

普通物理学习指导书

[美] 约翰 J. 梅里尔 著 汪庆永 方光耀 译

高等教育出版社

普通物理学习指导书

[美] 约翰 J. 梅里尔 著
汪庆永 方光耀 译

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是根据美国杨百翰大学教授约翰 J. 梅里尔 (John. J. Merrill) 所著的《Study Guide for General Physics》翻译的。

本书共分四十一个单元,包括力学、振动与波、热学、电磁学和光学。为了便于学习和掌握重点,每单元均编写了简要的提纲和学习目的。全书主要内容采用启发式质询方法,以帮助读者复习和巩固基本概念,加深对定理、定律的理解。本书所采用的这种独特写法,既有助于学生提高分析问题的能力,也有利于教师提高教学水平。

本书可作为高等学校理工科普通物理课程的教学参考书,也可供有关科技人员参考使用。

普通物理学习指导书

[美] 约翰 J. 梅里尔 著
汪庆永 方光耀 译

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
河北省香河县印刷厂印装

开本787×1092 1/16 印张22.5 字数516 000

1987年6月第1版 1987年10月第1次印刷

印数 00 001—9,150

书号 13010·01168 定价 4.35元

序 言

大多数物理教师都会遇到：看起来很聪明的学生却不能顺利地解出要他们回答的大部分问题。另一些学生则是费时多而收效甚少。本学习指导书希望给学生提供一些材料，以帮助学生更有效地进行学习，并将教材内容与所做习题联系起来。

解决学生学习困难的一种常用的方法，是以书面或口头的方式提供更多的正确解出的例题；另一种方法是向学生指出，他在学习上花的时间或所做的努力还不够，只要他适当努力，一定会取得好成绩。可是，许多学生已经花的时间比所必需的要多得多；有准确的报告谈到，对指定的比较简单的每个问题花两个小时或更多的时间的学生并不罕见。

几年前，我开始确信这种困难之所以发生，至少部分原因是在许多学生尚未准备好之前就要他们去解题。每个熟练的解题者都有一个存储各种概念和关系式的记忆库。由于他已具有足够的经验，所以这些概念和关系式在他脑子里是与某些物理情况相联系的。当一个新问题出现时，他便迅速地搜索记忆库，并从中选出能直接应用的项目。然后再根据问题的叙述，把数据或变量代入这些项目中进行数学运算。

如果记忆库空空如也，或者所存储项目既不简明准确，又不能适当地与可能的应用联系起来，则其后果如何呢？学生这时就要花时间去复习教材（或他所收集的公式表），从中一会儿选用这一个关系式，一会儿选用另一个关系式，试着把题目所给的数据代入选出的每个关系式（有时会得到极其可笑的结果），并计算得到的代数式，最后把“答案”和正确的答案进行比较。这个过程，一直重复到他放弃做题，或直到他偶然碰到正确的出发点并在得到最后结果过程中不发生代数运算的错误为止。我认为，这种低效率的方法不会使学生学到我们所希望他达到的能力。

测验学生记忆库是很简单的。其结果使我相信，通常解说性的描述（教材和讲课），根本不能将基本概念以某种能够检索的存储方式适当地储存起来。

在学习阶段，解题时的解说性描述不可能产生持久的效果。这些例题虽也能起重要作用，但却往往使学生们的注意力集中到代数上去。很少注意学生的主要困难——你怎么知道应从方程式(13-8)开始而为什么不采用(13-6)或(13-9)呢？这些题目本质上是解说性描述，是其弱点。甚至不能引导学生去回忆并试着选择正确的出发点。我认为，没有个人的努力就把正确的出发点告诉他的作法，对培养他下次独立地寻找出发点的能力并没有多大好处。

这本学习指导书提供了质询式研究入门物理课程中的基本关系式的可能性。要求学生针对每一个适用情况的简短叙述，想起一个关系式并完成简单的计算。如果他做对了，立即受到鼓励并加以巩固。如果做错了，就立即告诉他并且指引他去做较简单的题目或者给出正确的回答。这种相当大量的一个步骤的练习，即每题都附有立即巩固性练习或改正，为应用各个重要关系式提供相当多的训练。使解较高深的题目时，他所需要的的时间就比毫无结果地乱凑的人需要的时间少得多，而且可以得到同样多有用的直接经验。

