思维点拨丛书

高中物理新教材解读

张政宗　邢　标　朱　焱　编

上海科学技术文献出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.

高中物理新教材解读
张政宗　邢　标　朱　焱　编
*
上海科学技术文献出版社出版发行
（上海市武康路2号　邮政编码200031）
全国新华书店经销
□□□□□□□□□印刷厂印刷
*
开本 0000×0000　1/32　印张 00　字数 00
2003年　月第　版　2003年　月第　印刷
印数：1—0000
ISBN 7-5439-00-0/0·00
定价：00.00元

前　言

在新一轮基础教育课程改革中，物理教学内容的改革取得了很大的进展。高中物理新教材的推广，改变了原教材缺乏弹性、内容偏旧和过于注重书本知识的状况，加强了教学内容与学生生活和现代科技发展的联系，关注学生的学习兴趣和经验，有利于培养学生的创新精神和实践能力，及适应社会生活的能力。为了配合新教材的使用和学习，我们编写了这套高中物理思维点拨丛书，以倡导学生主动学习、乐于探究、勤于思考，培养学生搜集信息、处理信息和自学能力。

本丛书依据教育部最新颁发的教学大纲和考纲要求及新教材的相关内容，对高中物理按专题分层次编写。在《高中物理新教材解读》中，着重对物理综合问题、应用问题、实验问题、思想方法四个热点专题作了精要的概括与剖析，强化方法意识，拓宽分析思路，帮助学生进一步巩固和深化相关知识，提高发现问题、分析问题及解决问题的兴趣和能力。本丛书的章节安排基本与教材同步，其中每节中分为以下几个栏目：

1. 知识要点和基本方法：对每节内容中的知识要点进行简明扼要的概括，梳理知识，帮助学生把握本节的重点内容和教学要求，理清知识脉络，牢固掌握知识点；对知识应用中的基本方法进行适当分析，具有指导性，起到了画龙点睛的作用。

2. 基础型训练题思维点拨：偏重于物理概念的辨析和基础型题解题过程的分析。前一部分通过对精选例题的示范解析、小结启示，给予解题思路和学习方法的具体指导，逐步培养学生联系实

际、应用知识、分析和解决问题的能力。后一部分是基础训练题，以检查和巩固学习效果。

3. 提高型训练题思维点拨：偏重于综合应用题和疑难问题的分析和点拨。通过解题指导，对问题的思考方法和综合应用能力的培养作了合理的延伸和拓展，旨在提高学生的综合能力与应用能力。训练题中精心选择体现能力和素质，能反映当前社会生活和实际需要的题目，适应了目前社会的形势与发展，体现了高考对能力的要求，也照顾了不同层次学生的要求。

4. 综合与博览：通过一些科技材料，或者通过几个物理知识在生活、生产实际中的应用实例，提出与社会实际和学生生活经验相联系的若干问题，引导学生自主地研究问题，开拓知识面，培养学生的知识迁移能力和创新意识，激发学生的兴趣，这个栏目与目前高考改革的趋势十分吻合，有一定新意。

5. 单元测试，每讲都备有单元测试题 A、B 两套试卷，难易程度不同，用于综合能力反馈测评，便于学生灵活选用。

由于水平所限，难免疏漏不妥之处，希望广大师生在使用过程中多提宝贵意见，以利提高，谢谢。

编者

2003 年 6 月

内 容 提 要

针对高中物理新教材特点和考纲要求，着重在物理综合问题、应用问题、实验问题、思想方法四个热点专题中作了精要的概括与剖析，强化方法意识，拓宽分析思路，帮助学生进一步巩固和深化相关知识，提高学生发现问题、分析问题及解决问题的兴趣和能力。

需要全本请访问 www.ertongbook.

