



● 热学 电学卷 ●

中学物理解题大全

上海科学技术出版社

中学物理解题大全

· 热学 电学卷 ·

王祖善	王溢然	许镇国	陈天竹	编
孙正铨	蔡富生	贾维孝	一方	
	袁定一	石斯智	审	

上海科学技术出版社

中学物理解题大全

· 热学 电学卷 ·

王祖善 王溢然 许镇国 陈天竹
孙正铨 蔡富生 贾维孝 一方 编
袁定一 石斯智 审

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海东方印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 17.5 字数 388,000

1990年3月第1版 1990年3月第1次印刷

印数: 1—2,000

ISBN 7-5323-1216-X/G·169

定价: 6.55元

出版说明

《中学物理解题大全》主要供各类中等学校及各地物理奥林匹克学校教师教学时使用，也可供物理爱好者及中等学校学生参考。

本大全按力学、热学和电学、光学和原子物理，分三卷出版。

编纂本大全时，贯彻如下原则：

(1) 力求选题面广、题型齐全、题目精当，注重题材的广泛性、代表性、典型性。尽可能筛选收录国内、外物理解题工具书和各种有关资料中的优秀物理命题，我国历届高等学校入学试题(包括副题)及近年来上海、广州等地高等学校入学试题，以及中等物理范围内传统的知名题。

(2) 从实际出发，立足物理教学大纲的精神，紧密联系现行物理课本，以期符合我国国情。

(3) 注重物理概念的运用，不搞数学游戏，重视培养独立思考、分析推理、严密论证以及运用理论知识解决实际问题的能力。

(4) 注意知识体系的科学性、题材归类的合理性，题目编排的次序按由浅入深，由简及繁的原则，逐步深入提高。

本卷由王祖善、王溢然、许镇国、陈天竹、孙正铨、蔡富生、贾维孝、一方等同志编写，每章起首部分的重要公式表、概念辨析、解题规律由石斯智统一编写，石斯智、王溢然同志统稿并计算核对，袁定一、石斯智同志审阅定稿。

凡 例

1. 本卷共分十二章,收录热学、电学题目 834 道。

2. 题目按本学科传统知识体系的章节编序,每节所收的题目按题型分类,题型出现的先后是:选择题、说理题、计算题、论证题。

3. 在各章开头都有重要公式表、概念辨析、解题规律等栏目,提供解题或证题所需要的物理定律、法则、公式等知识提要,作为解题的依据。

4. 对典型题或较难的题目,以[分析]的形式提示解题的关键和基本思考方法;另以[说明]的形式总结有关解题规律,分析常见的错误。

5. 题目解答一般是一题一解,注重物理概念的运用,部分题目有其他较好解法的,则一题多解。本书中已收录题目的结论,在其他题目引用时,一般不再重复。

6. 本卷涉及的热学、电学知识,基本上按照现行中等学校教学大纲的要求。超出大纲要求的知识以及部分难度较高的题目,不超过总题数的 8%,仅供教师参考。

7. 因物理实验题另有专章,本卷不收热学、电学实验题。

目 录

热学

第一章 分子运动论基础 (1~15 题).....王祖善 (1)

第二章 内能 能的转化和守恒定律 (1~20 题)
.....王祖善 (8)

第三章 气体的性质.....王祖善 (19)

§ 1. 理想气体的状态方程 (1~45 题)..... (23)

§ 2. 克拉珀龙方程 (46~74 题) (50)

§ 3. 气体分子运动的特点 理想气体的内能 (75~98 题) ... (68)

第四章 固体和液体的性质.....蔡富生 (81)

§ 1. 晶体和非晶体 晶体的空间点阵 (1~9 题)..... (85)

§ 2. 液体的微观结构和表面现象 (10~31 题) (88)

§ 3. 浸润和不浸润 毛细现象 (32~54 题) (98)

第五章 物态变化.....蔡富生 (110)

§ 1. 熔解和凝固 (1~22 题)..... (113)

§ 2. 液体的汽化 饱和汽 (23~55 题) (123)

§ 3. 气体的液化 湿度和露点 (56~69 题) (140)

电学

第六章 电场.....孙正铨 (147)

§ 1. 库仑定律 电场强度 (1~27 题)..... (152)

§ 2. 电场中的导体 电势能 电势和电势差 (28~69 题) ... (166)