即时检验每个学生的回答是本学习指导书设计中的重要部分。能迅速找到正确答案并且将

其安排在便于与学生的答案进行比较的地方,是很重要的。然而,也应安排在足够远的地方,以免学生在写出自己的答案时受到书上答案的干扰。本书的编排兼顾了这两方面的要求。使用本书虽然需要一点训练,但它与其教学机或相应的计算机相比,则是非常便宜和方便的。

练习的安排不引导学生去从事他所不需要的实际训练。很多组练习是作为自我测验的练习而引入的。在成功地做完一个练习后,就指引学生跳过几个练习去试做下一栏的自我测验练习。当他做不出来时,就指引他去做中间的那几栏,这几栏中不是提供更多的训练就是检验他对做题所必需的技能的了解程度。

本书还引入了一些较长的问题,特别是在后面各节,学生应已比较熟练。版式和前面的相同,请学生自己来解。如果做对了,就指引他去做别处的题,否则指引他做附加题,这些附加题能帮助他改正缺点,最后使他解题成功。

这些题目应在学生学过了适当的教材或讲义或二者中的叙述性描述之后,但在试解习题之前使用。绝对必要的是,在与书上答案核对之前,学生应按照引言中的指导,确实认真地、积极地、自己动笔得出答案。否则,这只不过又变为可能没有什么帮助的另一叙述性材料罢了。

除上述程序性短练习外,对每个单元我都提出了一个简略提要 and 一组学习目的,我认为它们是顺利解题的先决条件。提要中的项目分成几类,有助于学生把它们相互联系起来。例如,许多学生似乎从来没有分清基本定律与这些定律的应用。这个提要应有助于培养他们的这种能力。

在“学习目的”中包含练习题参考读物,因此,学生可以选择与他阅读章节的某部分有关的读物。这些参考读物对教师给学生全面指定与教材有关的学习指导和习题时也应是有用的。

虽然我相信这类材料对任何物理习题课都是有用的,但是它对自己控制进度的课程(例如 Keller 方案、PSI*或不管叫做什么的计划)特别重要。本练习手册不打算成为自己控制进度课程的完整的学习指导。然而它应是一个重要的组成部分。学习目的和练习的相互参照的安排,使两者都容易纳入个别教师感兴趣的、自己控制进度课程的学习指导中去。

如果没有同事们和学生们的持续鼓励,这本书是不可能出版的。由于熟悉开头十三个单元初稿的许多人的热心敦促,其余章节才得以完成。现在几百个学生已使用过这份材料的大部分,他们所提的建议和改正意见对本书帮助很大。

欢迎对本学习指导书提出改进和修正意见,并请告知使用本书的经验。我希望这本书能对我们的学生有所帮助。

* PSI即 Plan of Self-Instruction,译为自学指导计划——译者。

引 言

致 学 生

为什么要使用这本学习指导?

我们一生中采用的基本学习方式有两种。第一种是叙述式,这是指别人告诉我们或我们自己读到或看到某种情报的方式,不要求也不预期我们作什么回答。第二种是质询式,其特点是要求我们回答问题。你们教科书中的大部分内容是叙述式的。通常在每章末列出的问题和习题是质询式的。这本学习指导给你们提供另外的质询式经验。

这两种方式都是有用的,不能只用其中的某一种。叙述式是识别重要的、今后可能用到的概念和关系的一种有效方式。有些人只需要叙述式的介绍就能长期记住并能在需要时应用它,遗憾的是,这种人为数太少。

对我们大多数人来说,单凭叙述式是不够的,这至少有三个理由。首先,在听讲、观察和阅读中,我们很容易变得注意力分散或倦怠。由于不需要回答问题,我们多数人的思想是处于中立状态。我们可能认为我们正在学习,但实际上我们并没有把需要的东西记在脑子里。此外,我们没有把新旧概念联系起来,从而不能在需要时很好地应用我们所记住的东西。