目　录

第一讲　热学 …… (1)
　§1.1　**分子动理论** …… (1)
　§1.2　**能量守恒** …… (13)
　§1.3　**气体性质** …… (25)
　综合与博览　能源的开发和利用 …… (43)
　单元测试题(A 卷) …… (50)
　单元测试题(B 卷) …… (52)

第二讲　光学 …… (57)
　§2.1　**光的反射,平面镜** …… (57)
　§2.2　**光的折射** …… (64)
　§2.3　**全反射,棱镜** …… (72)
　§2.4　**光的干涉、衍射** …… (80)
　§2.5　**光的电磁说,偏振,激光** …… (87)
　综合与博览　光导纤维及其应用 …… (94)
　单元测试题(A 卷) …… (97)
　单元测试题(B 卷) …… (101)

第三讲　近代物理初步 …… (107)
　§3.1　**光电效应,光子** …… (107)
　§3.2　**光的波粒二象性** …… (112)
　§3.3　**玻尔的原子模型,能级,物质波** …… (114)

单元测试题(A卷) …… (117)
单元测试题(B卷) …… (119)
§3.4 原子的核式结构,原子核 …… (121)
§3.5 天然放射现象,衰变,放射性的应用与防护 … (126)
§3.6 核反应,核能,聚变和裂变 …… (131)
综合与博览 受控核聚变 …… (139)
单元测试题(A卷) …… (139)
单元测试题(B卷) …… (142)

第四讲 物理综合问题分析 …… (145)
§4.1 力和运动 …… (145)
单元测试题(A卷) …… (163)
单元测试题(B卷) …… (168)
§4.2 守恒定律 …… (174)
单元测试题(A卷) …… (189)
单元测试题(B卷) …… (193)
§4.3 电磁学中的场和路 …… (199)
单元测试题(A卷) …… (216)
单元测试题(B卷) …… (221)
§4.4 光,分子,原子,原子核 …… (227)
单元测试题(A卷) …… (238)
单元测试题(B卷) …… (242)

第五讲 物理应用型问题分析 …… (247)
§5.1 深刻挖掘题源素材 …… (248)
§5.2 科学建立物理模型 …… (258)
§5.3 认真领会物理原理 …… (273)
§5.4 归纳综合信息 …… (283)
§5.5 充分注意学科渗透 …… (295)
单元测试题 …… (307)

第六讲　物理实验问题分析 …… (315)
§6.1　**重视对基本仪器的使用和读数** …… (315)
§6.2　**实验原理及实验设计思想方法** …… (326)
§6.3　**实验器材和实验装置的选择** …… (335)
§6.4　**实验的操作程序** …… (349)
§6.5　**实验数据处理的方法** …… (359)
§6.6　**实验误差分析** …… (369)
§6.7　**设计型实验分析的基本策略** …… (378)
单元测试题(A **卷**) …… (389)
单元测试题(B **卷**) …… (395)

第七讲　物理思想方法剖析 …… (404)
§7.1　**物理建模的思想方法及应用** …… (404)
§7.2　**整体的思想方法及应用** …… (416)
§7.3　**等效的思想方法及应用** …… (427)
§7.4　**对称的思想方法及应用** …… (440)
§7.5　**极限思想方法及应用** …… (452)
综合与博览　思维方式在物理知识形成中的作用 …… (460)
单元测试题 …… (463)

第一讲　热　　学

§1.1　分子动理论

一、知识要点和基本方法

1. 分子动理论

(1) 物质是由大量分子组成的

① 一切物体由大量分子组成，分子是保持物质化学性质的最小粒子。分子的质量和体积都很小，分子直径的数量级（一些有机物质的大分子例外）是 10^{-10} m，分子质量的数量级是 10^{-26} kg。

② 阿伏伽德罗常数：一摩尔(mol)的任何物质都含有相同的分子数，这个数值 $N_A = 6.02 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$。阿伏伽德罗常数是联系微观物理量与宏观物理量的桥梁，所以涉及分子动理论中有关分子大小的计算时，常常用到阿伏伽德罗常数及其相关公式，高考也常在这个问题上设置题目，因此，把与阿伏伽德罗常数有关的公式收集整理如下：

设 m：物质质量，M：摩尔质量，m_0：分子质量，V：物质体积，V_M：摩尔体积，V_0：分子体积，V_0'：气体分子所占据的平均空间体积，N_A：阿伏加德罗常数，n：物质的量（摩尔数），N：分子总个数，ρ：物质的密度，d：分子直径，d'：气体分子之间的平均距离。