§ 3. 带电粒子在电场中的运动 (70~94 题) (191)

§ 4. 电容和电容器的连接 (95~120 题)..... (210)

第七章 稳恒电流.....陈天竹 (227)

§ 1. 欧姆定律 电阻定律 串、并联电路 (1~40 题) (232)

中学物理解题大全 (热学 电学卷)

§ 2. 电动势 闭合电路的欧姆定律 (41~80 题)	(253)
§ 3. 电功 电功率 焦耳定律 (81~109 题)	(278)
§ 4. 电阻的测定 (110~125 题)	(297)
第八章 物质的导电性	陈天竹 一方 (308)
§ 1. 金属、液体和气体的导电性 (1~22 题)	(311)
§ 2. 半导体 晶体二极管 晶体三极管 (23~31 题)	(320)
第九章 磁场	许镇国 (325)
§ 1. 磁场 (1~11 题)	(329)
§ 2. 磁场对通电导体的作用 (12~52 题)	(335)
§ 3. 磁场对运动电荷的作用 (53~105 题)	(362)
第十章 电磁感应	王溢然 贾维孝 (407)
§ 1. 电磁感应 楞次定律 (1~24 题)	(411)
§ 2. 法拉第电磁感应定律 (25~71 题)	(423)
§ 3. 电磁感应现象中能量的转化 (72~89 题)	(461)
§ 4. 自感 涡流 (90~107 题)	(480)
第十一章 交流电	一方 (491)
§ 1. 交流电的基本概念 (1~22 题)	(496)
§ 2. 交流电路 交流电的功率 (23~40 题)	(512)
§ 3. 变压器 整流 滤波 三相交流电 (41~71 题)	(522)
第十二章 电磁振荡和电磁波 (1~19 题)	一方 (540)

热 学

第一章 分子运动论基础

概念 辨 析

1. 分子运动论

(1) 物质是由大量分子组成的,分子之间有间隙,一般分子直径的数量级是 10^{-10} 米。

(2) 分子永不停息地做无规则运动。扩散现象和布朗运动等实验证实了分子的无规则运动。

(3) 分子之间同时存在着相互作用的引力和斥力。当两分子间的距离等于某个值 r_0 (数量级为 10^{-10} 米) 时,分子间的引力和斥力相互平衡,分子间作用力为零。当分子间的距离小于 r_0 时,引力和斥力虽然都随着距离的减小而增大,但是斥力增大得更快,因而分子间的作用力表现为斥力。当分子间距离大于 r_0 时,斥力比引力减小得更快,分子间的作用力表现为引力。当分子间距离的数量级大于 10^{-9} 米时,分子间的作用力可以忽略不计。

(4) 分子力的作用使分子聚集在一起,而分子的无规则运动将使它们分散开来。正是由这两个因素决定了物体的气、液、固三种不同的状态。

2. 阿伏伽德罗常数

(1) 1 摩的任何物质所含有的粒子数叫做阿伏伽德罗常

数 N , $N = 6.02 \times 10^{23} \text{ 摩}^{-1}$ 。

(2) 阿伏伽德罗常数把摩尔质量 M 或摩尔体积这种宏观物理量跟分子质量 m 或分子大小这种微观物理量联系起来了。例如 $m = \frac{M}{N}$ 。

3. 布朗运动

(1) 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) 当微粒足够小时,由于任何时刻液体(或气体)的分子从各方面对微粒的冲击作用不平衡,以及分子对微粒的碰撞非常频繁,引起了微粒的无规则运动。

(3) 液体(或气体)分子永不停息的无规则运动是产生布朗运动的原因,但微粒的布朗运动并不是分子的运动。

(4) 微粒越小,布朗运动越明显;温度越高,布朗运动越激烈。

【选择题】

1. 酒精和水混合后体积减小的实验表明

①分子间有相互作用力;②分子间有空隙;③分子永不停息地运动;④分子是很微小的。

[答] ②。

2. 扩散现象说明了

①气体没有固定的形状和体积;②分子之间相互排斥;
③分子在不停地运动着;④不同的分子之间可以相互转变。

[分析] 不同的物质在接触的时候彼此进入对方里去的现象叫做扩散。扩散现象可以证实分子不停地做无规则运动。

[答] ③。

3. 关于布朗运动,下列说法中正确的是

①布朗运动就是分子的无规则运动; ②布朗运动是液体中的悬浮微粒在周围液体分子撞击下发生的无规则运动; ③布朗运动是悬浮在液体中那一部分分子的无规则运动; ④布朗运动不是分子的运动,但它间接证明了分子的运动。

〔分析〕 布朗运动反映了液体内部分子运动的无规则性,但并不是分子的运动,所以①、③错。

〔答〕 ②、④。

4. 对于液体和固体来说,如果采用 M 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 表示阿伏伽德罗常数,那么反映这些量之间关系的下列各式中,哪些是正确的?