其二,叙述式的不足之处,通常是不能提供足够的练习来回忆我们学到的概念。回忆不起来的知识对我们是无用的,要想使回忆迅速而准确就必须练习。

其三,叙述式的最后困难,是无法保证使新知识和以前所学到的概念适当地联系起来。若这种联系是准确的,则适用的原理就会自动涌上心头。若缺少联系,脑海中空空如也,那么就只好去钻研教科书,并从中寻找有帮助的东西。最后,若联系得不完整或不准确,就会出现错误的或若干个矛盾的答案。在遇到复杂问题时,如果从错误的或相互矛盾的答案中进行选择,通常是要失败的。

另一方面,适当的启发式质询可以促使我们去回忆。若感到脑子很空,我们就会觉悟到这一缺陷而予以弥补。然后重新回忆直至成功。若我们的记忆不能适当地相互联系,但能立刻知道困难所在,那么我们可以从若干答案中学习鉴别。最后,质询式的学习是一种积极的过程。当我们面对所提出的问题并且拚命独立地作出回答时,几乎不可能打瞌睡。

现在你们应该读一下序言(这个序言主要是写给教师的),在序言中我叙述了你们在学习物理时会遇到的一些特定问题,以及这本学习指导书所提供的我认为有助于你们学得更好的活动方式。

基本说明

这本辅助书是为了帮助你们学习普通物理学而设计的,它有助于你们仔细学习教科书和努力解出每章末的习题,但不能代替你们学习教材和解答问题。一般来说,这本辅助书应在学习教

材之后做题之前使用。

这本辅助书的每一单元包括三个部分。各单元开头的绪言性篇幅中包含下面两个部分：(1)学习目的。(2)提要。“学习目的”是指学完每一单元之后应达到的要求，在开始学习每个单元之前和学完之后都应看一遍。当你们准备考试时，可能还该复习一下。与许多学习目的列在一起的括号内的编号，是指本单元内对应问答栏的编号。这些问答栏可测验你们达到那些学习目的的能力或提供帮助你们达到这些目的的某种练习。

“提要”是对要学习的重要概念和定义的简短摘要。其中只包括了足够启发你们由其它途径学得的概念的知识。提要不能代替课文，但用作复习与小结则是有益的，不清楚的项目就该通过复习课文、提出问题或别的方法来重新学习。

注意，列在提要内的项目分为几类。留心这些分类将有助于你们以适当的方式将这些概念彼此联系起来。要特别留心列在“基本定律和原理”下的那些项目。这些项目是最重要的概念，它们代表你们所要理解的基础物理。其它项目也不可忽视，但它们的作用只是帮助你们理解基本定律并将它们应用到某些典型情况中去。

每一单元中头两部分的这些页都是独立完整的，为了便于随时参考，你们可以把它们记在笔记本上。

每个单元最大的一部分由编了号的问题栏和解答栏所组成。这部分的用法如下：首先阅读书页右边的第一个问题。然后自己去算出答案或完成所要求的运算。此时，只有此时，才能去看对应的解答栏(这个解答栏总是在同一页或下一页上)。问题的答案在解答栏的开头部分。如果你们得出正确的答案并且认为对此问题及其解答都已理解，就看栏底的说明并照此去做。例如可能看到“若对了，去做7；若不对，去做5。”这意思是说，如果你们得到正确的答案，并且认为已完全理解，就可以去做第7栏的习题；否则就应去做第5栏的习题，然后你们再去第7栏的习题，并重复此过程。

如果你们得不到正确的答案或对你们自己的解答没有把握，就应学习解答栏内的解答。在你们理解后，再看栏底的指示并照着去做。在上面的例子中，除非你们的错误是无要紧要的运算上的错误，否则就应当去做第5栏的习题。记住，在几乎所有情况下，你们得不出完整和正确的答案(包括单位和矢量符号)这个事实，就说明你们需要再练习。解答栏底对与否则的指示将能提供你们所需要的某些练习。

有时，特别是对某些难题不立即给出解法，而是在解答栏内列出答案和提示。在这种情况下，解法是在栏底说明中给你指出的各栏里逐步得到的。

希望这些简短的习题能帮助你们从学习课文过渡到能解难题，每一栏都可以测验你们对某个重要概念的理解程度和(或)应用这个重要概念作简单计算的能力。如果你们不能独立地得出正确的答案，那么就应当注意：你们还没有真正理解，应该进一步学习。