则有以下公式：

1) $\rho = m/V = M/V_M = m_0/V_0$(固，液) $= m_0/V_0'$(气，固，液)

2) $N = N_A \cdot n = m/m_0 = V/V_0$(固，液) $= V/V_0'$(气，固，液)

3) $n = N/N_A = m/M = V/V_M$

4) $m_0 = M/N_A = m/N$

5) $V_0 = V_0' = \dfrac{V_M}{N_A} = \dfrac{V}{N}$(固,液)　$V_0' = \dfrac{V_M}{N_A} = \dfrac{V}{N}$(气)

6) $d = d' = \sqrt[3]{V_0} \approx \sqrt[3]{\dfrac{6V_0}{\pi}}$(固、液物质)　$d' = \sqrt[3]{V_0}$(气)

7) 估算非标准状态下气体分子间的平均距离 $r = \sqrt[3]{\dfrac{p_0 V_{mol} T}{T_0 p N_A}}$($p_0$、$T_0$ 分别为标准状态下的压强和温度,p、T 分别为非标准状态下的压强和温度)

8) 油膜实验估测分子直径 $d = \dfrac{V}{S}$

③ 记忆思路:

1) N_A 是联系宏观和微观的桥梁;

2) ρ 是联系质量和体积的纽带;

3) $N = N_A \cdot n$ 是记忆的主线。

(2) 构成物体的分子永不停息地做无规则热运动

分子动理论的实验基础是扩散运动和布朗运动。

① 扩散运动:不同的物质互相接触时彼此进入对方的现象,温度越高,扩散越快。

② 布朗运动:1827 年英国植物学家布朗在显微镜下观察到的悬浮在液体中的花粉颗粒永不停息、无规则的运动。

两者比较如表 1-1 所示。

表 1-1

	扩散运动	布朗运动
本　质	是分子运动	是固体颗粒运动,是液、气体分子运动的反映
产生条件	两物质相接触	固体颗粒悬浮在液体中或气体中
影响快慢因素	温度高低	温度高低,颗粒大小

③ 绝对零度不能到达与分子热运动不会停止相对应。

(3) 分子间存在相互作用力

① 分子间同时存在斥的作用和引的作用,合力称为分子力。

② 特点:分子间同时存在的斥的作用和引的作用都随着分子间距的增大而减小,随分子间距的减小而增大。

如图 1-1 所示:

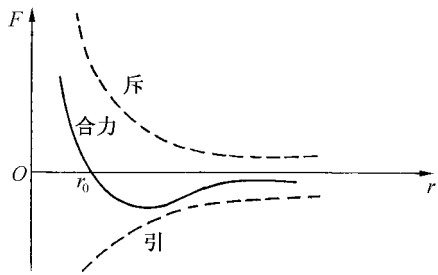

图 1-1

$r = r_0$ 时,$f_{引} = f_{斥}$,分子力 $F = 0$

$r < r_0$ 时,$f_{斥} > f_{引}$,分子力 F 为斥力

$r > r_0$ 时,$f_{斥} < f_{引}$,分子力 F 为引力

r 大于 $10r_0$,$f_{斥} \approx f_{引} \approx 0$,分子力 $F = 0$

分子间复杂变化的作用力是由于原子内部所带正、负电荷之间的相互作用力等因素引起的。

2. 用分子动理论解释有关现象

(1) 解释物质是可分的,分子是组成物质并保持物质化学性质的基本粒子。

(2) 解释温度是大量分子热运动剧烈程度的宏观表现。

(3) 解释气体压强产生的微观原因。

3. 用分子动理论求解有关问题的基本方法

(1) 凡涉及分子总数、分子大小等数值运算的,务必先进行字母运算,化简代数式后再进行数字运算,并注意科学计数法的正确

需要全本请访问 www.ertongbook.

