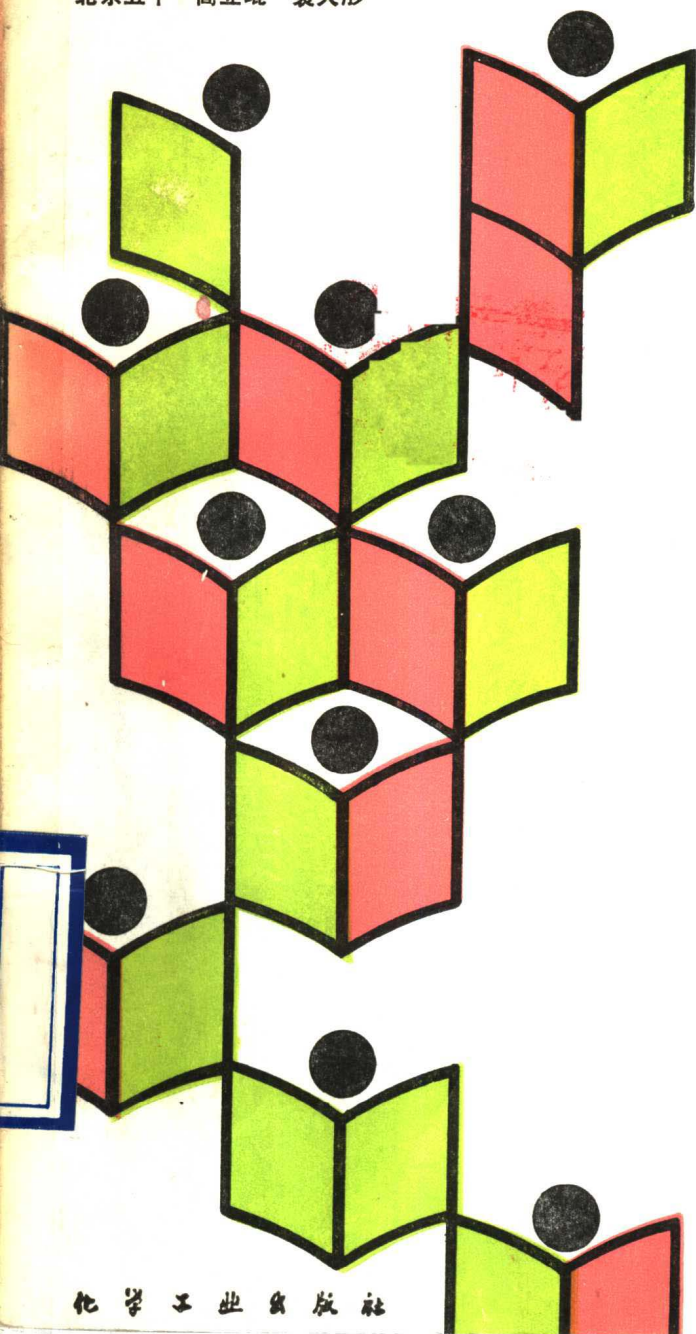


北京五中 高立琨 袁大彤

中学生学习能力培养与训练丛书

高中物理学习指导 (二)



化学工业出版社



中学生学习能力培养与训练丛书

高中物理学习指导 (二)

北京五中 高立琨 袁大彤 编

化学工业出版社

中学生学习能力培养与训练丛书

高中物理学习指导(二)

北京五中 高立琨·袁大彤 编

责任编辑:李志清

封面设计:许立

*

电子工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

电子外文印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

开本 787×1092 1/32 印张 $51\frac{1}{2}$ 字数 128 千字
1989 年 12 月第 1 版 1989 年 12 月北京第 1 次印刷

印数 1-4,350

ISBN 7-5025-0559-8/G·148 定价 2.40 元

内 容 提 要

为配合中学数学、物理、化学三科的教学和中考、高考总复习,北京五中组织了该校具有丰富教学经验的教师,以现行初中和高中教学大纲和1988年新版《数学》、《物理》和《化学》教材为依据,并考虑到未来新教材的教学目标和讲授内容编写了这套《中学生学习能力培养与训练丛书》。

