

全新修订

新

XINZHUANTI
JIAOCHENG

专题教程

第三版

高中物理 5

王云汉 徐辉 主编

热学、光学、近代物理初步



华东师范大学出版社

新专题教程

XINZHUANTI JIAOCHENG

高中物理 5

热学、光学、
近代物理初步



华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新专题教程. 高中物理 5 热学、光学、近代物理初步/
王云汉、徐辉主编. —上海: 华东师范大学出版社, 2004. 3
ISBN 978-7-5617-3778-1

I. 新... II. 王... 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(2004)第 021833 号

新专题教程

高中物理 5 · 热学、光学、近代物理初步

主 编 王云汉 徐 辉

策划组稿 教辅分社

项目编辑 徐红瑾

文字编辑 李立新

封面设计 黄惠敏

版式设计 蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社

社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062

电 话 021-62450163 转各部 行政传真 021-62572105

网 址 www.ecnupress.com.cn www.hdsbook.com.cn

市 场 部 传真 021-62860410 021-62602316

邮购零售 电话 021-62869887 021-54340188

印 刷 者 苏州市永新印刷包装有限责任公司

开 本 787×960 16 开

印 张 10.5

字 数 208 千字

版 次 2007 年 6 月第三版

印 次 2007 年 6 月第一次

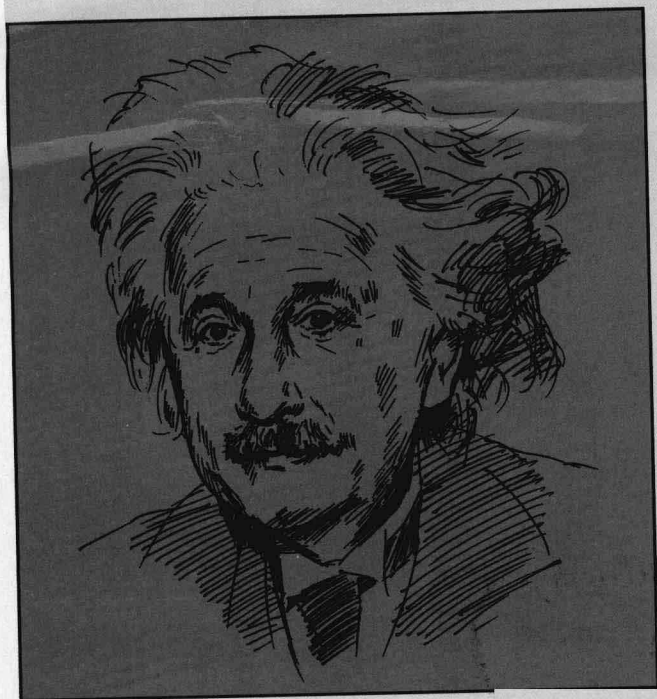
印 数 16000

书 号 ISBN 978-7-5617-3778-1/G·2085

定 价 13.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)



学习知识要善于思考，思考，再思考，我就是靠这个方法成为科学家的。

——爱因斯坦

总 序

高中
物理
5
·
热学、
光学、
近代
物理
初步

亲爱的读者,展现在您面前的这套《新专题教程》系列图书是按新课程标准所列的内容,在“新教学理念、新教学方法”的指导下,按专题编写,涵盖初、高中语文、数学、英语、物理和化学5个学科,共计50个分册。

本丛书自初版起就坚持“完整、系统、深入、细致”的编写特色,甫一面世,就受到广大学生的欢迎。但我们不敢懈怠,我们必须与时俱进。根据现行中学教材的变化情况及中、高考的变化趋势,我们进行了多方调研,在此基础上,组织作者对本丛书进行了全面的修订。新修订的这套丛书,不仅知识点配套,而且题型新颖,更利于学生对学科知识的理解和掌握。

丛书有以下特点。

作者权威 编写队伍由师范大学学科专家及长期在教学第一线的全国著名中学特、高级教师组成。他们有先进的教育理念和丰富的教学经验,是中、高考研究方面的专家,他们的指导更具权威性。