对每个题必须先试做，然后再看答案或解法。如果你得出错误答案、或不得其门而入、或不理解，那么可学习题解并按照所给的指示去做。仅仅阅读问题和解答并不能达到学习的目的。如果手拿铅笔而不做练习，你可以把时间更好地用来做别的事情。你们可用一张卡片或一张纸盖住解答栏，直到养成不到适当时候不看解答的习惯为止。

按上述建议来使用这些练习的重要性,你们是否理解?为什么要求你们在核对书上答案之前应诚实地努力地作出书面回答的原因,你们是否清楚?如果刚看过问题就看答案,那么这本学习指导书就变成只不过是另一种叙述式的东西了!如果你们已经学过了教科书,就不需要更多的叙述式材料。你们可能确实需要辨别性回忆的练习,你们确实需要应用你们力求学到的基本关系的练习。

目 录

序言	1	21 熵与热力学第二定律	174
引言	1	22 电力定律	182
1 量度与单位换算	1	23 电场	188
2 矢量加法	6	24 高斯定律	199
3 矢量乘法	18	25 静电位	210
4 质点运动学	23	26 电容器和电介质	218
5 质点动力学	39	27 电流和电阻	228
6 摩擦 圆周运动	51	28 电动势和电路	232
7 功和能	58	29 磁场	239
8 能量守恒	66	30 安培定律	246
9 线性动量及质点系动力学	73	31 法拉第定律	255
10 刚体定轴转动运动学	84	32 电感	265
11 转动动力学与角动量	88	33 物质的磁性	272
12 刚体平衡	101	34 电磁振荡	277
13 振动	104	35 电磁波	284
14 万有引力	116	36 几何光学	291
15 流体力学	128	37 透镜和球面镜	300
16 波动	137	38 干涉	315
17 声波	144	39 衍射	328
18 温度	152	40 光学与量子物理学	335
19 热学和热力学第一定律	156	41 波与粒子	343
20 气体分子运动论	164		