运用和有效数字的位数。

(2) 凡涉及分子热运动现象的解释,务必注意分清是分子的热运动还是小颗粒的无规则运动,说理时加以区分。

(3) 有关分子作用力的描述首先要区分所讲力是分子间的分力作用还是合力作用,其次要分清分子间斥和引作用的不同变化规律。

二、基础型训练题思维点拨

【解题指导】

例 1 把一滴体积 $V = 0.3 \times 10^{-3}\ \mathrm{cm}^3$ 的油滴滴在水面上,使其尽可能散开形成单分子油膜,现测得油膜面积 $S = 0.5\ \mathrm{m}^2$,油的摩尔质量 $M = 0.1\ \mathrm{kg/mol}$。密度 $\rho = 0.8 \times 10^3\ \mathrm{kg/m}^3$,设想分子为球形。求:(1) 油分子的直径。(2) 由题给条件粗略估计阿伏伽德罗常数。

分析与解 (1) 油分子直径 $d = \dfrac{V}{S} = \dfrac{0.3 \times 10^{-3} \times 10^{-6}}{0.5} = 6 \times 10^{-10}(\mathrm{m})$

(2) 油分子体积为 $V_0 = \dfrac{4}{3}\pi\left(\dfrac{d}{2}\right)^3 = \dfrac{1}{6}\pi d^3$

油的摩尔体积为 $V_{\mathrm{mol}} = \dfrac{M}{\rho}$

故 $N_{\mathrm{A}} = \dfrac{V_{\mathrm{mol}}}{V_0} = \dfrac{M}{\rho V_0} = \dfrac{0.1}{0.8 \times 10^3 \times \frac{\pi}{6} \times (6 \times 10^{-10})^3} = 1 \times 10^{24}$(个 /mol)

说明 把油膜看作单分子层,油分子当作球是一种科学近似。因为油滴和油膜的体积相等,所以油膜的厚度就相当于油分子直径。由此可以计算油分子的直径,知道油分子的直径,也就知道了油分子的体积,再由油的摩尔体积,就可以算出阿伏伽德罗常数,由于油分子的直径是粗略估算的,所以由此算出的阿伏伽德罗常数也是近似的。

本题常见的错误是单位换算错误，为了减少错误，应将各量统一于国际单位制中。

例 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. 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

分析与解　这些用肉眼可以看到的微粒是较大的，某时刻它们受到的各方向空气分子碰撞的合力几乎为零，这么微小的合力对相当大的微粒来说，是不能使它做布朗运动的，这些微粒的运动是气流和重力作用引起的。

答：B，D。

说明　对指定物体的运动性质进行判定时，主要根据其运动特征、性质及对运动过程进行剖析，按照有关概念作出判断。

例 3　一段小铅柱，用刀切成两段，然后把两个断面对接，稍用压力就能使两段铅柱接合起来，一端挂几千克的重物，也不会把铅柱拉开，而玻璃碎了却不能重新接合，为什么？

分析与解　上述实验说明：第一，分子间有力的作用；第二，分子间的作用力与分子间的距离有关，铅块切口很平时，稍用压力就能使两断面分子间距离达到吸引力作用的距离，使两段铅块重新接合起来，玻璃断面凹凸不平，即使用很大的力也不能使两断面间距接近分子引力作用的距离，所以碎玻璃不能接合；若把玻璃加热，玻璃变软，亦可重新接合。

说明　对于日常生活中的一些常见现象，要能够应用分子间作用力的规律对其物理本质作出合理的解释。

【训练题】

一、选择题

1. 若把物质的分子看作球形，一般物质的分子直径的数量级是　　(　　)

A. 10^{-8}m　　B. 10^{-10}m　　C. 10^{-14}m　　D. 10^{-15}m

2. 下列关于布朗运动的说法中正确的是　　(　　)

