

王后雄学案

教材完全解读

选修·专题



高中物理（选修1-2）

丛书主编：王后雄
本册主编：吴晓毅



中国青年出版社

新课标全读材料

王后雄学案

教材完全解读

选修·专题

高中物理(选修1-2)

丛书主编:	王后雄	
本册主编:	吴晓毅	
编委:	涂秉清	涂晓章
	阮春景	王清明
	程勇	孙爱国
	陈瑞安	周颂扬
	马元清	刘明
	余海涛	周志东
	汪斌	徐雁斌
	朱应华	王春旺
	吴弼	王佑松



中国青年出版社

(京)新登字083号

图书在版编目(CIP)数据

教材完全解读. 高中物理. 1-2: 选修/王后雄主编.

2版.—北京: 中国青年出版社, 2007

ISBN 978-7-5006-7139-8

I.教... 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(2007)第082502号

策 划: 熊 辉

责任编辑: 李 扬

封面设计: 木头羊

教材完全解读

高中物理

选修1-2

中国青年出版社 出版发行

社址: 北京东四12条21号 邮政编码: 100708

网址: www.cyp.com.cn

编辑部电话: (010) 64034328

读者服务热线: (027) 59504958

咸宁市中南科择印务有限责任公司印制 新华书店经销

889 × 1194 1/16 10印张 264千字

2007年8月北京第2版 2007年8月湖北第2次印刷

印数: 5001—10000册

定价: 15.30元

本书如有任何印装质量问题, 请与承印厂联系调换

联系电话: (027) 83538096

教材完全解读

案学琳司王

本书特点

- 1、以《课程标准》、《考试大纲》为编写依据，完全解读知识、方法、能力、考试题型；全面提高学习成绩。
- 2、采用国际流行的双栏对照案例编写方式，左栏对教材全解全析，在学科层次上力求讲深、讲透、讲出特色；右栏用案例诠释考点，对各个考点各个击破。

题去·题数

(S-1)题数)野醉中高

3层完全解读

从知识、方法、思维诠释教材知识点和方法点，帮您形成答题要点、解题思维，理清解题思路、揭示考点实质和内涵。

第一章 分子动理论 内能

课标单元知识

1. 了解分子动理论的基本观点，列举有关实验证据。用分子动理论和统计观点认识温度、气体压强和内能。
例(1) 观察并解释布朗运动。
- 例(2) 实验：估测分子的大小。
2. 知道固体、液体、气体的分子的微观结构及实验性质。
3. 知道内能和改变内能的方法，知道分子热运动的平均动能和分子势能。
4. 会区别晶体和非晶体，了解液晶的主要性质及其在显示技术中的应用，了解液体的表面张力及产生的原因。
5. 知道理想气体模型，能用分子动理论和统计的观点解释气体压强、气体分子运动速率的统计规律。

高考命题趋向

热学是研究与温度有关的热现象的科学，它是从两个方面来研究热现象及其规律的：一是从物质的微观结构即分子热运动的观点来解释与揭示热学宏观量及科学规律的本质；二是以观测和实验事实为依据，寻求各热学参量之间的关系及热功转换的关系。热学包括分子热运动、热和功、固、液、气体的性质等内容。分子热运动是物质的微观结构学说，是宏观现象与微观本质间的联系纽带；能的转化和守恒定律是自然界普遍适用的规律，是宏观现象与微观本质间的联系纽带；能的转化和守恒定律是自然界普遍适用的规律。

第一节 分子及其热运动

知识·能力聚焦

1. 组成物质的分子
(1) **德谟克利特**：万物都是由极小的不可分的微粒组成的，这种微粒叫做原子。

方法·技巧平台

11. 对微观量的估算方法
(1) **微观模型的建立**
物质由大量分子组成，而分子具有大小，且分子间有空隙，为了估算分子大小或分子间的距离，可建立以下两种模型。

① **球体模型**：由于固体和液体分子间距离很小，因此可近似看做分子是紧密排列着的球体，若分子直径为 d 。

创新·思维拓展

16. 布朗运动与分子运动
(1) 研究对象不同：布朗运动的研究对象是固体小

名师诠释

◆【考题1】 N_A 代表阿伏加德罗常数，下列说法正确的是 ()。

- A. 在同温同压下，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 氨气所含质子数目为 $10N_A$

◆【考题13】 利用阿伏加德罗常数，估算在标准状态下相邻气体分子间的平均距离 D 。

【解析】 在标准状态下，1mol 任何气体的体积都是 $V=22.4L$ ，除以阿伏加德罗常数就得到每个气体分子平均占有的空间，除以阿伏加德罗常数就得到每个气体分子平均占有的空间，除以阿伏加德罗常数就得到每个气体分子平均占有的空间。

◆【考题18】 下面所列举的现象，哪些能说明分子是不断运动的？ ()

- 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

双栏对照学习

左栏全面剖析考点知识，凸现“解题依据”和答题要点。

右栏用典型案例诠释左栏考点。左右栏讲解·案例一一对照，形成高效学习的范式。

www.ks5u.com

浙江教育出版社

教辅大师王后雄教授、特级教师科学超前的体例设置，帮您赢得了学习起点，成就您人生的夙愿。

——题记

整体训练方法

针对本节重点、难点、考点及考试能力达标所设计的题目。题目难度适中，是形成能力、考试取得高分的必经阶梯。

解题错因导引

“点击考点”栏目导引每一道试题的“测试要点”。当您解题出错时，建议您通过“测试要点”的指向，弄清致错原因，形成正确答案。

同步体验高考

结合本章节知识及考纲要求，精心选编最新五年高考试题，体现“高考在平时”的学习理念，同步触摸、感知高考，点拨到位，破解高考答题规律与技巧。

单元知识整合

单元知识与方法网络化，帮助您将本单元所学教材内容系统化，形成对考点知识二次提炼与升华，全面提高单元学习效率。

考试高分保障

精心选编涵盖本章节或阶段性知识和能力要求的检测试题，梯度合理、层次分明，与同步考试接轨，利于您同步自我测评，查缺补漏。

点拨解题思路

试题皆提供详细的解题步骤和思路点拨，鼓励一题多解。不但知其然，且知其所以然。能使您养成良好规范的答题习惯。

能力·题型设计

1A 通常分子直径的数量级是 10^{-10} m，是 10^{-9} nm；乒乓球直径是 3.8cm，其数量级是 10^1 m；地球直径是 12740km，其数量级是 10^4 m。