第一单元 量度与单位换算

物理量和定义	学习目的																												
<p>惯性参照系是相对于“恒星”作匀速运动的参照系。</p> <p>基本量与导出量。 我们把长度(L)、质量(M)和时间(T)看作是基本量,在后面还要加上电流强度(I)作为基本量。所有其它量都可以用这些基本量来量度,故称为导出量。例如速率(L/T),面积(L²)和力(LM/T²)。</p> <p>将方程式两边化成基本量常常有助于判断和找出代数式的错误。</p> <p>本课程中所用的三种单位制的基本单位列出如下:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">单位制</th> <th style="text-align: left;">长度单位</th> <th style="text-align: left;">时间单位</th> <th style="text-align: left;">质量单位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M K S</td> <td>米(m)</td> <td>秒(s)</td> <td>千克(kg)</td> </tr> <tr> <td>C G S</td> <td>厘米(cm)</td> <td>秒(s)</td> <td>克(g)</td> </tr> <tr> <td>英制</td> <td>英尺(ft)</td> <td>秒(s)</td> <td>斯勒格(slug)</td> </tr> </tbody> </table> <p>对于某些导出量也给它们定义单位。在计算数字结果之前必须将问题中的数据换算成三种单位制中的任一种单位。</p> <p>米制中用来表示十进倍数单位和十进分数单位的某些符号列表如下:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding-right: 10px;"> 10^{-1} deci- 分(d) </td> <td style="width: 50%; padding-left: 10px;"> 10^1 deka- 十(da) </td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px;"> 10^{-2} centi- 厘(c) </td> <td style="padding-left: 10px;"> 10^2 hecto- 百(h) </td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px;"> 10^{-3} milli- 毫(m) </td> <td style="padding-left: 10px;"> 10^3 kilo- 千(k) </td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px;"> 10^{-6} micro- 微(μ) </td> <td style="padding-left: 10px;"> 10^6 mega- 兆(M) </td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px;"> 10^{-9} nano- 纳(n) </td> <td style="padding-left: 10px;"> 10^9 giga- 京(G) </td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px;"> 10^{-12} pico- 皮(p) </td> <td style="padding-left: 10px;"> 10^{12} tera- 太(T) </td> </tr> </tbody> </table> <p>标准</p> <p>1米定义为氪-86原子所发出的橙色光的</p>	单位制	长度单位	时间单位	质量单位	M K S	米(m)	秒(s)	千克(kg)	C G S	厘米(cm)	秒(s)	克(g)	英制	英尺(ft)	秒(s)	斯勒格(slug)	10^{-1} deci- 分(d)	10^1 deka- 十(da)	10^{-2} centi- 厘(c)	10^2 hecto- 百(h)	10^{-3} milli- 毫(m)	10^3 kilo- 千(k)	10^{-6} micro- 微(μ)	10^6 mega- 兆(M)	10^{-9} nano- 纳(n)	10^9 giga- 京(G)	10^{-12} pico- 皮(p)	10^{12} tera- 太(T)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 凭从前的记忆,陈述 MKS、CGS 及英制中的基本单位。 2. 简要叙述在 MKS 制中基本量测量单位的标准。 3. 叙述“基本量”与“导出量”的不同点,并举出基本量和导出量的例子。将导出量用基本量表示出来。(1-3) 4. 在米制中进行换算,把带前缀的单位换算成十进倍数的单位。例如,1皮秒(ps)=10^{-12}秒(s)。(4-6) 5. 凭从前的记忆,说出每个基本量从英制到米制的换算因子。 6. 准确进行连环换算。 <p>除上述专门知识外,你要仔细注意练习手册和教科书中数字题的解,它们将有助于</p> <ol style="list-style-type: none"> (a) 训练你在数值计算上使用10的正负高次方。 (b) 运用模型估计感兴趣的数。 (c) 观察一下推导中所用数据与计算结果的精度间的关系。 (d) 找出你解题技巧中的弱点。 <p>上述的(d)部分特别重要。因为你至关重要的不是解释几个问题而是要得到准确的数值答案。如果做不到这一点,你一定是犯你无法判断的差错。当你颇想专心地去做其它事时,这些差错肯定会反过来纠缠你。除非你得到准确的答案,否则你没有把握说你没犯严重的错误。</p>
单位制	长度单位	时间单位	质量单位																										
M K S	米(m)	秒(s)	千克(kg)																										
C G S	厘米(cm)	秒(s)	克(g)																										
英制	英尺(ft)	秒(s)	斯勒格(slug)																										
10^{-1} deci- 分(d)	10^1 deka- 十(da)																												
10^{-2} centi- 厘(c)	10^2 hecto- 百(h)																												
10^{-3} milli- 毫(m)	10^3 kilo- 千(k)																												
10^{-6} micro- 微(μ)	10^6 mega- 兆(M)																												
10^{-9} nano- 纳(n)	10^9 giga- 京(G)																												
10^{-12} pico- 皮(p)	10^{12} tera- 太(T)																												

原书每个单元的“学习目的”后,都列有参考书名及其章次。译文中全都略去了——译者

波长的 1,650,763.73 倍。

1 秒定义为铯-133 原子的某种振动的 9,192,631,770 个周期的持续时间。

1 千克是保存在国际度量标准局内的千克标准原器的质量。

(要记住上述标准定义中的数字多半是无用的。)

数学方法

单位换算。 在米制内进行换算总是通过乘以 10 的方次来完成的(碰到时间时除外)。在英制内进行换算总是很繁琐的。如果你们能记住长度的换算因子(例如, $1 \text{ m} = 3.28 \text{ ft}$)和质量的换算因子(例如, $1 \text{ slug} = 14.59 \text{ kg}$), 则从米制换算到英制是容易的。注意在教科书附录及封皮里面的换算因子表。

连锁环换算法。 要在单位制换算中尽量少出错, 可将原始数据乘以一个分子与分母相等的因子, 使不需要的单位消去, 而只保留需要的单位。例如

$$\begin{aligned} 4 \text{ (mi)}/\text{h} &= \frac{4 \text{ (mi)}}{\text{(h)}} \times \frac{5280 \text{ (ft)}}{1 \text{ (mi)}} \times \frac{1 \text{ (h)}}{60 \text{ (min)}} \\ &\quad \times \frac{1 \text{ (min)}}{60 \text{ (s)}} \\ &= 5.87 \text{ (ft)}/\text{(s)} \end{aligned}$$