- ① $N = v/V$; ② $N = V/v$; ③ $V = M/\rho$; ④ $V = \rho M$;
⑤ $m = M/N$ 。

〔分析〕 阿伏伽德罗常数 N 是1摩的任何物质中含有的粒子数,它等于12克碳-12中含有的原子数。 V/v 是表示每摩尔物质中的分子数,因此②是正确的。又根据密度、质量定义可知③、⑤是正确的。

〔答〕 ②、③、⑤。

5. 0.5 摩氢气含有

- ① 0.5 个氢分子; ② 1 个氢原子; ③ 3.01×10^{23} 个氢分子; ④ 3.01×10^{12} 个氢分子。

〔分析〕 1 摩氢气含有 6.02×10^{23} 个氢分子, 所以 0.5 摩氢气含有 3.01×10^{23} 个氢分子。

〔答〕 ③。

6. 下列关于分子间的相互作用力的说法中正确的是

① 分子间的相互作用力是由组成分子的原子内部的带电粒子间的相互作用而引起的; ② 分子间的相互作用力是引力还是斥力跟分子间的距离有关, 当分子间距离较大时分子

间就只有相互吸引的作用, 当分子间距离很小时分子间就只有相互排斥的作用; ③分子间的引力和斥力总是同时存在的; ④温度越高, 分子间相互作用力就越大。

〔分析〕 分子是由原子组成的, 原子内部有带正电的原子核和带负电的电子, 分子间这样复杂的作用力就是由这些带电粒子的相互作用引起的。分子间同时存在着引力和斥力, 当两个分子间距离等于某一值 r_0 (约为 10^{-10} 米) 时, 引力和斥力平衡。当分子间距离小于 r_0 时, 引力和斥力都随距离的减小而增大, 但斥力增大得更快, 因而分子力表现为斥力。同理可说明分子间距离大于 r_0 时, 分子力表现为引力。温度越高, 分子无规则运动剧烈, 分子间距离增大, 分子力减小。

〔答〕 ①、③。

7. 两个分子甲和乙相距较远(此时它们之间的分子力可忽略), 设甲固定不动, 乙逐渐向甲靠近直到不能再靠近的过程中

① 分子力总是对乙做正功; ② 乙总是克服分子力做功; ③ 先是乙克服分子力做功, 然后分子力对乙做正功; ④ 先是分子力对乙做正功, 然后乙克服分子力做功。(1986 年全国高考题)

〔分析〕 分子甲、乙相距较远时分子力近似为零。乙向甲靠近时分子力表现为引力, 到达平衡位置时分子力为零, 接一步靠近时, 分子力表现为斥力。因此④正确。

〔答〕 ④。

【说理题】

8. 为什么说布朗运动的无规则性反映了液体内部分子运动的无规则性?

〔答〕 当微粒足够小时, 如果液体分子运动是无规则的, 那么微粒受到的来自各个方向的液体分子的撞击作用是不平衡的, 在某一瞬间, 微粒在某个方向受到的撞击作用强, 它就沿着这个方向运动。在下一

瞬间,微粒在另一方向受到的撞击作用强,它就沿着另一个方向运动。这样,就引起了微粒的无规则运动。如果液体分子运动是有规则的,例如在任何时刻都向着一个方向运动,那么微粒也只能向着这个方向运动,不会做无规则运动。因此,布朗运动的无规则性反映了液体内部分子运动的无规则性。

9. 为什么布朗运动不可能由外界影响引起的?

[答] 如果布朗运动是由外界影响引起的,那么在同一影响下,小颗粒就应有相同的运动情况,而实验表明不同的小颗粒运动的情况并不相同,因此布朗运动不可能由外界影响引起的。实验还表明,在尽量排除外界影响的情况下布朗运动仍然存在,只要微粒足够小,在任何液体中都可观察到布朗运动,布朗运动决不会停止。可见布朗运动的原因不在外界,而在液体内部。

10. 1 摩氢气在标准状态下的体积,比 1 摩水的体积大多少?这个差值说明了什么?