2A 计算：水分子的质量等于 3.0×10^{-26} kg，已知阿伏加德罗常数为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。

点击考点
测试要点 1、2、3

酒精和水混合以后体积减小的现象说明 10^{-10} m；布朗运动说明 10^{-9} nm。

7B 瓷碗摔成两半后，把它们拼凑起来，并用压力压紧，仍不能使其结合成为一个整体，这是因为分子间距 10^1 m，引力非常 10^4 m，不足以使它们结合成一个整体。

最新5年高考名题诠解

1. (2005年北京春季招生理科综合) 以下关于分子力的说法，正确的是()。

A. 分子间既存在引力也存在斥力

B. 液体难于被压缩表明液体中分子力存在引力

C. 气体分子之间总没有分子力的作用

D. 扩散现象表明分子间不存在引力

单元知识梳理与能力整合

归纳·总结·专题

- 一、知识归纳总结
- 二、方法归纳总结

知识与能力同步测控题

测试时间：90分钟

测试满分：120分

一、选择题(本题共12小题；每小题4分，共48分。在每小题给出的几个选项中，有的小题只有一个选项正确，有的小题有

多个选项正确。全部选对的得4分，选不全的得2分，有选错或不答的得0分)

答案与提示

第一章 分子动理论 内能

第一节 分子及其热运动

1. 10^{-10} 10^{-1} 10^{-2} 10^1 【解析】 本题主要考查数量级的概念及长度单位间的换算关系。数量级是指用10的乘方来表示数的一种科学记数方法。 $1\text{m} = 10^3\text{cm} = 10^9\text{nm}$ 。

2. 3.0×10^{-26} 【解析】 分子质量 = 摩尔质量 / 阿伏加德罗常数 = 物质质量 / 分子数。取 1mol 水进行计算， 1mol 水的质量为 18g ，含有 6.02×10^{23} 个水分子，所以一个水分子的质量 $m = 18 \times 10^{-3} / 6.02 \times 10^{23} \text{kg} = 3.0 \times 10^{-26} \text{kg}$ 。

3. ρ (kg/m^3) M (kg/mol) V_0 (m^3) m (kg) N_A (mol^{-1}) ②③⑤ ②③⑤ ③⑤

【解析】 本题主要考查固体、液体和气体的微观模型，及物质密度 ρ 、摩尔质量 M 、摩尔体积 V_0 、分子质量

量 m 、阿伏加德罗常数 N_A 几个物理量之间的关系。对固体、液体来说，微观模型的各分子是一个挨一个紧密排列的小球(或小立方体)，每个分子的体积就是每个分子平均占有的空间。分子体积 = 物体体积 / 分子个数。若把分子看成小球，则可估算出分子的直径。气体分子仍视为小球，但分子间距较大，不能看做一个挨一个紧密排列，所以气体分子的体积远小于每个分子平均占有的空间。

4. 液体分子的无规则运动 【解析】 本题主要考查量 m 、阿伏加德罗常数 N_A 几个物理量之间的关系。对固体、液体来说，微观模型的各分子是一个挨一个紧密排列的小球(或小立方体)，每个分子的体积就是每个分子平均占有的空间。分子体积 = 物体体积 / 分子个数。若把分子看成小球，则可估算出分子的直径。气体分子仍视为小球，但分子间距较大，不能看做一个挨一个紧密排列，所以气体分子的体积远小

X导航丛书系列最新教辅

讲 《中考完全解读》 复习讲解—紧扼中考的脉搏

练 《中考总复习课时40练》 难点突破—挑战思维的极限



讲 《高考完全解读》 精湛解析—把握高考的方向

练 《高考总复习·1轮集训》 阶段测试—进入实践的演练

专 《高考完全解读·2轮专题》 专项复习—攻克难点的冲刺



讲 《教材完全解读》 细致讲解—汲取教材的精髓

例 《三基知识手册》 透析题型—掌握知识的法宝

练 《创新作业本》 夯实基础—奠定能力的基石



伴随着新的课程标准问世及新版教材的推广，经过多年的锤炼与优化，数次的修订与改版，如今的“X导航”丛书系列以精益求精的质量、独具匠心的创意，已成为备受广大读者青睐的品牌图书。今天，我们已形成了高效、实用的同步练习与应试复习丛书体系，如果您能结合自身的实际情况配套使用，一定能取得立竿见影的效果。

读者反馈表

您只要如实填写以下几项并寄给我们，将有可能成为最幸运的读者，丰厚的礼品等着您拿，数量有限（每学期50名）一定要快呀！

您最希望得到的**礼品** (请您自行填写)



A _____



B _____



C _____



您的个人资料

(请您务必填写详细，否则礼品无法送到您的手中)

姓名:	学校:	联系电话:
邮编:	通讯地址:	
职业:	教师 <input type="checkbox"/>	学生 <input type="checkbox"/> 调研员 <input type="checkbox"/>
您所在学校现使用的教材版本		
语文:	数学:	英语:
物理:	化学:	生物:
政治:	历史:	地理:
请在右栏列举3本您喜爱的教辅(参)		
您发现的本书错误:		
您对本书的意见或建议:		

以下为地址，请剪下贴在信封上

信寄：湖北省武汉市江汉区长江日报路图书大世界湖滨路11号“X导航教育研发中心”收
邮编：430015

模块学习指南	1
第一章 分子动理论 内能	
第一节 分子及其热运动	3
第二节 温度和温标	13
第三节 内能	16
第四节 固体和液体	22
第五节 气体的压强	29
单元知识梳理与能力整合	36
知识与能力同步测控题	40
第二章 能量的守恒与耗散	
第一节 能量守恒定律	42
第二节 热力学第一定律	47
第三节 热机的工作原理	52
第四节 热力学第二定律	56
第五节 有序、无序和熵	63
单元知识梳理与能力整合	66
知识与能力同步测控题	71
第三章 核能	
第一节 放射性的发现	73
第二节 原子的核式结构	79
第三节 放射性衰变	88
科学世界——专题介绍	95
专题 三种射线在磁场和电场中轨迹的讨论	96
第四节 裂变与聚变	99
第五节 核能的利用	108
单元知识梳理与能力整合	113
知识与能力同步测控题	118
第四章 能源的开发和利用	
第一节 热机的发展和应用	120
第二节 电力和电信的发展与应用	124
第三节 新能源的开发	127
科学世界——专题介绍	131
第四节 能源与可持续发展	132
单元知识梳理与能力整合	134
知识与能力同步测控题	139
答案与提示	141