A. 布朗运动是指液体分子的无规则运动

B. 液体中的悬浮颗粒越大，布朗运动越显著

C. 布朗运动的产生原因是液体中悬浮颗粒内分子在做无规则运动

D. 布朗运动的产生原因是液体内分子在做无规则运动，并且分子对小颗粒的碰撞不均匀

3. 从下列哪组数据可以算出阿伏伽德罗常数？ （ ）

A. 水的密度和水的摩尔质量

B. 水分子的体积和水分子的质量

C. 水的摩尔质量和水分子的体积

D. 水分子的质量和水的摩尔质量

4. 同一物质可以处于固、液、气三种状态，这是由哪些因素决定的，以下答案正确的是 （ ）

A. 只由分子力决定

B. 只由分子无规则运动决定

C. 由分子力和分子无规则运动共同决定

D. 与分子力和分子无规则运动都无关

5. 下列哪些现象说明分子之间存在相互作用，以下答案正确的是 （ ）

A. 压缩气体要费力　　B. 固体、液体很难被压缩

C. 气体分子无限地扩散　　D. 打破的玻璃很难使其复原

二、填空题

6. 某种物质的摩尔质量为 M，密度为 ρ，若用 N_A 表示阿伏伽德罗常数，则每个分子的质量为_____，每立方米中这种物质包含的分子数为_____，平均每个分子所占的空间为_____。

7. 悬浮在液体中的微粒，由于受到周围各个方向的_____撞击作用，并且这种撞击作用是_____的，因而产生了布朗运动。微粒越小，这种撞击作用越_____，因而布朗运动越_____。

三、计算与论述题

8. **已知水分子直径为** 4.0×10^{-10} m，**水的密度为** 1.0×10^{3} kg/m^{3}，**水的摩尔质量为** 1.8×10^{-2} kg/mol，**由此估算阿伏伽德罗常数是多少(保留** 2 **位有效数字)？**

9. **某容器的容积为** 10 L，**内装氢气的密度为** 0.1 kg/m^{3}。**问：**

(1) **该容器内氢气的质量为多少？**

(2) **该容器内含有多少个氢分子？**

10. **铝的摩尔质量为** 2.7×10^{-2} kg/mol，**铝的密度为** 2.7×10^{3} kg/m^{3}，**由此可以估算铝原子的直径大小是多少(**$N_A=6.02\times10^{23}$ mol^{-1}，**保留** 2 **位有效数字)？**

【参考答案与提示】

1. B **2.** D **3.** D **4.** C **5.** B **6.** M/N_A，$\rho\cdot N_A/M$，$M/\rho\cdot N_A$ **7. 液体分子，不均匀的，大，明显**

8. 水的摩尔体积 $V=\dfrac{M}{\rho}$

阿伏伽德罗常数 $N=\dfrac{V}{v}=\dfrac{M}{\rho\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^{3}}=\dfrac{6M}{\rho\pi D^{3}}$

$$=\frac{6\times1.8\times10^{-2}}{10^{3}\times3.14\times64\times10^{-30}}$$

$$=5.4\times10^{23}(\text{mol}^{-1})$$

9. (1) $m=\rho v=0.1\times10^{-3}=10^{-4}(\text{kg})$

(2) $n=\dfrac{m}{M}\cdot N_A=\dfrac{10^{-4}}{2\times10^{-3}}\times6.02\times10^{23}=3.01\times10^{22}$(**个**)

10. 摩尔体积 $V=\dfrac{M}{\rho}$

每分子体积 $V_0=\dfrac{V}{N_A}=\dfrac{M}{\rho N_A}$

每分子体积 $V_0=\dfrac{4}{3}\pi\left(\dfrac{D}{2}\right)^{3}$

$\therefore D=\sqrt[3]{\dfrac{6M}{\pi\rho N_A}}=3.2\times10^{-10}$ m

三、提高型训练题思维点拨

【解题指导】

例 1　质量 $M=1.2\ \mathrm{g}$ 的某种气体，其分子由氢和碳两种元素的原子组成，该气体中有 $N=4.5\times10^{22}$ 个分子，则该气体的分子式是什么？一个分子中氢原子的质量是多少？碳原子的质量是多少？

若 $1\ \mathrm{mol}$ 该种气体完全燃烧能放出 $890\ \mathrm{kJ}$ 的热量，将该气体完全燃烧，相应的化学反应方程是什么？放出多少能量，这些热量的 50% 被 $500\ \mathrm{g}$、$20℃$ 的水吸收，水温将升到多少度？（$c_{水}=4.2\times10^{3}\ \mathrm{J/kg\cdot℃}$）