材料典型 丛书精选了近几年的中、高考试题,还收集了许多有代表性的例题,编写者对这些典型材料进行了详细的解读,还设置了有针对性的训练。总之,编写者力求从国家课程标准的知识内容中提炼出相应的能力要求,并对重点知识进行深入、细致的讲解,对难点用实例的方法进行释疑,使用这套丛书,能切实提高学生的学习效果。

总 序

高中物理
5
·
热学、光学、近代物理初步

版本通用 丛书以教育部颁布的新课程标准为编写依据,不受教材版本限制,按各学科知识内容编排,独立成册,不仅与教学要求相对应,更体现了学科知识的完整性、系统性和科学性;具有很强的通用性。

编排科学 丛书在编排时照顾到了学生的差异性,读者可以根据自己学习中的薄弱环节,有重点地选择,有针对性地学习,以达到事半功倍的效果。丛书坡度设计合理,帮助学生在知识学习的基础上,充分了解和掌握运用知识解决问题的方法,提升学习能力。

愿《新专题教程》成为您的好伙伴,学习的好帮手,为您的学习带来诸多的便利,给您一个智慧的人生。

华东师范大学出版社

教辅分社

CONTENTS

目 录

高中物理 5 · 热学、光学、近代物理初步

第一章 热学

1

- | | |
|-----------------------|----|
| § 1.1 物体是由大量分子组成的 | 1 |
| § 1.2 分子热运动 | 5 |
| § 1.3 分子间的相互作用力 | 8 |
| § 1.4 物体的内能 热量 | 11 |
| § 1.5 热力学第一定律 能量守恒定律 | 17 |
| § 1.6 热力学第二定律 | 22 |
| § 1.7 能源 环境 | 26 |
| § 1.8 气体的压强 | 30 |
| § 1.9 气体的压强、体积、温度间的关系 | 34 |
| 第一章能力测试题 | 39 |

第二章 光学

43

- | | |
|---------------------|----|
| § 2.1 光的直线传播 | 43 |
| § 2.2 光的折射 | 48 |
| § 2.3 全反射 | 53 |
| § 2.4 光的色散 | 58 |
| § 2.5 光的干涉 | 63 |
| § 2.6 光的衍射 | 73 |
| § 2.7 光的电磁说 光的偏振 激光 | 78 |
| 第二章能力测试题 | 84 |

第三章 近代物理初步

89

- | | |
|---------------|----|
| § 3.1 光电效应 光子 | 89 |
| § 3.2 光的波粒二象性 | 96 |
| § 3.3 能级 | 99 |

CONTENTS

目 录

高中物理 5
·
热学、光学、近代物理初步

§ 3.4	物质波	104
§ 3.5	原子的核式结构 原子核	108
§ 3.6	天然放射现象 衰变	115
§ 3.7	放射性的应用与防护	120
§ 3.8	核反应 核能	125
§ 3.9	裂变	131
§ 3.10	轻核的聚变	135
	第三章能力测试题	139

参考答案

144

§ 1.1 物体是由大量分子组成的

【内容解读】

1. 分子的大小

(1) 根据:

①物体是由大量分子组成的;②分子是具有各种化学性质的最小微粒。

(2) 分子的大小:

①油膜法测分子直径:让油滴在水面上散开,形成单分子油膜,把油分子看成球形一个挨一个,油膜的厚度被认为等于油分子的直径,则 $d = \frac{V}{S}$;

②分子直径的数量级为 10^{-10} m 。

2. 阿伏伽德罗常数

(1) 概念:

1摩尔任何物质含有的微粒数相同,这个数叫做阿伏伽德罗常数。

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

(3) 计算方法:

① $N_A = \frac{\text{摩尔质量}}{\text{分子质量}}$; ② $N_A = \frac{\text{摩尔体积}}{\text{分子体积}}$ 。

其中分子体积为分子平均占有的体积。

3. 分子质量

(1) 数量级:一般为 10^{-26} kg 。(2) 计算方法: $m_{\text{分子}} = \frac{\text{摩尔质量}}{\text{阿伏伽德罗常数}}$ 。

点击:

阿伏伽德罗常数是联系微观量和宏观量的桥梁。

【方法举例】

1. 微观量的估算

微观量是指微观领域内那些不能直接测量的物理量,如分子的质量、分子的体积、分子间的平均距离等,但这些微观量都与宏观领域内的一些物理量(即宏观量)有着密不可分的联系,阿伏伽德罗常数是把宏观量与相应的微观量联系起来的重要物理量。

对于微观量的估算,主要是掌握根据固、液、气体微观结构的不同特点,利用阿伏伽德罗常数由宏观量求相关的微观量的思路。

首先要建立微观模型,对液体、固体来说,微观模型是忽略分子的间隙认为分子是紧密排列的,将物质的摩尔体积分成 N_A 个等份,每个等份就是平均每个分子所占有的空间体积,若把分子看成小立方体,然后开立方即可估算出分子的直径,若把分子看成小球,则每一份就是一个小球,由球体积公式 $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ 即可估算出分子的直径。

气体分子不是紧密排列的,所以上述微观模型对气体不适用,但上述微观模型可用来求相邻分子间的平均距离。

例 1 一只油轮装着密度为 900 kg/m^3 的原油在海上航行,由于某种事故而使原油发生部分泄漏,设共泄漏 9 t ,则这次事故造成的最大可能的污染面积最接近()。

A. 10^{11} m^2 B. 10^{12} m^2 C. 10^8 m^2 D. 10^{10} m^2

解析 污染的最大面积可视为原油分子为单分子紧密排列,取分子直径为 $d = 10^{-10} \text{ m}$

$$9 \text{ t 原油的体积 } V = \frac{m}{\rho} = \frac{9 \times 10^3}{900} \text{ m}^3 = 10 \text{ m}^3,$$

$$\text{故最大可能的污染面积为 } S = \frac{V}{d} = \frac{10}{10^{-10}} \text{ m}^2 = 10^{11} \text{ m}^2。$$

答案 A。

2. 用油膜法估测分子的大小

(1) 用注射器将事先配制好的酒精油酸溶液一滴一滴滴入量筒中,记下量筒中增加 1 mL 体积时滴下的滴数 n (或注射器中减少 1 mL 体积滴下的滴数 n);

思考:

把分子作为球形或立方体两种模型,估算分子半径的数量级是否相同?

(2) 往浅盘中倒入约 2 cm 深的水,并均匀地撒上痱子粉或石膏粉;

(3) 用注射器将一滴酒精油酸溶液滴在水面上,形成单分子油膜;

(4) 将玻璃板放在浅盘上,用彩笔按油膜的形状画在玻璃板上;

(5) 将画有油膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上,数出方格的个数,算出油酸薄膜的面积 S ;

(6) 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 ,则油酸膜的厚度(即分子直径的估测值)为 $d = \frac{V}{S}$ 。

例 2 在“用油膜法估测分子大小”的实验中,所用油酸酒精溶液的浓度为每 10^4 mL 溶液中含有纯油酸 6 mL,用注射器测得 1 mL 上述溶液为 75 滴,把 1 滴该溶液滴入盛水的浅盘中,待水面稳定后,将玻璃板放在浅盘上,用笔在玻璃板上描绘出油酸膜的轮廓形状,再把玻璃板放在坐标纸上,坐标纸每个小方格的面积为 1 cm^2 ,数得方格数为 110 个。求:

(1) 1 滴油酸酒精溶液中含有的纯油酸体积;

(2) 按以上数据估测油酸分子的直径(保留一位有效数字)。

解析 (1) 1 mL 溶液中含有纯油酸的体积为 $\frac{6}{10^4}$ mL,则 1 滴油酸酒精溶液中含有的纯油酸体积为

$$V = \frac{1}{75} \times \frac{6}{10^4} \text{ mL} = 8 \times 10^{-6} \text{ mL};$$

(2) 由 $d = \frac{V}{S}$, 式中 $S = 110 \times 1 \text{ cm}^2 = 110 \text{ cm}^2$, 得油酸分子的直径 $d = \frac{8 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{110 \times 10^{-4}} \text{ m} = 7 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。

基础训练

1. 把冰分子看成一个球体,不计冰分子间的空隙,则由冰的密度 $\rho = 9 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$, 可估算得冰分子的直径的数量级是()。

A. 10^{-18} m B. 10^{-10} m C. 10^{-2} m D. 10^{-14} m

2. 只要知道下列哪一组物理量,就可以估算出气体中分子间的平均距离()。

A. 阿伏伽德罗常数,该气体的质量和摩尔质量

B. 阿伏伽德罗常数,该气体的摩尔质量和密度

说明:

在数小方格数时,不足半个的舍去,多于半个的算一个。

思考:

若已知油酸的密度为 ρ , 摩尔质量为 M , 分子直径为 d , 则阿伏伽德罗常数 N_A 表达式是什么?