知识与方法

阅读索引

第一章 分子动理论 内能

第一节 分子及其热运动

1. 组成物质的分子	3
2. 分子的大小	4
3. 用油膜法估测分子的大小	4
4. 阿伏加德罗常数	5
5. 分子间有空隙	5
6. 扩散现象	5
7. 布朗运动	5
8. 分子的热运动	6
9. 分子间的相互作用力	6
10. 分子力的特点和规律——图解法分析分子受力	7
11. 对微量量的估算方法	8
12. 阿伏加德罗常数的应用	8
13. 对布朗运动示意图的理解	9
14. 分子力做功正负的判断	9
15. 各物理量的计算方法	9
16. 布朗运动与分子运动	9
17. 在阳光中看到的灰尘浮动不是灰尘颗粒在做布朗运动	10

18. 借助弹簧小球模型理解分子力	10
19. 气体容易压缩而固体和液体不容易压缩的理解	10
20. 分子力的本质	10
21. 分子间的相互作用力在生产上的应用	10
22. 分子动理论	11

第二节 温度和温标

1. 平衡态与状态参量	13
2. 热平衡与温度	13
3. 温度计与温标	13
4. 热力学温度与摄氏温度的关系	14
5. 热力学温标与摄氏温标的区别与联系	14
6. 易混淆的问题	14
7. 温度计的读数	14
8. 电阻温度计	14

第三节 内能

1. 分子的动能	16
2. 分子势能	16
3. 物体的内能	17
4. 物体内能改变的判断方法	18
5. 其他形式的能量转化为内能的计算	18
6. 区别几个概念	18
7. “分子势能最小”与“分子势能等于零”的区别	19

第四节 固体和液体

1. 晶体和非晶体	22
2. 单晶体和多晶体	22
3. 晶体的微观结构	22
4. 晶体的微观结构的特点	22
5. 如何用微观结构理论解释晶体的特性	22
6. 多晶体的微观结构及性质	23
7. 液体的微观结构	23
8. 液体的表面张力	23
9. 浸润和不浸润	24
10. 浸润和不浸润现象产生的原因	24

11. 毛细现象	25
12. 毛细现象产生的原因	25
13. 液晶	26
14. 解答与本节知识点相关试题应注意的问题	26

第五节 气体的压强

1. 气体分子运动的特点	29
2. 气体压强的产生	29
3. 气体的压强、体积、温度间的关系	30
4. 气体压强的微观解释	30
5. 气体压强的微观意义	30
6. 气体分子的速率和统计规律	31
7. 气体压强的计算原则和方法	31
8. 气体的压强与大气压强	33

第二章 能量的守恒与耗散

第一节 能量守恒定律

1. 能量的转化	42
2. 能量的转化和守恒定律	44
3. 能量守恒定律的重要意义	44
4. 永动机不可能制成	44
5. 学会用能量守恒的观点分析热力综合问题	44
6. 思考与讨论	45

第二节 热力学第一定律

1. 不同形式能量之间可以相互转化	47
2. 热力学第一定律	47
3. 热力学第一定律的应用和分析方法	48
4. 应用热力学第一定律解题的步骤	49
5. 几个物理量的概念界定	49

第三节 热机的工作原理

1. 热机	52
2. 内燃机的工作原理	52
3. 燃气轮机	53
4. 制冷机	53
5. 火箭	54

第四节 热力学第二定律

1. 热传导的方向性	56
2. 热机的效率	56
3. 第二类永动机	56
4. 热力学第二定律	57
5. 热力学第一定律和热力学第二定律的区别	58
6. 关于热力学第二定律的应用中应明确的几点	58
7. 可逆过程和不可逆过程的判断	58
8. 不可能制成第二类永动机	59
9. 对热力学第二定律的两种表述是等价的证明	60
10. 区分第一类永动机和第二类永动机	60

第五节 有序、无序和熵

1. 能量的耗散与退化	63
2. 绝对零度不可到达——热力学第三定律	63
3. 有序向无序的转化	63
4. 热力学第二定律的微观解释	64
5. 对热力学第二定律微观意义的理解	64
6. 熵	65
7. 问题讨论——热传递具有方向性	65
8. 熵与能量退降	65

第三章 核能

第一节 放射性的发现

1. 伦琴射线	73
2. 天然放射现象——贝克勒尔的发现	74
3. 对放射线的研究	74
4. 天然放射现象及其意义	75
5. 三种射线在电场和磁场中偏转的特点和判断方法	75
6. 伦琴射线为什么又称 X 射线	76

第二节 原子的核式结构

1. α 粒子散射实验	79
2. 原子的核式结构	79
3. 原子核的组成	79
4. 同位素	80
5. 核反应	80
6. 原子核的人工转变	80
7. 核力	81
8. 核能	81
9. 质量亏损	81
10. 质能方程	81
11. 解题依据和方法一	82
12. 解题依据和方法二	82
13. 解题依据和方法三	82
14. 写核反应方程的方法	82
15. 核能的计算方法	82
16. 对 α 粒子散射实验的理解	83
17. 正确认识质量亏损	84

第三节 放射性衰变

1. 天然放射现象	88
2. 三种射线的本质和特性	88
3. 放射性衰变	88
4. 半衰期	89
5. 放射性同位素	89
6. 放射性同位素的应用	90
7. 放射性的污染和防护	91
8. 核反应方程的配平及 α 、 β 衰变次数的确定方法	91
9. 三种射线在电场、磁场中偏转问题的判断方法	91
10. 为什么放射性元素的衰变速率与物质所处的物理和化学状态无关	92
11. 碳 14 放射性鉴年法	92
12. 阴极射线中的电子流与 β 射线有什么区别	92
13. 知识归纳	93

专题 三种射线在磁场和电场中轨迹的讨论

1. 轨迹讨论的意义	96
2. 三种射线在电场中的偏转情况	96
3. 三种射线在磁场中的偏转情况	96
4. 对 α 衰变和 β 衰变在磁场中轨迹的分析	97
5. 知识归纳	98

第四节 裂变与聚变

1. 核子的平均质量	99
2. 重核的裂变——铀核的裂变	99
3. 轻核的聚变	100
4. 聚变与裂变的区别	100
5. 核能的计算方法	101

6. 轻核聚变释放核能的计算方法	101
7. 为什么铀的同位素中 $^{235}_{92}\text{U}$ 最易发生链式反应	102
8. 临界体积	102
9. 原子弹	102
10. 核电站	102
11. 聚变比裂变反应能放出更多能量的原因	102
12. 粒子物理简介	103
13. 战术核武器——中子弹	103