这套丛书摒弃了过去那种“满堂灌”和“题海战术”的做法,采用了诱导和启发的方式,并对精选出的具有代表性的问题和习题进行分析和演示,力求达到知识系统化,加强基础知识,把握重点,突破难点,开阔思路,发展智能的目的,以收在课堂学习和中考、高考中取得优异成绩之效。

这套丛书共23个分册,分为两个系列。一个系列是配合初中、高中数学、物理和化学日常教学需要的学习指导材料,共14个分册。另一个系列为配合中考、高考总复习需要的升学指导读物,共9个分册。《高中物理学习指导》属于第一个系列。本书为《高中物理复习指导》第二册,内容包括分子运动论、热力学和功,气体性质,固体和液体的性质、物态变化,电场,稳恒电流共五章。每章分别介绍了学习要求、学习指导、典型例题分析、重点实验和基础知识训练。章末附有练习参考答案。

本书最适合高中学生平时学习和复习物理之用,也可作为高中有关教师的教学参考书。

前 言

为适应中学数、理、化三科的教学和中考、高考总复习的需要，进一步提高学生学习和掌握课文重点，以及分析和解决问题的能力，从而促使他们在课堂学习和中考、高考中获得优异成绩，我们北京五中特组织本校数、理、化教研组具有丰富经验的教师，以现行教学大纲和 1988 年新版教材为依据，并考虑到未来新教材的教学目标和讲授内容，编写了这套《中学生学习能力培养与训练丛书》。

这套丛书共 23 个分册，分为两个系列。一个系列是配合初中、高中数、理、化日常教学需要的学习指导材料，共 14 个分册。另一个系列是为配合中考、高考总复习而编写的升学指导读物，共 9 个分册。

我们在编写过程中注意了摒弃过去那种“满堂灌”和“题海战术”的做法，采用了诱导和启发的方式，并对精选的具有代表性的问题和习题进行分析和演示，力求达到明确要求、深化基础、把握重点、突破难点、开阔思路、发展智能的目的。

本书具有如下一些特点：

1. 从系统论的观点出发，把每门科目所含知识整理成一目了然的知识系统，以使学生便捷地明确所要学习的目标，掌握问题的要领，同时也帮助读者从知识系统的内在联系和对比关系上去理解基本概念和基本规律，避免理解上的孤立性和片面性。

2. 为了深化学生对基础知识的理解,并将其引向应用,书中对重点概念的内涵和外延、主要定律的理解要点、容易混淆的问题,以及解题中常用的方法和技能,进行了简明的指点和深入的剖析。这部分内容是书中重点,反映了编者教学实践中积累的经验。

3. 为培养和提高学生运用基础知识去分析和解决问题的能力,书中设有“典型例题分析”——交待对习题的分析方法和解题的思路、步骤,排除“就题论题”的做法。

4. 为促使学生实现基础知识向应用能力的转化,按照教学大纲的要求,从国内外中学数理化教材和参考书中精选了各种类型的习题,编列为“单元练习和综合练习”并附有参考答案。习题有基本题,灵活题以及模拟中考、高考题形式的综合题,题型齐全,体现对能力的检查。