C. 阿伏伽德罗常数,该气体的质量和体积

D. 该气体的密度、体积和摩尔质量

3. 对于液体和固体来说,如果用 μ 表示摩尔质量, m 表示分子质量, ρ 表示物质密度, V 表示摩尔体积, v 表示分子体积, N_A 表示阿伏伽德罗常数,反映这些量之间关系的下列各式中,正确的是()。

A. $N_A = \frac{V}{v}$

B. $N_A = \frac{\mu}{V}$

C. $V = \rho\mu$

D. $V = \frac{\mu}{\rho}$

能力提高

4. 最近发现纳米材料具有很多优越性能,有着广阔的应用前景。关于边长为 1 nm 的立方体内可容纳的液态氢分子的个数,最接近的数值是()。

A. 10^2

B. 10^3

C. 10^4

D. 10^6

5. 已知阿伏伽德罗常数为 N_A ,铜的摩尔质量为 M ,密度为 ρ (均为国际单位)。则下列结论不正确的是()。

A. 1 m^3 铜所含原子的数目是 $\frac{\rho N_A}{M}$

B. 一个铜原子的质量是 $\frac{M}{N_A}$

C. 一个铜原子的体积是 $\frac{M}{\rho N_A}$

D. 1 kg 铜所含原子的数目是 ρN_A

6. 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. $1 \times 10^{-36} \text{ m}^3$

D. $8 \times 10^{-24} \text{ m}^3$

7. 下列四组数据中可以算出阿伏伽德罗常数的是()。

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

§ 1.2 分子热运动

【内容解读】

1. 布朗运动

(1) 概念:悬浮在液体或气体中的微粒做永不停息的无规则运动叫做布朗运动。

(2) 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的,无规则的运动。

(3) 意义:布朗运动间接地反映和证明了分子的热运动。

(4) 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;③悬浮在气体中的固体微粒也作布朗运动。

2. 热运动

(1) 概念:分子的无规则运动,称为热运动。

(2) 扩散现象:不同的物体相互接触时,可以彼此进入对方的现象叫扩散现象。

(3) 说明:①液体温度越高,分子的无规则运动越激烈;②布朗运动的无规则性,反映了液体分子运动的无规则性;③布朗运动的激烈程度,反映了液体分子运动的激烈程度。

【方法举例】

1. 正确理解布朗运动

例1 关于布朗运动的说法中正确的是()。

- A. 布朗运动就是分子的运动
- B. 布朗运动是组成固体微粒的分子无规则运动的反映
- C. 布朗运动是液体或气体分子无规则运动的反映
- D. 观察时间越长,布朗运动越激烈

解析 布朗运动指的是悬浮在液体或气体里的固体微粒的运动,不是分子本身的运动,故 A 错;布朗运动是由于液体或气体分子因无规则运动碰撞固体微粒发生的,因此布朗运动间接反映液体或气体分子的无规则运动,故 B 错而 C 对;布朗运动的激烈程度与固体微粒的大小及温度有关,与观察时间长短无关,

点击:

理解布朗运动的特点。

外部是现象,内部是成因。

思考:

热运动与宏观物体运动相同吗?

思考:

打扫教室时,太阳射入教室后可看到灰尘在运动,它是布朗运动吗?