[答] 1 摩氢气在标准状态下的体积 $V_1 = 22.4$ 升,而 1 摩水的体积应是 1 摩水的质量 M 除以水的密度,即

$$V_2 = \frac{M}{\rho} = \frac{18}{1} \text{ 厘米}^3 = 18 \times 10^{-3} \text{ 升}.$$

$$\Delta V = V_1 - V_2 = (22.4 - 18 \times 10^{-3}) \text{ 升} = 22.38 \text{ 升}.$$

1 摩氢气和 1 摩水含有相同数量的分子,而它们体积之比 $V_1:V_2 = 22.4:18 \times 10^{-3} = 1244$ 。说明氢气分子间的距离比水分子间的距离大得多,因而气体间的作用力远小于液体分子间的作用力。

11. 物体为什么能够被压缩,但又不能无限地被压缩?

[答] 由于分子之间有空隙,只要施加一外力物体就能被压缩。随着物体被压缩,分子间距离减小,分子间斥力、引力都增加,但斥力增加得更快,当压缩到一定程度时分子间斥力、引力的合力(表现为斥力)跟外力平衡,物体不能再被压缩了。

【计算题】

12. 把 1 克食盐放入容量是 100 亿立方米的水库中,问

1 厘米³中含有多少个盐分子?

[解] 1 克盐 (NaCl) 中所含分子数 = $\frac{N}{m_{\text{Na}} + m_{\text{Cl}}} = \frac{6.02 \times 10^{23}}{23 + 35.46}$
个, 水库中 1 厘米³的水中所含的盐分子数 = $\frac{6.02 \times 10^{23}}{58.46 \times 10^{16}} = 1.03 \times 10^6$
个。

13. 一个氢分子的质量是多大?

[解] 氢的摩尔质量是 2.016×10^{-3} 千克/摩, 1 摩氢中含有 6.02×10^{23} 个分子, 所以一个氢分子的质量是

$$m_{\text{H}_2} = \frac{M}{N} = \frac{2.016 \times 10^{-3}}{6.02 \times 10^{23}} \text{ 千克} = 3.35 \times 10^{-27} \text{ 千克}.$$

14. 把油滴滴到水面上, 油在水面上散开, 形成单分子油膜。如果把分子看成圆球形, 单分子油膜的厚度就可以认为等于油分子的直径。用滴管滴取体积为 6×10^{-3} 毫升的油滴, 测出这滴油滴在水面上形成的油膜面积为 3×10^5 厘米², 则油分子的直径是多大?

[解] 油分子的直径是

$$d = \frac{V}{S} = \frac{6 \times 10^{-3}}{3 \times 10^5} \text{ 厘米} = 2 \times 10^{-10} \text{ 米}.$$

【论证题】

15. 当分子中心间的距离小于 r_0 (引力与斥力平衡时的间距) 时, 分子间的作用力表现为斥力, 它随着距离的减小而很快地增大。分子间作用力这一特点, 可以借助下述模型想象出来: 设想分子为弹性钢球, 当两个钢球相撞时, 它们都发生微小的形变, 因而在它们之间产生相互推斥的弹力, 如同分子间作用力表现为斥力一样; 钢球发生微小形变就可以产生很大的弹力, 所以这个弹力随着钢球中心间距离的减小而很快地增大。利用这一模型证明分子直径的数量级为 10^{-10} 米。

[证明] 由于分子间在距离略小于 r_0 时表现为斥力, 且随距离的

再减小而很快增大,这跟钢球相撞,只有微小形变就产生相互排斥的弹力,且随钢球中心间距离的减小而很快增大一样。所以跟钢球发生微小形变时,它们的中心距离近似于它们直径一样, r_0 也近似于分子的直径。已知 $r_0 = 10^{-10}$ 米,所以证明分子直径的数量级也为 10^{-10} 米。