第五节 核能的利用

1. 核电站	108
2. 核反应堆	108
3. 核污染	109
4. 核废料的处理	109
5. 核电的安全性	110
6. 核能的多种用途	110
7. 学习和解题的方法	110
8. 可控热核反应的现状和前景	110

第四章 能源的开发和利用

第一节 热机的发展和应用

1. 远古时代人类对能源的利用	120
2. 蒸汽机的发明与改进	120
3. 第一次工业革命	121
4. 蒸汽机的广泛应用	122
5. 第一次工业革命的影响	122
6. 内燃机的诞生和发展	122

第二节 电力和电信的发展与应用

1. 电力革命的科学基础	124
2. 电力技术的发展与应用	124
3. 电信的发展历程	125
4. 白炽灯泡的发明与照明灯具的发展	125
5. 第二次工业革命给社会生产、科学、技术带来的影响	125

第三节 新能源的开发

1. 传统能源	127
2. 能源危机	127
3. 新能源的开发	127
4. 太阳能	127
5. 风能	128
6. 生物质能	128
7. 地热能	128
8. 氢能	128
9. 应用本节知识解题的思路	129
10. 能源的定义	129
11. 能源的分类	129
12. 几种能源的能量密度	129

第四节 能源与可持续发展

1. 能源的利用对环境的影响	132
2. 酸雨	132
3. 失控的温室效应	132
4. 热岛效应	132
5. 能源与可持续发展	133
6. 我们只有一个地球	133

模块学习指南

“课程标准”与“完全解读”内容对照表

序号	课程标准(高中物理选修1-2)	完全解读内容*页码
1	认识分子动理论的基本观点,知道其实验依据,知道阿伏加德罗常数的意义,估测油酸分子的大小,体会建立模型和估测的方法在研究物理学中的应用,知道扩散和布朗运动	1.1 分子及其热运动 * P ₃
2	认识温度是分子平均动能的标志,理解内能的概念,知道分子的动能与平均动能及分子势能	1.2 温度和温标 * P ₁₃ 1.3 内能 * P ₁₆
3	了解固体的微观结构,会区别晶体和非晶体,列举生活中常见的晶体和非晶体,了解液晶的主要性质及其在显示技术中的应用,通过实验观察液体的表面张力现象,解释表面张力产生的原因,交流讨论日常生活中表面张力现象的实例	1.4 固体和液体 * P ₂₂
4	知道理想气体的模型,能用分子动理论和统计的观点解释气体的压强,了解气体分子运动速率的统计分布规律	1.5 气体的压强 * P ₂₉
5	理解能量守恒定律,知道永动机不可能制成	2.1 能量守恒定律 * P ₄₂
6	认识热力学第一定律,知道热力学第一定律是能量转化与守恒定律在内能变化过程中的具体表现	2.2 热力学第一定律 * P ₄₇
7	了解现代生活中常见的一些热机的工作原理,分析热机的使用对人类社会生活与环境的影响,了解内燃机、汽轮机、喷气发动机、燃气轮机的工作原理,了解热机的主要参数,知道热机的效率及主要影响因素,知道提高热机效率的方法	2.3 热机的工作原理 * P ₅₂
8	通过自然界中宏观过程的方向性,了解热力学第二定律,知道第二类永动机不可能制成	2.4 热力学第二定律 * P ₅₆



序号	课程标准(高中物理选修 1-2)	完全解读内容 * 页码
9	知道什么是有序和无序及有序和无序的相对性. 初步了解熵是反映系统无序程度的物理量	2.5 有序、无序和熵 * P ₆₃
10	知道 X 射线、 α 射线、 β 射线、 γ 射线及其性质, 知道射线对生物体的作用. 列举射线在医疗等方面的主要应用, 知道射线的危害和防护	3.1 放射性的发现 * P ₇₃
11	了解人类探索原子结构的历史及有关的经典实验, 了解放射性同位素, 知道原子核的组成, 知道核力的性质和原子核的结合能, 会根据质量数守恒和电荷数守恒写出核反应方程	3.2 原子的核式结构 * P ₇₉
12	知道放射性和原子核的衰变, 了解放射性同位素的应用, 会用半衰期描述衰变的速度, 知道半衰期的统计意义, 知道射线的危害和防护, 知道原子核的组成	3.3 放射性衰变 * P ₈₈
13	知道原子核的结合能, 知道裂变反应、聚变反应及其反应方程, 关注受控聚变反应研究的进展, 知道链式反应的发生条件. 知道核反应堆的工作原理, 知道裂变反应堆的类型. 初步了解粒子物理学的进展	3.4 裂变与聚变 * P ₉₉
14	知道核电站的工作模式, 通过核能的利用, 思考科学技术与社会的关系, 进一步了解核反应堆的工作原理	3.5 核能的利用 * P ₁₀₈
15	通过历史事实, 认识蒸汽机的技术创新及其广泛使用带来了人类历史上的第一次工业革命. 了解蒸汽机的使用对科学社会发展以及人类生活方式转变所起的作用	4.1 热机的发展和應用 * P ₁₂₀
16	认识地磁学的研究成果及其技术创新带来了人类历史上第二次工业革命, 认识理论研究方法在物理学中的地位和作用. 知道电磁波的应用对现代社会生活的影响	4.2 电力和电信的发展与应用 * P ₁₂₄
17	认识能源、环境与人类生存的关系, 知道可持续发展的重大意义. 讨论能源利用在大气污染、酸雨、温室效应等方面带来的问题及应该采取的对策, 具有环境保护的意识. 尝试估算一些厂矿、交通工具及家用电器的能源消耗, 具有节约能源的意识	4.3 新能源的开发 * P ₁₂₇ 4.4 能源与可持续发展 * P ₁₃₂

第一章 分子动理论 内能

课标单元知识

1. 了解分子动理论的基本观点, 列举有关实验证据. 用分子动理论和统计观点认识温度、气体压强和内能.

例(1) 观察并解释布朗运动.

例(2) 实验: 估测分子的大小.

2. 知道固体、液体、气体的分子的微观结构及实验性质.

3. 知道内能和改变内能的方法, 知道分子热运动的平均动能和分子势能.