说明:

分子的无规则运动跟温度有关,温度越高,分子的无规则运动越激烈,因此,分子的无规则运动叫热运动。

点击:

扩散现象是分子无规则运动的直接证明,布朗运动是分子无规则运动的间接证明。

基础训练

1. 扩散现象说明了()。

- A. 气体没有固定的形状和体积
- B. 分子之间相互排斥
- C. 分子在不停地运动着
- D. 不同分子之间可以相互转变

故 D 错。

答案 C。

2. 正确理解分子热运动

例 2 关于热运动,指的是()。

- A. 物体受热后所做的运动
- B. 温度高的物体中的分子的无规则运动
- C. 单个分子的永不停息的无规则运动
- D. 大量分子的永不停息的无规则运动

解析 物体是由大量分子组成的,大量分子的永不停息的无规则运动称为热运动,大量分子的运动有一定的规律性,它随物体的温度升高而更加剧烈。由于分子运动过程中与其他分子频繁碰撞的随意性,单个分子的运动是没有规律的,所以研究单个分子的运动是没有意义的。

答案 D。

3. 扩散现象和布朗运动的区别

例 3 关于扩散现象和布朗运动,下列说法中正确的是()。

- A. 扩散现象和布朗运动都是分子的无规则运动
- B. 扩散现象和布朗运动都是发生在液体或气体间的现象
- C. 扩散现象与温度无关,布朗运动与温度有关
- D. 扩散现象和布朗运动都证明了分子的无规则运动

解析 扩散现象是由于分子直接无规则运动而导致的物质的群体迁移,而布朗运动是由于液体分子(或气体分子)对悬浮微粒的不均匀撞击所致,布朗运动不是分子的无规则运动,故 A 错 D 对;扩散现象也能发生在固体之间,例如堆放在墙角的煤,天长日久煤分子进入墙体,使墙变黑,故 B 错;扩散现象和布朗运动都与温度有关,故 C 错。

答案 D。

2. 用显微镜观察浮在水中的花粉,发现花粉颗粒不停地做无规则运动,所谓布朗运动是指()。

- A. 水分子的无规则运动 B. 花粉颗粒的无规则运动
C. 花粉分子的无规则运动 D. 水中其他微生物的运动

3. 关于布朗运动的实验,下列说法中正确的是()。

- A. 实验可观察到液体分子无规则运动的情况
B. 实验可观察到,颗粒越大,布朗运动越明显
C. 实验可观察到,温度越高,布朗运动越剧烈
D. 实验可观察到颗粒中的分子运动情况

4. 布朗运动的剧烈程度,与下列哪些因素有关()。

- ① 悬浮颗粒的大小 ② 颗粒的物质种类
③ 悬浮颗粒所在的液体种类 ④ 悬浮颗粒所在的液体的温度

A. 只有① B. 只有①④ C. 只有①② D. 只有①③④

5. 关于布朗运动,以下说法正确的是()。

- A. 布朗运动是指液体分子的无规则运动
B. 布朗运动产生的原因是液体分子对小颗粒的吸引力不平衡
C. 布朗运动产生的原因是液体分子对小颗粒碰撞时产生的冲力不平衡
D. 温度较低时,布朗运动会停止

6. 在显微镜下观察稀释了的碳素墨水,将会看到()。

- A. 水分子的运动情况 B. 碳分子的运动情况
C. 水分子对碳颗粒的作用 D. 碳颗粒的无规则运动

能力提高

7. 有A、B两杯水。水面上均有微粒在做布朗运动。经显微镜观察后,发现A杯中的布朗运动比B杯中的布朗运动剧烈,则下列判断中,正确的是()。

- A. A杯中的水温高于B杯中的水温 B. A杯中的水温等于B杯中的水温
C. A杯中的水温低于B杯中的水温 D. 条件不足,无法判断两杯水的高低

8. 将固体小颗粒放入水中,通过显微镜观察到布朗运动,则下述正确的是()。

- A. 固体小颗粒的布朗运动,就是分子运动
B. 布朗运动是小颗粒内部分子运动的宏观表现
C. 小颗粒的布朗运动是水分子无规则运动对小颗粒碰撞的结果
D. 颗粒越小,在某一瞬间跟它相撞的分子数越少,颗粒受到来自各个方向的冲力越不平衡,布朗运动越显著

§ 1.3 分子间的相互作用力

【内容解读】

1. 分子间有间隙

- (1) 分子永不停息地做无规则运动,说明了分子间有间隙。
- (2) 气体容易被压缩,说明气体分子间有间隙。
- (3) 水和酒精混合后的体积小于两者原来的体积之和,说明液体分子之间有间隙。
- (4) 用两万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间隙。