分析与解　该种气体一个分子的质量 $m_0=\dfrac{M}{N}=\dfrac{1.2\times10^{-3}}{4.5\times10^{22}}=2.67\times10^{-26}\ \mathrm{kg}$。

该种气体分子的相对分子质量为 $\dfrac{2.67\times10^{-26}}{1.67\times10^{-27}}\approx16$，**所以分子式为** CH_4。

一个分子中氢原子和碳原子的质量分别为：

$$M(\mathrm{H})=4\times1.67\times10^{-27}=6.68\times10^{-27}\ \mathrm{kg}$$

$$M(\mathrm{C})=12\times1.67\times10^{-27}\approx2\times10^{-26}\ \mathrm{kg}$$

$$CH_4+2O_2\xrightarrow{\text{点燃}}CO_2+2H_2O;$$

$$Q=\frac{1.2}{16}\times890=66.75\ \mathrm{kJ}$$

其一半被水吸收后水温升高 $\Delta t=\dfrac{\frac{1}{2}Q}{cm}=\dfrac{66.75\times10^{3}}{2\times4.2\times10^{3}\times0.5}\approx16\ ℃$

水温将升高到 $20+16=36\ ℃$

说明　本题为物理、化学知识的综合，通过阿伏伽德罗常数和克拉珀龙方程可建立物理、化学上多个综合知识点。化学方程式计算中常用摩尔的概念，正好与分子运动论知识形成联系。

例 2　有一真空容器，在室温下容器内的气压为 10^{-8} Pa，估算该容器内 1 cm³ 气体中的分子数，估算时取一位有效数字，1 标准大气压等于 1×10^{5} Pa，阿伏伽德罗常数 $N_0=6.0\times10^{23}$ mol^{-1}。

分析与解　取室温为 0℃，气体质量为 1 mol，应有分子数 $N_0=6.0\times10^{23}$ mol^{-1}，体积 $V_0=22.4\times10^{-3}$ m³，现体积为 $V=1$ cm³ $=1\times10^{-6}$ m³，压强为 $p=10^{-8}$ Pa，则应有分子数 $x=\dfrac{pV}{p_0V_0}N_0=\dfrac{1\times10^{-8}\times1\times10^{-6}\times6\times10^{23}}{1\times10^{5}\times22.4\times10^{-3}}=2.67\times10^{6}\approx3\times10^{6}$。

说明　本题中给出的条件为“室温”，取值可在常规范围内任选，取室温为 0℃，则用比例方法可得分子数 x 满足 $\dfrac{x}{N_0}=\dfrac{pV}{p_0V_0}$，所以 $x=\dfrac{pV}{p_0V_0}N_0$。

例 3　容器里盛有温度为 T 的气体，器壁的温度为 T_c，试问哪一种情况气体对器壁产生的压强大；壁的温度比气体低（$T_c<T$）或比气体高（$T_c>T$）？

分析与解　如果器壁温度 T_c 与气体温度 T 相同，那么分子碰撞器壁后，动量的垂直分量 p_x 变为 $-p_x$，故动量的变化量为 $2p_x$，当器壁温度 $T_c>T$ 时，气体被加热，这意味着气体分子离开器壁时速度比飞来时大，因而动量也大，结果动量变化大于 $2p_x$。

如果 $T_c<T$，那么气体被冷却，即气体分子离开器壁时速度比飞来时小，显然，在这种情况下动量变化小于 $2p_x$，所以当器壁比气体高时（$T_c>T$），气体对器壁的压强大。

说明　本题用分子动理论，结合力学碰撞知识解释有关热现象，是高中热学教学的主要内容，正确理解气体压强产生的微观模型是正确解本题的关键。

【训练题】

一、选择题

1. **标准状态下，1 cm³ 的氧气含有氧分子个数的数量级为**

（　　）

需要全本请访问 www.ertongbook.