5. 对物理和化学两科,为着重训练和培养学生的实验能力,编有“实验指导”和“实验习题”,内容系统全面,难易适当,充分体现教学大纲和中考、高考的要求。

这套丛书最适合初中、高中学生作为日常学习和总复习的辅导读物,也可作为中学教师的参考用书。

由于编写时间比较仓促,并受教学水平之限,书中可能存在错误或不当之处,敬希读者批评指正。

编者

1988年12月

目 录

第一章 分子运动论 热和功	(1)
一、本章学习要求	(1)
二、本章学习指导	(1)
三、典型例题分析	(7)
四、基础知识训练	(10)
本章练习参考答案	(13)
第二章 气体的性质	(14)
一、本章学习要求	(14)
二、本章学习指导	(14)
三、典型例题分析	(26)
四、本章重点实验	(38)
五、基础知识训练	(41)
本章练习参考答案	(50)
第三章 固体和液体的性质 物态变化	(55)
一、本章学习要求	(55)
二、本章学习指导	(55)
三、典型例题分析	(64)
四、基础知识训练	(69)
本章练习参考答案	(71)
第四章 电场	(72)
一、本章学习要求	(72)
二、本章学习指导	(72)
三、典型例题分析	(89)
四、基础知识训练	(100)
本章练习参考答案	(110)

第五章 稳恒电流	(113)
一、本章学习要求	(113)
二、本章学习指导	(114)
三、典型例题分析	(131)
四、本章重点实验	(147)
五、基础知识训练	(160)
本章练习参考答案	(169)

第一章 分子运动论 热和功

一、本章学习要求

1. 在对实验现象分析的基础上,掌握分子运动论的基本内容。

2. 学会测定分子大小和阿伏伽德罗常数的方法,并会用阿伏伽德罗常数进行计算。

3. 通过对布朗运动实验的分析,了解什么是布朗运动,从而明确布朗运动是液体分子无规则运动的反映。

4. 理解分子动能、分子势能和物体内能的概念。了解温度的微观含义。

5. 了解内能改变的两种方式。理解热功当量的物理意义。

6. 通过焦耳实验对热功当量的测定,理解掌握能的转化和守恒定律,并能应用热和功之间的关系,解决有关问题的计算。

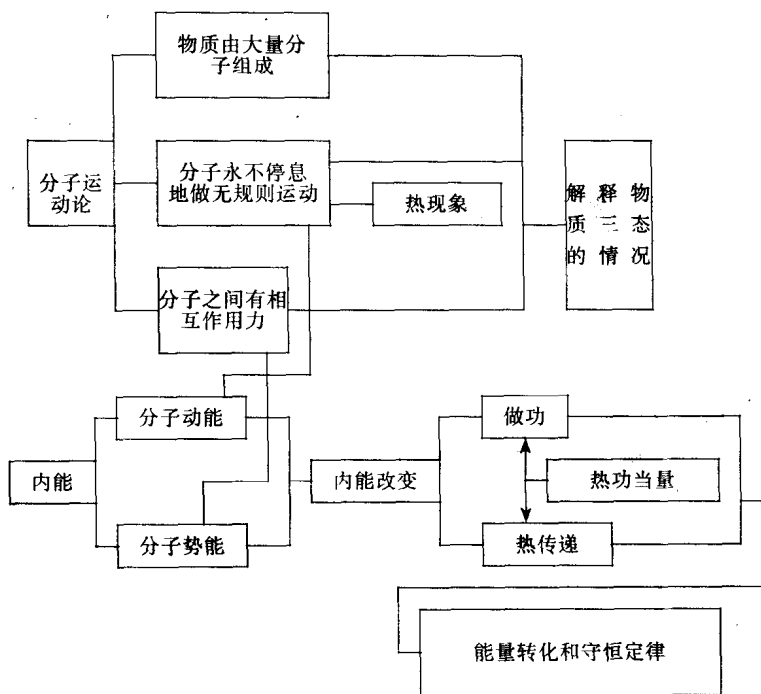
7. 掌握热力学第一定律,并会用表达式 $\Delta E = W + Q$ 来解决有关问题。

二、本章学习指导

(一)知识系统

本章主要研究内容是分子运动论、热现象的本质以及包括热现象在内的普遍能量转化和守恒定律。从而理解研究热现象的两种方法:一种是从物质微观结构的观点来研究,建立分子运动论,说明热现象是大量分子无规则运动的表现。另一种是从能