4. 会区别晶体和非晶体, 了解液晶的主要性质及其在显像技术中的应用, 了解液体的表面张力及产生的原因.

5. 知道理想气体模型, 能用分子动理论和统计的观点解释气体压强. 气体分子运动速率的统计规律.

高考命题趋向

热学是研究与温度有关的热现象的科学, 它是从两个方面来研究热现象及其规律的: 一是从物质的微观结构即分子热运动的观点来解释与揭示热学宏观量及科学规律的本质; 二是以观测和实验事实为依据, 寻求各热学参量之间的关系及热功转换的关系. 热学包括分子热运动, 热和功, 固、液、气体的性质等内容. 分子热运动是物质的微观结构学说, 是宏观现象与微观本质间的联系纽带; 能的转化和守恒定律是自然界普遍适用的规律.

本章命题的热点多集中在分子动理论、估算分子的大小和数目. 这些高考试题, 对能力的要求只限于“理解能力”——理解物理概念和物理规律的确切含义, 理解物理规律的适用条件, 以及它们在简单情况下的应用. 题型多为选择题. 如 2005 年江苏物理第 4 题、2005 年全国卷第 21 题、2005 年天津理综第 14 题、2005 年广东物理第 4 题、2006 年江苏物理第 1 题、2006 年全国 I 卷第 18 题、2006 年全国 II 卷第 21 题等都以选择题的形式出现的. 绝大多数选择题只要求定性分析, 也有极少数的填空题, 大都以考查阿伏加德罗常数的计算(或估算)和油膜分子直径的计算为主. 但在个别省市如上海市对气体的三定律也有大的计算题, 像 2005 年上海物理第 21 题.

第一节 分子及其热运动

知识·能力聚焦

1. 组成物质的分子

(1) 德谟克利特: 万物都是由极小的不可分的微粒构成的, 这种微粒叫做原子. (人教版)

(2) 德谟克利特: 万物都是由原子组成的, 原子是构成物质的最小单元. (粤教版)

(3) 墨家学派: 对物质进行分割时, 分割到“端”就不能再分割下去了. (人教版)

(4) 道尔顿发现: 几种物质化合成其他物质时, 它们的质量总是成简单的整数比.

(5) 物质是由大量分子组成的, 分子是保持化学性质的最小微粒.

特别提示: 热力学中的“分子”的含义: 把做无规则热运动且遵从相同规律的原子、分子或离子统称为分子(与化学中所讲的“分子”是有区别的).

名师诠释

◆ [考题 1] N_A 代表阿伏加德罗常数, 下列说法正确的是 ().

A. 在同温同压下, 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 氨气所含质子数目为 $10N_A$

(2005 年全国)

[解析] 由于构成单质分子的原子数目不同, 所以在同温同压下, 相同体积的气体单质所含原子数目不一定相同, A 错. 2g H_2 所含原子数目为 $2N_A$, B 错. 在常温常压下, 11.2L 氮气的物质的量不能确定, 则所含原子数目不能确定, C 错. 17g 氨气即 1mol 氨气, 其所含质子数为 $(7+3)$ mol, 即 $10N_A$.

[答案] D



2. 分子的大小

(1) 分子十分微小

①一般分子直径的数量级是 10^{-10} m. 若把两万个分子一个挨一个地紧密排列起来, 约有头发丝直径那么长一点, 若把一个分子放大到像芝麻那么大, 则芝麻将被成比例地放大到地球那么大.

②一般分子质量的数量级是 $10^{-26} \sim 10^{-27}$ kg.

③人们不可能用肉眼直接观察到, 也无法借助光学显微镜观察到, 通过离子显微镜可观察到分子的位置, 用扫描隧道显微镜(放大数亿倍)可直接观察到单个分子或原子.

(2) 分子模型

实际分子的结构是很复杂的, 可以把单个分子看做一个立方体, 也可以看做是一个小球, 通常情况下把分子当作一个球状处理. 球的体积 $V = 4\pi R^3/3$, 其中 R 为球半径.

不同的物质形态其分子的排布也有区别. 对固体和液体而言, 可以认为分子是一个挨着一个排列的. 我们可以用不同的方法测出分子的大小.

气体分子间距离较大, 常是分子线度的十倍、百倍, 常把分子占据的空间视为立方体, 以此来估算分子间的平均距离.

3. 用油膜法估测分子的大小

(1) 原理: 把一滴油酸(事先测出其体积 V) 滴在水面上, 水面上会形成一层油膜. 认为是单分子油膜, 且把分子看成球状, 油膜的厚度认为是油酸分子的直径 d . 测出油膜面积 S . 则分子直径 $d = \frac{V}{S}$ (类比: 取一定量的小米, 测出其体积 V , 将米平摊在桌面上, 上下不重叠, 一粒紧挨一粒, 测出米粒占据桌面的面积 S , 从而有 $d = \frac{V}{S}$).

(2) 方法: 取 1 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 mL 稀释后的油酸, 并测算出滴管中滴出一滴的体积. 在浅盘中倒入约 1 cm 深的蒸馏水, 为便于观测油膜的面积, 可在水面上均匀地撒上一层痱子粉, 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 1-1-1 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.



图 1-1-1 水面上形成一块油膜

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, 被水吸引在水中, 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长度. 若把分子当成小球, 油膜的厚度也就等于分子的直径, 如图 1-1-2 所示, 其线度的数量级为 10^{-10} m.

[点评] 本题考查阿伏加德罗常数 (N_A) 在实际中的应用及与各物理量之间的关系换算. 侧重考查应用能力和审题能力.

◆ [考题 2] 从下列哪一组物理量可以算出氧气的摩尔质量? ()

- 氧气的密度和阿伏加德罗常数
- 氧气分子的体积和阿伏加德罗常数
- 氧气分子的质量和阿伏加德罗常数
- 氧气分子的体积和氧气分子的质量

(2006 年江苏)

[解析] 由氧气分子的质量乘以阿伏加德罗常数可得氧气的摩尔质量, 故 C 项正确.

[答案] C

[点评] 正确地理解阿伏加德罗常数, 摩尔质量和物体的分子模型是解题的关键.

◆ [考题 3] 将 1 cm^3 的油酸溶于酒精, 制成 200 cm^3 的油酸酒精溶液. 已知 1 cm^3 的溶液有 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个单分子薄膜, 已测出这一薄膜的面积为 0.2 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

滴溶液中油酸的体积为

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

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

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

[点评] 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 cm^3 油酸酒精溶液有多少滴, 得出一滴油酸酒精的体积; 三是油膜法本身就起了放大的作用.