第二章 内能 能的转化和守恒定律

重要公式表

名 称	公 式	使用范围或 注 意 事 项	符 号 说 明
热功当量	$J = \frac{W}{Q}$ $J = 4.2 \text{ 焦/卡}^*$	做功和热传递 对改变物体内能 是等效的	W —使物体内能增加所需做的功(焦) Q —使物体内能增加相同数量所需吸收的热量(卡) J —热功当量(焦/卡)
热力学 第一定律	$\Delta E = W + Q$	物体对外界做功时, W 取负值 物体放出热量时, Q 取负值 物体内能减少时, ΔE 取负值	W —外界对物体所做的功(焦) Q —物体吸收的热量(焦) ΔE —物体内能的增加(焦)

* 国际单位制中规定热量用焦耳作单位, 并建议逐步取消卡这个单位, 下同。

概念辨析

1. 分子的动能、分子势能、物体的内能

(1) 做热运动的分子具有动能, 在热现象的研究中, 重要的是分子热运动的平均动能。温度是物体分子热运动的平均动能的标志。

分子间具有由它们的相对位置决定的势能, 叫做分子势能。分子势能随着物体的体积变化而变化。分子间的作用表现为引力时, 分子势能随着分子间的距离增大而增大。分子间的作用表现为斥力时, 分子势能随着分子间距离增大而减小。

对气体来说,体积增大,分子势能增加;体积缩小,分子势能减小。

物体中所有分子的热运动的动能和分子势能的总和,叫做物体的内能。任何物体都有内能,物体的内能跟物体的温度和体积有关系。

(2) 物体分子热运动的平均动能的总和不是物体的机械能,分子势能的总和也不是物体的机械能。物体的内能和机械能有着本质的区别。物体具有内能,同时也可以具有机械能,也可以不具有机械能。

2. 内能的变化和热力学第一定律

(1) 做功和热传递是改变物体内能的两种不同方式,这两种方式对改变物体的内能是等效的。功和热量都可以用来量度内能的变化。1卡的热量相当于4.2焦的功。相当于单位热量的功的数值叫做热功当量, $J = 4.2$ 焦/卡。

(2) 外界对物体所做的功 W 加上物体从外界吸收的热量 Q ,等于物体内能的增加 ΔE ,即 $W + Q = \Delta E$,叫做热力学第一定律。

(3) 做功使内能发生变化时,其他形式的能和内能发生相互转化。热传递使内能发生变化时,只是内能在物体之间的转移,而没有能量形式的转化,因此从能的转化的观点看,做功和热传递是有区别的。

解 题 规 律

1. 解题步骤

确定研究对象 $\rightarrow$ 分析研究对象的运动状态(速度、动能、势能),做功、热传递、内能变化的情况 $\rightarrow$ 应用热功当量、热力学第一定律以及动力学公式。

2. 注意事项

(1) 公式 $W + Q = \Delta E$ 中, $\Delta E > 0$ 表示物体内能增加, $\Delta E < 0$ 表示物体内能减少. $W > 0$ 表示外界对物体做功, $W < 0$ 表示物体对外界做功. $Q > 0$ 表示物体吸收热量, $Q < 0$ 表示物体放出热量.

(2) 计算时注意物理量的单位: 在公式 $J = \frac{W}{Q}$ 中, 功 W 的单位为焦耳, 热量 Q 的单位为卡, 若比热容 c 的单位为卡/(克·°C), 那么 $Q = mc\Delta t$ 中 m 的单位为克, Q 的单位为卡. 应用动能定理计算功时, 公式 $\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = W$ 中 m 的单位为千克. 公式 $W + Q = \Delta E$ 中各量的单位都为焦耳.

【选择题】

1. 一定质量的实际气体的内能, 下列描述中正确的是

① 在一定的状态, 具有一定的内能; ② 状态改变时, 内能一般跟着改变; ③ 对应于某一状态的内能是可以直接测定的; ④ 内能只决定于温度.

[分析] 实际气体的内能应是气体中所有分子的热运动的动能和分子势能的总和, 所以与状态有关, 即与温度和体积有关. 内能不能直接测定.

[答] ①、②.

2. 以下关于物体内能和机械能的说法, 哪几种是可能的?

① 内能不为零, 而机械能不为零; ② 机械能不为零, 内能不为零; ③ 内能、机械能都不为零; ④ 内能、机械能都为零.

[分析] 物体在任何情况下都具有内能, 不可能为零.

[答] ②、③.

3. 一只温度计中的水银面在水的冰点时位于 5° 的标记