摩尔质量为  $168\text{g/mol}$ ,其分子结构如图 1-1-1 所示,氯原子(白点)位于立方体中心,铯原子(黑点)位于立方体八个顶角上,这样的立方体紧密排列成氯化铯晶体,已知两个氯原子的最近距离为  $4 \times 10^{-10}\text{m}$ ,则氯化铯的密度为多少?

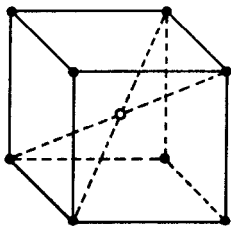


图 1-1-1

## 第二节 分子的热运动



### 重点难点解析

#### 1. 布朗运动

悬浮在液体中的固体微粒不停地无规则运动,称为布朗运动。

(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,但从布朗运动证实了周围液体分子的无规则运动。

悬浮在气体中的固体微粒也会做布朗运动。

(2)布朗运动是大量液体分子对固体微粒撞击的集体行为的结果,个别分子对固体微粒的碰撞不会产生布朗运动。

布朗运动的激烈程度与固体微粒的大小、液体的温度等有关。固体微粒越小(几何尺寸小、质量小),液体分子对它各部分碰撞的不均匀性越明显,质量越小,它的惯性越小,越容易改变运动状态,所以运动越激烈。液体的温度越高,固体微粒周围的液体分子运动越不规则,对微粒碰撞的不均匀性更甚,布朗运动越激烈。

#### 2. 热运动及其特点



分子的无规则运动,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秒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。

在任一时刻,物体内既具有速率大的分子,也具有速率小的分子,由于分子之间的相互碰撞,使速率很大和速率很小的分子的个数所占的比例相对说较少,大多数分子的速率和某一平均速率相差很小,通常所说的分子运动的速率,均指它们的平均速率而言。

3. 本节难点是布朗运动,突破难点必须明确布朗运动与热运动的关系

小颗粒的布朗运动与分子的热运动都是永不停息的无规则运动,又都与温度有关,所以易混淆,它们的关系是:

(1) 实验中直接观察到的是小颗粒的布朗运动,水分子的热运动是观察不到的。

(2) 小颗粒的布朗运动证明了水分子的热运动,即前者是后者的宏观表现,水分子的热运动是小颗粒的布朗运动的微观解释。

(3) 需注意的是,小颗粒的分子也在做热运动,但实验证明的仅是水分子的热运动。



### 解题方法指导

【例1】 下列关于布朗运动的叙述,正确的有( )

- A. 悬浮小颗粒的运动是杂乱无章的
- B. 液体的温度越低,悬浮小颗粒的运动越缓慢,当液体的温度降到零摄氏度时,固体小颗粒的运动就会停止
- C. 被冻结的冰块中的小碳粒不能做布朗运动,是因为冰中的水分子不运动
- D. 做布朗运动的固体颗粒越小,布朗运动越明显

**精析** 显然A项是对的,布朗运动的特征之一就是无规则的运动。布朗运动只能发生在液体或气体中,在固体中不能发生,但并不是因为固体分子不运动,布朗运动的剧烈程度与温度有关,当温度越低时,布朗运动越不明显,但不会停止,所以B、C两项均错。

布朗运动明显程度还受颗粒大小的影响。在一定温度下,悬浮颗粒越小,它的表面积越小,在某一瞬间跟它相撞的液体分子数越少,颗粒受到来自各方向的分子冲击力越不平衡;另外,颗粒越小,质量越小,惯性就越小,越容易改变状态,所以颗粒越小,布朗运动越明显,D项恰好考核这一点,D项正确。

**答案** A、D

【例2】 关于扩散运动,下列说法正确的有( )



- A. 气体和液体能发生扩散现象, 固体不能
- B. 固体、液体和气体都能发生扩散现象
- C. 物体的温度越高, 扩散进行得越快
- D. 扩散现象说明分子在不停地做无规则运动

**精析** 相互接触的物质, 彼此进入对方的现象称为扩散现象, 是分子运动的结果, 是由于两种物质的分子的无规则运动, 彼此进入对方的分子空隙当中, 各种物质状态中的分子都在不停地做无规则运动, 都能发生扩散现象; 由于物体的温度越高, 分子运动越激烈, 所以扩散进行得越快, 故 B、C、D 项正确。