◆ [考题 4] 某种物质的摩尔质量为 M (kg/mol), 密度为 ρ (kg/m³), 若用 N_A 表示阿伏加德罗常数, 则

- 每个分子的质量是 _____ kg;
- 1 m^3 的这种物质中包含的分子数目是 _____;
- 1 mol 的这种物质的体积是 _____ m³;
- 平均每个分子所占据的空间是 _____ m³.

[解析] (1) 每个分子的质量等于摩尔质量与阿伏加德罗常数的比值, 即 $m_0 = \frac{M}{N_A}$.

(2) 1 m^3 的这种物质中含有的分子的物质的量为

$$n = \frac{1}{\frac{M}{\rho}} = \frac{\rho}{M}$$

[注意] (1) 分子并不是球状的, 但这里把它们当作球状处理, 是一种估算的方法, 估算在物理学的学习和研究方面都是很有用的。

(2) 尽管用不同方法测量分子直径结果有差异, 但除了一些高分子有机物外, 一般测得数量级一致, 分子直径的数量级为 10^{-10} m。

4. 阿伏加德罗常数

阿伏加德罗常数的含义: 1 mol 的任何物质含有的微粒数相同, 这个数叫阿伏加德罗常数, 其值是 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 这个数常用 N_A 表示, 是微观世界的一个重要常数, 是联系微观物理量和宏观物理量的桥梁。

5. 分子间有空隙

高压下油可以从钢筒壁渗出, 说明固体分子间有空隙; 1 L 酒精与 1 L 水混合后总体积小于 2 L, 说明液体分子间有空隙; 气体可以被压缩, 说明气体分子间有空隙。扩散现象也说明分子间有空隙。

[注意] 分子间尽管有空隙, 但由于液体、固体分子的间隙小, 因此通常忽略不计。如用油膜法测分子直径, 就是把油分子看成小球且一个一个紧密排列着的。

6. 扩散现象

概念: 扩散现象是指当两种物质相接触时, 物质分子可以彼此进入对方的现象。如香水的香味可以传得较远, 又如堆在墙角的煤可以深入到泥土中去。

[注意] (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。

7. 布朗运动

(1) 定义: 人们把悬浮在液体或气体中的微粒的无规则运动叫做布朗运动。

[注意] ① 布朗运动是悬浮在液体中的固体微粒的运动, 不是单个分子的运动, 但是布朗运动证实了周围液体分子的无规则运动。

② 固体微粒的运动是极不规则的, 图 1-1-3 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。

温度越高, 布朗运动越激烈。

④ 因为分子运动是永不停息的, 所以布朗运动也是永不停息的。

⑤ 固体颗粒越小, 撞击不平衡性越强, 布朗运动越明显。

(2) 对布朗运动的理解

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。影响布朗运动的因素有二: 即颗粒的大小和液体温度的高低, 具体解释如下:

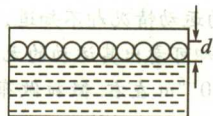


图 1-1-2 水面上单分子油膜的示意图

故 1 m^3 的这种物质中包含的分子数目为 $n \cdot N_A = \frac{\rho N_A}{M}$ 。

(3) 1 mol 的这种物质的体积是摩尔体积, 即 $V_{\text{mol}} = \frac{M}{\rho}$ 。

(4) 平均每个分子所占据的空间是摩尔体积与阿伏加

德罗常数的比值, 即 $V_0 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{M}{\rho N_A}$ 。

[答案] (1) M/N_A (2) $\rho N_A/M$ (3) M/ρ
(4) $M/\rho N_A$

[点评] 阿伏加德罗常数是联系宏观量与微观量的“桥梁”, 在宏观量与微观量的有关计算中要充分考虑阿伏加德罗常数的“桥梁”作用。

◆ [考题 5] 以下说法正确的是()。

- A. 扩散现象只能发生在气体与气体间
- B. 扩散现象只能发生在液体与液体间
- C. 扩散现象只能发生在固体与固体间
- D. 任何物质间都可发生扩散现象

(2006 年山东联考)

[解析] 不同物质之间, 由于分子的运动, 总会存在着扩散现象, 只是存在着快慢(温度、物质形态等因素)之分。如墙角放一堆煤, 墙及墙体内部都会变黑, 所以扩散现象不仅存在于液体与液体、气体与液体、气体与气体之间, 同样也存在于固体与固体、气体与固体、液体与固体之间。

[答案] D

[点评] 理解扩散现象及产生扩散现象的原因。

◆ [考题 6] 关于布朗运动下列说法中, 正确的是()。

- A. 液体的温度越低, 布朗运动越显著
- B. 液体的温度越高, 布朗运动越显著
- C. 悬浮微粒越小, 布朗运动越显著
- D. 悬浮微粒越大, 布朗运动越显著

(1998 年全国)

[解析] 温度升高时, 液体分子无规则运动加剧, 液体分子对微粒的碰撞作用加剧, 因而布朗运动加剧, 所以 B 项正确。当悬浮微粒较小时, 在某一时刻与颗粒撞击的分子数也少, 撞击力越不平衡, 因而小微粒运动剧烈些, 故 C 项正确。

[答案] B、C

[点评] 布朗运动的激烈程度跟温度和悬浮颗粒大小有关。温度越高, 悬浮颗粒越小, 布朗运动越激烈。

◆ [考题 7] 如图 1-1-8 关于布朗运动的实验, 下列说法正确的是()。

- A. 图中记录的是分子无规则运动的情况
- B. 图中记录的是微粒做布朗运动的情况
- C. 实验中可以看到, 微粒越大, 布朗运动越明显
- D. 实验中可以看到, 温度越高, 布朗运动越激烈

[解析] 图中记录的是微粒位置的连线, 而这段时间

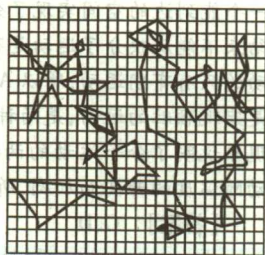


图 1-1-3

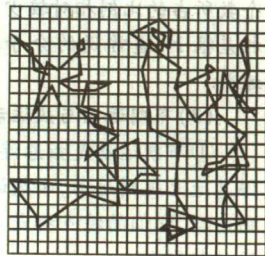


图 1-1-8



① 布朗运动在相同温度下, 悬浮颗粒越小, 它的线度越小, 表面积亦小, 在某一瞬间跟它相撞的分子数越少, 颗粒受到来自各方向的冲击力越不平衡; 另外, 颗粒线度越小, 它的体积和质量比表面积减少得更快, 因此冲击力引起的加速度更大; 因此悬浮颗粒越小, 布朗运动就越显著。见图 1-1-4。