2. 分子间的引力和斥力

(1) 分子间存在引力:①分子间虽然有间隙,大量分子却能聚集在一起形成固体或液体,说明分子间存在引力;②用力拉伸物体,物体内部产生反抗拉伸的弹力,说明分子间存在引力;③两个物体能粘合在一起,说明分子间存在引力。

(2) 分子间有斥力:①分子间有引力,却又有空隙,没有被紧紧地吸在一起,说明分子间有斥力;②用力压缩物体,物体内部产生反抗压缩的弹力,说明分子间有斥力。

(3) 分子间引力和斥力随分子间的距离的增大而减小,随分子间的距离的减小而增大,且斥力减小或增大比引力变化要快些。

(4) 分子力的变化情况:①当 $r = r_0$ ($r_0 = 10^{-10}$ m) 时,分子间的引力和斥力相平衡,分子力为零,此位置叫做平衡位置;②当 $r < r_0$ 时,分子间斥力大于引力,分子力表现为斥力;③当 $r > r_0$ 时,分子间引力大于斥力,分子力表现为引力;④当 $r \geq 10r_0$ 时,分子间引力和斥力都十分微弱,分子力为零;⑤当 r 由 $r_0 \rightarrow \infty$ 时,分子力(引力)先增大后减小。

【方法举例】

1. 分子力做功的分析方法

(1) 当 $r > r_0$ 时,分子间表现为引力。此时,若 r 增大,分子力做负功;若 r 减小,分子力做正功。

(2) 当 $r < r_0$ 时,分子间表现为斥力。此时,若 r 增大,分子

思考:

为什么说分子间同时存在着引力和斥力?

点击:

根据分子力的特点来分析分子力做功的正、负。

力做正功;若 r 减小,分子力做负功。

例 1 有甲、乙两个分子,甲分子固定不动,乙分子由无穷远逐渐向甲靠近,直到不能再靠近为止,在这个过程中()。

- A. 分子力总对乙做正功
- B. 乙总是克服分子力做功
- C. 先是分子力对乙做正功,然后乙克服分子力做功
- D. 先是乙克服分子力做功,然后分子力对乙做正功

解析 当分子间距 $r > r_0$ 时,分子力表现为引力,因此当乙分子从无穷远逐渐向甲靠近的过程中,分子力对乙做正功;当分子间距离 $r < r_0$ 时,分子力表现为斥力,分子力对乙做负功。

答案 C。

2. 运用分子力特点解释物理现象

例 2 下列说法中正确的是()。

- A. 被拉长的橡皮筋,放手后可以恢复原状,说明此过程分子间的引力大于斥力
- B. 用打气筒给篮球充气时用力越来越大,说明气体分子间有斥力
- C. 液体易分开,但很难被压缩,说明液体分子间只存在斥力
- D. 物体能被压缩,但又不能被无限压缩,说明分子间有斥力

解析 橡皮筋被拉长时,分子间距离增大, $r > r_0$, 分子力表现为引力,即引力大于斥力,故 A 对;用打气筒给篮球充气越来越费力是因为球内气体压强增大,对活塞产生较大的压力,故 B 错;无论是固体还是液体,分子间都同时存在引力和斥力,当物体压缩时,分子间距离减小,分子力表现为斥力,故很难被压缩,更不能被无限压缩,C 错 D 对。

答案 AD。

基础训练

1. 关于分子间的相互作用力,下面说法不正确的是()。

- A. 当分子间的距离 $r = r_0(10^{-10} \text{ m})$ 时,分子间相互作用力为零,是因为此时引力和斥力均不存在
- B. 当物体压缩到 $r < r_0$ 时,分子间引力和斥力都增大,但斥力比引力增加得快,因而斥力大于引力

点击:

分子间的引力和斥力都随分子间距离的增大而减小,力的大小都是单调减函数,而分子力(合力)并不是单调变化的。

思考:

碎玻璃不能拼合在一起,是因为碎片间距离太大,达不到分子引力作用范围。如果把两块光学玻璃的表面磨光又相吻合,并把表面处理干净,施加一定压力,它们能黏合在一起吗?