量的观点来研究,确认热是能的一种形式,叫做热能,并把热能跟其它形式的能联系起来,建立了能的转化和守恒定律。



(二)主要概念、定律的剖析

1. 分子运动论的三个基本论点

(1) 物质是由大量分子组成的

分子是物质具有这种化学性质的最小微粒。通过水和酒精混合实验以及气体、液体、固体受压缩时,体积都要缩小等现象,我们可以知道,分子是不连续的,分子间存在着空隙。

组成物质的分子是很小的。通过油膜法实验可以粗略测量

分子的直径。一般分子直径的数量级是 10^{-10} 米。

组成物质的分子是很多的。一摩尔的任何物质含有的分子数相同,都含有 6.02×10^{23} 个分子,这个数叫阿伏伽德罗常数。

组成物质的分子是很轻的。知道了阿伏伽德罗常数(N)和物质的摩尔质量(M)就可以计算出每个分子的质量(m):

$$m = \frac{M}{N}$$

例如一个水分子的质量是 3×10^{-26} 千克。

(2) 一切物质的分子都在永不停息地做无规则运动

扩散现象的实验和布朗运动的实验都能说明分子在不停地做无规则运动,但应该注意的是扩散现象是物质的分子不断地运动着的,而布朗运动的小微粒不是分子,布朗运动是液体分子无规则运动的反映。

(3) 分子间存在着相互作用力

分子之间既有引力也有斥力。引力和斥力都随距离的增加而减小,但斥力减小得快,引力减小得慢。当两个分子间距离等于 r_0 时,分子间的引力和斥力相互平衡,分子间的作用力为零。 r_0 数量级约为 10^{-10} 米,相当于距离为 r_0 的位置叫平衡位置。当分子间距离小于 r_0 时,斥力大于引力,斥力和引力合成,表现出来的相互作用是斥力。当分子间距离大于 r_0 时,引力大于斥力,引力和斥力合成,表现出来的相互作用是引力。

2. 物体的内能

(1) 分子的动能

由于物体的分子做无规则运动所具有的能量,叫做分子的动能,它不包括物体整体做有规则的机械运动时的动能。

(2) 分子的势能

由于物体的分子间有相互作用力,所以具有由它们的相对

位置决定能量,叫做分子的势能。物体的分子势能是组成物体所有分子的势能总和。当物体的体积发生变化时或物态发生变化时,分子间的相对位置都发生了变化,分子的势能也都要发生变化。

(3) 物体的内能

物体内所有分子无规则运动的动能和由它们相对位置决定的势能的总和,叫做物体的内能。

物体的内能是能量的一种形式,它是由物体内部状态决定的能量。

3. 热和功

(1) 物体内能的改变

能够改变物体内能的物理过程有两种:做功和热传递。

做功和热传递虽然在改变物体的内能上是等效的,但它们有本质上的不同。对物体做功使其内能改变,是其它形式能转化为内能。热传递使物体内能改变的过程则是物体分子热运动能量的相互转化的过程,即是物体间内能的传递。

(2) 热功当量

物体内能的变化可以用热量来量度,也可以用功来量度。因此热量和功在数值上有一定的联系。实验测定结果表明,1卡的热量相当于4.2焦的功。我们称这个相当于单位热量的功的数量,叫做热功当量。用 J 表示热功当量, Q 表示热量, W 表示功,则

$$J = \frac{W}{Q} = 4.2 \text{ 焦 / 卡}$$

应注意教材中所介绍焦耳测定热功当量实验仅是他研究热学问题所做的一系列实验之一。焦耳实验的成功,不仅是测定了热功当量,同时还为建立能量的转化和守恒定律奠定了基础。

(3) 热力学第一定律

当物体跟外界同时发生做功和热传递的过程,那么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

$$\Delta E = W + Q$$

上式表示了包括内能在内的能的转化和守恒定律的数学表达式,叫做热力学第一定律。

在使用热力学第一定律时,要特别注意公式中各物理量的正负符号。即:

如果物体从外界吸收热量, $Q > 0$ 。

如果物体向外界放出热量, $Q < 0$ 。

如果外界对物体做功, $W > 0$ 。

如果物体对外界做功, $W < 0$ 。

如果物体内能增加, $\Delta E > 0$ 。

如果物体内能减少, $\Delta E < 0$ 。

(4) 能的转化和守恒定律

能量既不能凭空产生,也不能凭空消失,它只能从一种形式转化为别的形式,或者从一个物体转移到别的物体,这就是能的转化和守恒定律。

这个定律指出了能量由一种形式转化为另一种形式表明了物质运动形式的转化,在这种转化过程中,能的总量是不变的。这个定律深刻反映了物质运动既不能创造又不能消灭的原理。这个定律也告诉我们,做功必须消耗能量。因此,永动机是不可能制造成功的。

(三) 本章应注意的问题

1. 这一章是我们学习高中物理热学的开始,同时这一章内容也是整个热学知识的基础,因此,学习好本章内容,并从我们

已经熟悉的力学的研究对象和方法,转到热学的研究对象和方法上,是十分重要的。

力学是研究物质机械运动的规律,热学是研究物质的热运动规律。热运动是比机械运动更复杂的运动形式。

力学研究对象是质点或一个物体,也可以是一个物体系;解决问题的方法是对研究对象进行受力分析,运动状态分析,依照力学规律进行讨论。热学研究的是凡是与温度有关的现象都是热研究的范围。研究方法有两种:一种微观方法建立分子运动论,另一种宏观方法建立能的转化和守恒。这两种方法相辅相成,即根据实验、事实总结出热现象的宏观规律,要用分子论说明其微观机理,而按照分子运动论对热现象所作的解释,又需要用热现象的宏观规律加以检验。

同时还应注意,对于微观分子运动的研究,不能看单个分子的运动情况,因为在同一时刻,同一物体内部的各个分子的运动是杂乱的,没有规律的。但从大量分子的总体来看,却是有规律的。这种规律性称做“统计性规律”。通过热学的学习,应初步建立起“统计规律”的思想。

2. 注意物体的内能、热量和温度三个物理量的区别和联系。

物体的内能是物体分子无规则运动的动能(除分子平动动能外,还包括组成分子的原子的转动动能和振动动能)和由它们相对位置所决定的势能的和。

热量是用来量度在热传递过程中,物体内能改变多少的物理量。热量总是从高温物体向低温物体传递或由同一物体的高温部分向低温部分传递,直到温度相等为止。

温度是表明物体冷热程度的物理量,它是物体分子平均平动动能的标志。温度升高或降低,标志着分子平均平动动能的增大或减小。

三、典型例题分析

例 1. 在 10 米深、面积是 10 平方公里的湖里，投入 1 克的食盐，如果食盐均匀地溶解在湖水里，那么每立方厘米的水里含有多少个食盐分子？

解：食盐的摩尔质量为：

$$M = 23 + 35.46 = 58.46 (\text{克})$$

根据阿伏伽德罗常数，可计算出：

$$1 \text{ 克质量的食盐中所含的分子数} = \frac{6.02 \times 10^{23}}{58.46} (\text{个})$$

湖水的体积为：

$$\begin{aligned} V &= 10^7 \times 10 = 10^8 (\text{米}^3) \\ &= 10^{14} (\text{厘米}^3) \end{aligned}$$

$\therefore$ 1 立方厘米的盐水中所含有食盐的分子数

$$= \frac{6.02 \times 10^{23}}{58.46 \times 10^{14}} = 1.03 \times 10^9 (\text{个})$$

例 2. 已知 1 立方厘米的水中，约含有 3.344×10^{22} 个水分子，水的密度是 1.0×10^3 千克/米³，求阿伏伽德罗常数。

解：阿伏伽德罗常数是 1 摩尔的物质所含有的微粒数，因为 1 摩尔水的质量是 0.018 千克，所以根据水的密度可算出 1 摩尔水的体积为

$$\begin{aligned} V &= \frac{M}{\rho} = \frac{0.018}{1.0 \times 10^3} \\ &= 1.8 \times 10^{-5} (\text{米}^3) \\ &= 18 (\text{厘米}^3) \end{aligned}$$