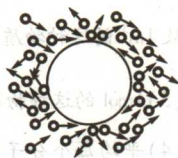


图 1-1-4 微粒很小时, 分子沿各方向对它的撞击不平衡

② 相同的颗粒悬浮在同种液体中, 液体温度升高, 分子运动的平均速率大, 对悬浮颗粒的撞击作用也越大, 颗粒受到来自各方向的冲击力越不平衡, 由冲击力引起的加速度越大, 所以温度越高, 布朗运动就越显著。

8. 分子的热运动

粤教版第二节

(1) 关于热本质的两种学说

沪科版第一节

人教版第二节

对于热的本质, 在科学史上曾经流传着两种最有影响的学说: 一种是热动说, 另一种是热质说。

① 热质说

热质说认为热是一种特殊的物质, 称为“热质”。热质由没有质量的微小粒子组成, 可以从一个物体流向另一个物体, 其数量是守恒的。温度升高时热质的粒子互相排斥, 从而使物体带有膨胀的性质。代表人物有英国化学家布莱克(J. Black)和法国化学家拉瓦锡(A. L. Lavoisier)。

② 热动说

热动说认为, 热是组成物质的微观粒子(分子)运动的表现, 它可由物体的机械运动转化而来。在 18 世纪之前的知名学者中, 主张或倾向于热动说的代表人物有培根、胡克、牛顿、笛卡儿。

迈尔、焦耳、伦福德和戴维分别用实验证明热动说是正确的, 否定了热质说。

(2) 分子热运动

人教版、沪教版、鲁科版、粤教版

由于分子永不停息地做无规则运动, 且温度越高分子的无规则运动越剧烈, 所以分子的无规则运动也叫分子热运动。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的大小和方向都在不停地变化。由于分子之间的相互碰撞, 使速率很大和速率很小的分子个数所占的比例相对较少, 大多数分子的速率和平均速率相差很小, 通常说的分子运动的速率, 均指它们的平均速率。

(3) 布朗运动与热运动的关系

① 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, 而热运动是指分子的永不停息地无规则运动。它们的特点都是永不停息、毫无规则, 温度越高, 运动越剧烈。

② 液体分子永不停息地无规则运动是产生布朗运动的原因, 布朗运动不是分子热运动, 而是分子热运动的反映。

9. 分子间的相互作用力

粤教版第三节

内微粒的运动情况却不知道, 虽然图示所反映的不是微粒的运动轨迹, 但却可看出其运动的无规则性。做布朗运动的微粒都很小, 一般为 10^{-6} m 左右。微粒做布朗运动的根本原因是: 各个方向的液体分子对它的碰撞不平衡, 因此, 只有微粒越小、温度越高时, 布朗运动才越激烈。所以只有选项 D 正确。

[答案] D

[点评] 本题主要考查对布朗运动的理解, 要求能从布朗运动产生的原因及其与颗粒大小、温度高低的关系, 以及运动轨迹记录等方面去全面认识布朗运动。启示我们对物理现象应该从产生的原因出发, 通过观察、分析及正确记录和描述等方面去整体把握。

◆ [考题 8] 小炭粒在水中做布朗运动的现象说明()。

- A. 小炭粒的分子在做剧烈的热运动
- B. 水分子在做剧烈的热运动
- C. 水分子之间是有空隙的
- D. 水分子之间有分子作用力

(2006 年河北联考)

[解析] 布朗运动是液体分子做无规则运动撞击颗粒的结果, 所以, 小炭粒在水中做布朗运动并不能说明小炭粒的分子在做剧烈的运动, 而只是间接说明水分子在做剧烈的运动, 故选项 A 错误, B 正确, 颗粒产生布朗运动的原因不是因为分子的间隙和分子间的作用力, C、D 选项皆错。

[答案] B

[点评] 布朗运动不是分子的运动, 是液体(或气体)撞击固体小颗粒的结果, 但它反映了液体分子运动的无规则性。

◆ [考题 9] 下列有关扩散现象与布朗运动的叙述中, 正确的是()。

- A. 扩散现象与布朗运动都能说明分子在做无规则的永不停息的运动
- B. 扩散现象与布朗运动没有本质的区别
- C. 扩散现象突出说明了物质的迁移规律, 布朗运动突出说明了分子运动的无规则性规律
- D. 扩散现象与布朗运动都与温度有关

(2006 年山东联考)

[解析] 布朗运动没有终止, 而扩散现象有终止, 当物质在一个能到达的空间实现了分布均匀, 那么扩散现象结束, 扩散现象结束不能反映分子运动是否结束, 因此能说明分子永不停息地运动的只有布朗运动, 所以 A 错。扩散是物质分子的迁移, 布朗运动是宏观颗粒的运动, 是两种完全不同的运动, 则 B 错。两个实验现象说明了分子运动的两个不同侧面的规律, 则 C 正确。两种运动随温度的升高而加剧, 所以都与温度有关。

[答案] C、D

[点评] 准确理解扩散现象和布朗运动的实质, 是作出正确选择的关键。

◆ [考题 10] 当两个分子之间距离为 r_0 时, 正好处于平衡状态, 下面关于分子间相互作用的引力和斥力的各种说法中, 正确的应是()。

- A. 两分子间的距离 $r < r_0$ 时, 它们之间只有斥力作用
- B. 两分子间的距离 $r < r_0$ 时, 它们之间只有引力作用

(1) 分子间有相互作用的实例

人教版第二节

扩散现象、布朗运动、气体容易被压缩、水和酒精混合后的体积小于两者原来的体积之和, 这些现象都说明分子之间有空隙. 分子间虽然有空隙, 大量分子却能聚集在一起形成固体或液体, 说明分子间存在着引力. 固体保持一定的形状, 液体保持一定的体积而分子间又有引力, 又能保持一定的空隙, 没有被紧紧吸在一起, 说明分子之间还存在着斥力. 分子之间同时存在着引力和斥力.

物体不易拉长, 压紧的铅块能够结合在一起, 这是分子间存在引力的宏观表现; 用力压缩物体, 物体内要产生反抗压缩的弹力, 这是分子间存在斥力的宏观表现.