**答案** B、C、D



### 同步基础训练

1. 在下列给出的四种现象中, 属于扩散现象的有( )
  - 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
2. 在较暗的房间里, 从射进来的阳光中, 可以看到悬浮在空气中的微粒在不停地运动, 这些微粒的运动( )
  - 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
3. 关于布朗运动, 下列说法中正确的是( )
  - A. 布朗运动指的是液体分子的无规则运动
  - B. 布朗运动指的是固体颗粒分子的无规则运动
  - C. 布朗运动说明液体分子在永不停息的做无规则运动
  - D. 布朗运动只能在液体中发生
4. 花粉在水中做布朗运动的现象说明( )
  - A. 花粉的分子在做激烈的热运动
  - B. 水分子在做激烈的热运动
  - C. 水分子之间是有空隙的
  - D. 水分子之间有分子作用力
5. 把几滴红墨水滴入一瓶清水中, 过一段时间, 清水都变红了, 产生这一现象的主要原因是( )
  - A. 由红墨水本身重力作用引起的
  - B. 分子之间有空隙, 并不断做无规则热运动引起的

- C. 清水和红墨水发生化学反应引起的  
 D. 红墨水分子和清水分子之间存在引力而产生的
6. 关于布朗运动,下列说法正确的是( )
- A. 在较暗的房间里可以观察到射入屋内的阳光中有悬浮在空气里的小颗粒在飞舞,它们所做的运动是布朗运动  
 B. 温度越高,布朗运动越剧烈  
 C. 悬浮微粒越大,在相同时间内撞击它的分子数越多,布朗运动越剧烈  
 D. 悬浮微粒越大,来自各方向上的分子撞击越易趋向平衡,布朗运动越不明显



### 思维拓展训练

1. 下面所列举的现象,哪些能说明分子在不断地运动着( )
- 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
2. 在以下的实验中,能够证实分子是在作永不停息的无规则运动的实验是( )
- A. 布朗运动实验  
 B. 油膜实验  
 C. 酒精与水混合后总体积减少的实验  
 D. 离子显微镜对分子的观察实验
3. 下面给出了关于布朗运动和液体分子运动的关系的四种说法中,正确的是( )
- A. 布朗运动是由外部原因引起的液体分子的运动  
 B. 布朗运动是无规则的,说明液体分子的运动是无规则的  
 C. 液体的温度越高,布朗运动越激烈,说明液体的温度越高,液体分子的运动越激烈  
 D. 布朗运动的剧烈程度与温度有关,所以布朗运动也叫分子热运动
4. 在观察布朗运动时,从微粒在  $a$  点开始计时,每隔 30s 记下微粒的一个位置,得到  $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $g$  等点,然后用直线依次连接,如图 1-1-2 所示,则微粒在 75s 末时的位置( )
- A. 一定在  $c$ 、 $d$  的中点  
 B. 可能在  $c$ 、 $d$  的连线上,但不一定在  $cd$  的中点  
 C. 一定不在  $c$ 、 $d$  连线的中点  
 D. 可能在  $c$ 、 $d$  连线以外的某点

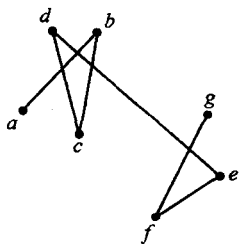


图 1-1-2

5. 一物体获得一定的初速度沿粗糙水平面运动直到停下,在这一过程中,物体内分子无规则热运动情况是\_\_\_\_\_。(填“加快”、“减慢”、“不变”)

### 第三节 分子间的相互作用力



#### 重点难点辨析

##### 1. 分子间的相互作用力

在任何情况下,分子间总是同时存在着引力和斥力,而实际表现出来的分子力,则是分子引力和斥力的合力。

分子间的引力和斥力都随距离而变化,但变化情况不同,如图 1-1-3 所示,虚线分别表示引力和斥力随距离的变化,实线表示它们的合力  $F$  随分子间距离  $r$  的变化,由图可知:

当  $r = r_0$  时,  $F_{引} = F_{斥}$ ,  $F = 0$ ;

当  $r < r_0$  时,  $F_{引}$  和  $F_{斥}$  都随距离的减小而增大,但  $F_{斥}$  增大得更快,分子力表现为斥力;

当  $r > r_0$  时,  $F_{引}$  和  $F_{斥}$  都随距离的增大而减小,但  $F_{斥}$  减小得更快,分子力表现为引力。

当  $r > 10r_0$  ( $10^{-9}\text{m}$ ) 时,  $F_{引}$  和  $F_{斥}$  都已十分微弱,可认为分子间无相互作用力 ( $F = 0$ )。

##### 2. $r_0$ 的意义

当分子间距  $r = r_0$  时,分子力等于零,所以,相当于距离  $r_0$  的位置叫做平衡位置。注意:

- (1) 分子间距为  $r_0$  时,并不是分子间无引力和斥力。
- (2) 分子处于间距  $r_0$  的位置时,并不是静止不动。

##### 3. 分子力做功正负的判断

可画出分子受的力,要注意判断清楚是引力还是斥力,然后依分子间距离的

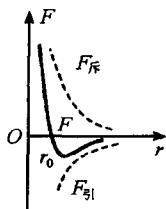


图 1-1-3

变化画出位移方向,最后由力的方向与位移方向间关系决定功的正负,若同向,做正功;若反向,做负功。



### 解题方法指导

**【例1】** 有两个分子,设想它们之间相隔  $10r_0$  以上距离,逐渐被压缩到不能再靠近的距离,在这个过程中,下面说法正确的是( )

- A. 分子间的斥力变大,引力变小
- B. 分子间的斥力变小,引力变大
- C. 分子间的斥力和引力都变大,只不过斥力比引力变大的快
- D. 分子力从近似为零逐渐变大到某一数值后,逐渐减小到零,然后又从零逐渐增大到某一值

**精析** 前三项只需熟记分子间相互作用的特征、规律、一一对照,便可判别,而D项一般学生忽略这一特点。 $r=r_0$ 时, $F=0$ , $r<r_0$ , $F$ 为斥力,而 $r>r_0$ , $F$ 为引力,且当 $r>10r_0$ 时, $F\rightarrow 0$ 。由此不难看出,在分子力表现为引力区间,随 $r$ 增大, $F$ 由零必先变大再变小到零,这个特点在分子间相互作用力的曲线上直观地反映出来。

**答案** C、D

**【例2】** 有两个分子A和B,设A固定不动,而B逐渐向A靠近,直到不能再靠近的整个过程中,下列说法中正确的是( )

- A. 分子力总是对B做正功
- B. B总是克服分子力做功
- C. 开始B克服分子力做功,后来分子力对B做正功
- D. 开始分子力对B做正功,后来B克服分子力做功

**精析** 分析整个过程中的位移和分子力的关系可知:当 $r$ 大于 $r_0$ 时,分子力表现为引力,由于B逐渐向A靠近,则位移方向与分子力方向相同,分子力做正功;当 $r$ 小于 $r_0$ 时,分子力表现为斥力,位移方向与分子力方向相反,分子力做负功,即B克服分子力做功。

**答案** D



### 同步基础训练

1. 当物体受拉伸时,下列说法正确的是( )
  - A. 分子间引力和斥力都增加
  - B. 分子间的引力和斥力都减小
  - C. 分子间的斥力比引力减小得快
  - D. 分子间的引力比斥力增加得快





2. 液体和固体通常很难被压缩,其原因是( )
- A. 压缩时分子斥力大于引力
  - B. 分子已占据了整个空间,分子没有空隙
  - C. 分子间的空隙太小,分子间只有斥力
  - D. 分子都被固定在平衡位置不动
3. 两块接触面洁净的铅块压紧后悬挂起来,下面的铅块不下落,这说明在两铅块的接触处( )
- A. 分子间无空隙地粘在一起
  - B. 分子间只有引力没有斥力
  - C. 分子间引力大于斥力
  - D. 分子间的分子力大于下面铅块的重力
4. 分子间的相互作用力既有引力  $f_{引}$ ,又有斥力  $f_{斥}$ ,下面说法正确的是( )
- A. 分子间的距离越小, $f_{引}$  越小, $f_{斥}$  越大
  - B.  $f_{引}$  与  $f_{斥}$  是同时存在的
  - C. 当分子间距离由平衡位置  $r_0$  逐渐增大的过程中,分子力先增大后减小
  - D. 当分子间距离由平衡位置  $r_0$  逐渐减小的过程中,分子力逐渐增大
5. 水与酒精混合后体积缩小的现象说明\_\_\_\_\_;煤堆在墙角,时间久了墙内部变黑的现象说明\_\_\_\_\_;布朗运动说明\_\_\_\_\_;两块玻璃间夹一层水膜后难以分开的现象说明\_\_\_\_\_;固体和液体很难被压缩的现象说明\_\_\_\_\_。
6. 分子间距离数量级为\_\_\_\_\_时,分子间作用力为零,分子间距离超过\_\_\_\_\_时,分子间作用力可以忽略。
7. 举例说明分子间的相互作用力在生产上的应用。



### 思维拓展训练

1. 下列现象能说明分子之间有相互作用力的是( )
- A. 气体容易被压缩
  - B. 高压密闭的钢筒中的油沿筒壁渗出
  - C. 两块纯净的铅压合在一起
  - D. 滴入水中的花粉粒做无规则运动
2. 在通常情况下固体分子间的平均距离为  $r_0$  时,分子间的引力和斥力相平衡,由此可以判定,在通常情况下( )
- A. 固体膨胀时,分子间距增大,分子力表现为引力
  - B. 固体膨胀时,分子间距增大,分子力表现为斥力
  - C. 固体收缩时,分子间距减小,分子力表现为引力