注意, 每个新因子恰好是一, 因为, 例如, $5280 \text{ (ft)} = 1 \text{ (mi)}$, 于是 $5280 \text{ (ft)}/1 \text{ (mi)} = 1 \text{ (mi)}/1 \text{ (mi)} = 1$ 。

1. L^3 或(长度)³

因为对体积的所有测量都可以用相同的基本量来表示, 可用这一形式于任何物体的体积, 例如一个立方体的体积是 S^3 (S 是任一边的长度), 故 $V = S^3 = (\text{长度})^3 = L^3$ 。如果对圆锥体的体积改用公式 $V = \frac{1}{3} Bh$, 此处 B 为底面积。

那么和前面一样, 体积 = 面积 \times 长度 = (长度)² \times (长度) = (长度)³ = L^3 。 $\frac{1}{3}$ 这个因子是

1. 体积是导出量。用基本量来表示体积。

个“无量纲”的数,并不影响所得结果.

去做 2.

$$2. [密度] = ML^{-3}$$

$$[密度] = \frac{质量}{体积} = \frac{M}{L^3} = ML^{-3}$$

去做 3.

$$3. [K] = ML^2T^{-2}$$

$$[K] = 质量 \times (速率)^2 = M \times \left(\frac{L}{T}\right)^2$$

$$= \frac{ML^2}{T^2} = ML^2T^{-2}$$

去做 4.

4. 1 百万

$$1 \text{ 兆笑话} = 1(\text{兆} \cdot \text{笑话})$$

$$= 1 \times (10^6) \times (\text{笑话})$$

$$= 10^6(\text{笑话})$$

去做 5.

$$5. 5 \text{ (Gs)} = 5 \times 10^{15}(\mu\text{s})$$

$$5 \text{ (Gs)} = 5 \times 10^9(\text{s}) \times \frac{1(\mu\text{s})}{10^{-6}(\text{s})}$$

$$= 5 \times 10^9 \times 10^6(\mu\text{s}) = 5 \times 10^{15}$$

$$(\mu\text{s})$$

注意, $1(\mu\text{s}) = 10^{-6}(\text{s})$, 所以因子 $\frac{1(\mu\text{s})}{10^{-6}(\text{s})}$

实际等于 1. 插入这个因子后,不需要的单位(s)就既在分子中出现又在分母中出现.

去做 6.

$$6. 3.5 \times 10^3(\text{km}^2) = 3.5 \times 10^9(\text{m}^2)$$

$$3.5 \times 10^3(\text{km})^2 = (3.5 \times 10^3(\text{km}))^2 \times \left(\frac{10^3\text{m}}{1(\text{km})}\right)^2$$

$$= (3.5 \times 10^3)(10^6)(\text{m}^2)$$

$$= 3.5 \times 10^9(\text{m}^2)$$

去做 7.

$$7. 1 \text{ (year)} = 31.5(\text{Ms})$$

$$1 \text{ (year)} = 365 \text{ (day)} \times \frac{24 \text{ (h)}}{1 \text{ (day)}} \times \frac{60 \text{ (min)}}{1 \text{ (h)}}$$

2. 将密度(单位体积内的质量)用基本量来表示.

3. 动能是导出量.对一质点而言,动能 $K = \frac{1}{2}mv^2$, 此处 v 是质点的速率. 将动能用基本量表示出来.

4. 一兆笑话中有多少个笑话?

5. 在 5 京秒(Gs)中有多少个微秒(μs)?

6. 在 3.5×10^3 平方公里(km^2)中有多少平方米(m^2)?