(2) 分子间存在分子力

① 分子间同时存在着相互作用的引力和相互作用的斥力; 分子力是分子间的合力.

② 分子间的引力和斥力都随着分子间距离的增大而减小, 随着分子间距离的减小而增大; 但斥力较引力变化快些.

③ 当固体不被压缩和拉伸时, 分子间的距离 $r = r_0$; 当固体被压缩时 $r < r_0$, 分子力表现为斥力; 当固体被拉伸时 $r > r_0$, 分子力表现为引力.

④ 当物体被拉伸时 $r \geq 10r_0$, $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 都迅速减为零, 分子力为零, 若还有力的作用, 也表现为引力.

10. 分子力的特点和规律——图解法分析分子受力

(1) 图象分析

在分析分子间的作用力时, 可设分子甲在 O 点, 分子乙在 r 轴上移动, 这样, 物理情景和物理过程相对清楚一些, 如图 1-1-5 所示:

① 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.

② 分子间的引力和斥力都随距离变化, 但变化情况不同, 如图 1-1-5 所示, 其中, 虚线分别表示两个分子间引力和斥力随距离变化的情形, 实线表示它们的合力 F 随分子间距离 r 变化的情形.

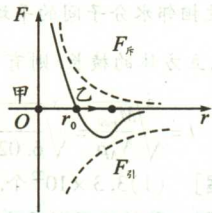


图 1-1-5

(2) 分子力的特点和规律

- ① 当 $r = r_0$ 时, $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 的合力 $F = 0$.
- ② 当 $r < r_0$ 时, $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 都随着距离的减小而增大, 但 $F_{斥}$ 增大得更快, 因而分子间的作用力表现为斥力.
- ③ 当 $r > r_0$ 时, $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 都随着距离的增大而减小, 但 $F_{斥}$ 减小得更快, 因而分子间的作用力表现为引力.
- ④ 当 $r > 10r_0$ (10^{-9} m) 时, $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 都变得很小, 可认为分子间无相互作用力 ($F = 0$).

(3) r_0 的意义

分子间距 $r = r_0$ 时, 分子间的作用力等于零, 所以相当于距离 r_0 的位置叫做平衡位置. r_0 的数量级约为 10^{-10} m.

[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, 并不是静止不动的.

C. 两分子间的距离 $r < r_0$ 时, 既有引力作用又有斥力作用, 而且斥力大于引力

D. 两分子间的距离等于 $2r_0$ 时, 它们之间既有引力又有斥力, 而且引力大于斥力

[解析] 分子之间既有相互的引力又有相互的斥力, 引力和斥力是同时存在的, 这跟分子间距离 r 无关. 分子间引力、斥力和分子大小及性质跟分子间距离 r 有关.

$r = r_0$ 是分界线, 当 $r = r_0$ 时, $F_{引} = F_{斥}$; 当 $r > r_0$ 时, $F_{引} > F_{斥}$;

当 $r < r_0$ 时, $F_{斥} > F_{引}$.

由上述可知, A、B 是不正确的, C 是正确的.

当 $r = 2r_0$ 时, 即 $r > r_0$ 时, $F_{引} > F_{斥}$, 所以选项 D 是正确的.

当 $r > 10r_0$ 时, $F_{引} = 0, F_{斥} = 0, F_{合} = 0$, 此时分子间相互作用力可以忽略不计.

[答案] C、D

◆ [考题 11] 如图 1-1-9 所示, 甲分子固定在坐标原点 O , 乙分子位于 x 轴上, 甲分子对乙分子的作用力与两分子间距离的关系如图中曲线所示, $F > 0$ 为斥力, $F < 0$ 为引力, a, b, c, d 为 x 轴上四个特定的位置. 现把乙分子从 a 处由静止释放, 则 ().

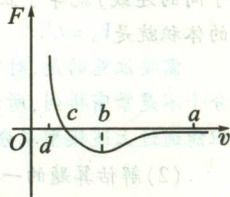


图 1-1-9

- A. 乙分子从 a 到 b 做加速运动, 由 b 到 c 做减速运动
- B. 乙分子从 a 到 c 做加速运动, 到达 c 时速度最大
- C. 乙分子从 a 到 b 的过程中, 两分子间的分子势能一直减少
- D. 乙分子从 b 到 d 的过程中, 两分子间的分子势能一直增加

[解析] 乙分子从 a 到 b , 再到 c 的过程中, 分子之间均表现为引力, 所以乙分子始终做加速运动, 且到达 c 点时速度最大, 故 A 错, B 正确. 乙分子从 a 到 b 的过程中, 分子的引力一直做正功, 因此, 两分子间的分子势能一直减少, 故 C 正确. 乙分子从 b 到 c 的过程中, 分子引力仍然做正功, 故两分子间的分子势能仍在减少, 从 c 到 d 的过程中, 分子间的斥力做负功, 则分子间的势能增加, 故 D 错.

[答案] B、C

[点评] 本题综合性较强, 关键是必须把运动学、动力学以及分子间的相互作用力的变化结合起来讨论.

◆ [考题 12] 已知铜的摩尔质量 $M = 63.5$ g/mol, 铜的密度是 $\rho = 8.9$ g/cm³, 阿伏加德罗常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ mol⁻¹. 若每个铜原子可提供 1 个自由电子, 试估算铜导体中自由电子的密度.

[解析] 估算分子数的关键是求出被估算对象的摩尔数. 只要知道了被估算对象的摩尔数 $n_{摩}$, 便可利用阿伏加德罗常数 N_A 求出其中含有的分子数 $n_{分} = n_{摩} N_A$.

体积 $V = 1$ m³ 铜的摩尔数为

$$n_{摩} = \frac{\rho V}{M_{摩}} = \frac{8.9 \times 10^3 \times 1}{63.5 \times 10^{-3}} \text{ mol} = 1.4 \times 10^5 \text{ mol}.$$

体积 $V = 1$ m³ 铜的原子数为 $n = n_{摩} N_A = 1.4 \times 10^5 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个 $= 8.4 \times 10^{28}$ 个. 由每个铜原子可提供 1 个自由电子可知, 铜导体中自由电子数为 $n_{电} = n$, 所以铜导体中自由电子的密度为

$$\rho_{电} = \frac{n_{电}}{V} = \frac{8.4 \times 10^{28}}{1} \text{ 个/m}^3 = 8.4 \times 10^{28} \text{ 个/m}^3.$$