根据已知条件，可求出阿伏伽德罗常数

$$\begin{aligned} N &= 3.344 \times 10^{22} \times 18 \\ &\approx 6.02 \times 10^{23} (\text{摩}^{-1}) \end{aligned}$$

例 3. 已知金刚石的密度是 3.5×10^3 千克/米³。有一小块金刚石，体积是 5.7×10^{-8} 米³，这块金刚石中含有多少个碳原子？设想金刚石中碳原子是紧密地堆在一起的，估算碳原子的直径。

解：先求这块金刚石的质量

$$m = \rho \cdot V = 3.5 \times 10^3 \times 5.7 \times 10^{-8} \\ \doteq 2.0 \times 10^{-4} (\text{千克})$$

2.0×10^{-4} 千克碳的摩尔数为

$$\frac{2.0 \times 10^{-4}}{1.2 \times 10^{-2}} \doteq 1.7 \times 10^{-2} (\text{摩})$$

$\therefore$ 这一小块金刚石所含的碳的原子数为

$$1.7 \times 10^{-2} \times 6.02 \times 10^{23} \doteq 1.0 \times 10^{22} \text{ 个}$$

又 $\because$ 这块金刚石体积为 5.7×10^{-8} 米³

$\therefore$ 一个碳原子的体积为

$$\frac{5.7 \times 10^{-8}}{1.0 \times 10^{22}} = 5.7 \times 10^{-30} (\text{米}^3)$$

把碳原子看成球体，则根据球体积公式可得碳原子的直径

$$d = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 5.7 \times 10^{-30}}{3.14}} \doteq 2.2 \times 10^{-10} (\text{米})$$

例 4. 将质量为 42 克的物体，以 20 米/秒的速度竖直上抛，只能上升到 10 米的高度，若损失的能量全部变热，问生成的热量为多少？

解：物体上抛过程损失的能量

$$E_{\text{损}} = \frac{1}{2}mv^2 - mgh \\ = \frac{1}{2} \times 0.042 \times 20^2 - 0.042 \times 9.8 \times 10 \\ = 4.284 (\text{焦})$$

根据热功当量可求生成热量

$$Q = \frac{E_{\text{热}}}{J} = \frac{4.284}{4.2} = 1.02(\text{卡})$$

例 5. 有一铅制子弹，以 500 米/秒的速度射入砂袋中，设有 20% 的动能使子弹温度升高，求子弹升高的温度为多少？(铅比热为 0.03 卡/克·度)

解：设子弹的质量为 m 千克

使子弹温度升高的能量为

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \cdot \eta = \frac{1}{2} \times m \times 500^2 \times 20\% \\ &= 25000m(\text{焦}) \end{aligned}$$

此能量可生成热量为

$$Q = \frac{E}{J} = \frac{25000m}{4.2} = 5952.4m(\text{卡})$$

此热量用于子弹温度升高，即

$$Q = c \cdot 1000m \cdot \Delta t$$

$$\begin{aligned} \therefore \Delta t &= \frac{Q}{c \cdot 1000m} = \frac{5952.4 \times m}{0.03 \times 1000 \times m} \\ &= 198.4(^{\circ}\text{C}) \end{aligned}$$

小结：当解例 5 这种类型题时，应该特别注意单位。因为题目没给子弹的质量，我们可设其质量为 m 。所以在求子弹动能时，应用公式 $E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ 中的 m 单位应为千克， E 的单位为焦耳。这样应用热功当量求出的热量单位为卡。因此应用 $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$ 时，质量的单位应当是克才对。而前边 m 为千克，故此应将 m 乘 1000 使其变成 1000 m 克，以达到单位一致的目的。