7. 一年(year)共有多少秒(s)?

$$\begin{aligned} & \times \frac{60 \text{ (s)}}{1 \text{ (min)}} \\ & = 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ (s)} \\ & = 31.5 \times 10^6 \text{ (s)} = 31.5 \text{ (Ms)} \end{aligned}$$

去做 8.

$$8. \quad 1.6 \text{ (km)} = 5.25 \times 10^3 \text{ (ft)}$$

$$\begin{aligned} 1.6 \text{ (km)} &= 1.6 \times 10^3 \text{ (m)} \times \frac{3.28 \text{ (ft)}}{1 \text{ (m)}} \\ &= 1.6 \times 10^3 \times 3.28 \text{ (ft)} \\ &= 5.25 \times 10^3 \text{ (ft)} \end{aligned}$$

去做 9.

$$9. \quad 60 \text{ (mi)/(h)} = 88 \text{ (ft)/(s)}$$

$$\begin{aligned} 60 \text{ (mi)/(h)} &= \frac{60 \text{ (mi)}}{\text{(h)}} \times \frac{5280 \text{ (ft)}}{1 \text{ (mi)}} \\ & \quad \times \frac{1 \text{ (h)}}{3600 \text{ (s)}} \\ &= \frac{60 \times 5280 \text{ (ft)}}{3600 \text{ (s)}} = 88 \text{ (ft)/(s)} \end{aligned}$$

这个换算(60(mi)/(h)=88(ft)/(s))是有用的,应该记住它,因为在动力学问题中经常要用到。

去做 10.

$$10. \quad c = 0.98 \text{ (ft)/(ns)} \approx 1 \text{ (ft)/(ns)}$$

$$\begin{aligned} c &= 3 \times 10^8 \frac{\text{(m)}}{\text{(s)}} \times \frac{3.28 \text{ (ft)}}{1 \text{ (m)}} \times \frac{10^{-9} \text{ (s)}}{1 \text{ (ns)}} \\ &= 3 \times 10^8 \times 3.28 \times 10^{-9} \text{ (ft)/(ns)} \\ &= 0.98 \text{ (ft)/(ns)} \end{aligned}$$

去做 11.

$$11. \quad 1.9 \text{ (slug)/(ft)}^3$$

$$\begin{aligned} 1 \frac{\text{(kg)}}{\text{(dm)}^3} &= \frac{1 \text{ (kg)}}{\text{(dm)}^3} \times \frac{1 \text{ (slug)}}{14.59 \text{ (kg)}} \\ & \quad \times \left(\frac{1 \text{ (dm)}}{10^{-1} \text{ (m)}} \right)^3 \times \left(\frac{1 \text{ (m)}}{3.28 \text{ (ft)}} \right)^3 \\ &= \frac{1}{14.59 \times (0.328)^3} \text{ (slug)/(ft)}^3 \\ &= 1.94 \text{ (slug)/(ft)}^3 \end{aligned}$$

去做 12.

8. 1.6 公里(km)等于多少英尺(ft)?

9. 将 60 哩/小时(mi/h)换算成以每秒英尺数表示的速率。

10. 将光速($c=3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$)表示成英尺/纳秒(ft/ns)。

11. 水的最大密度是每立方分米 1 千克(1 kg/dm^3)将此值用每立方英尺斯勒格(slug/ft³)数表示出来。

12. $1\text{ N} = 0.225\text{ (lb)}$

对应的单位是:

$1\text{ (lb)} = 1\text{ (slug)} \cdot (\text{ft})/(\text{s})^2$

于是

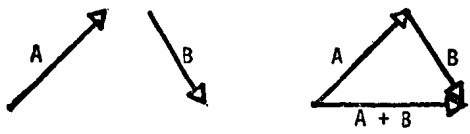
$$\begin{aligned} 1\text{ N} &= \frac{1\text{ (kg)} \cdot (\text{m})}{(\text{s})^2} \times \frac{1\text{ (slug)}}{14.6\text{ (kg)}} \\ &\quad \times \frac{3.28\text{ (ft)}}{1\text{ (m)}} \\ &= \frac{3.28\text{ (slug)} \cdot (\text{ft})}{14.6\text{ (s)}^2} = 0.225\text{ (lb)} \end{aligned}$$

去做指定的习题.

12. 牛顿(N)是导出单位,它等于1千克·米/秒²(kg·m/s²),英制中与之对应的单位为磅(lb).将牛顿换算成磅的换算因子是什么?

· 381255

第二单元 矢量加法

物理量和定义	学习目的
<p>矢量是有大小和方向并且服从矢量代数定律的量。例如位移,速度,力及加速度。</p> <p>标量是只有大小的并且服从标量代数定律的量。例如时间,温度,质量及长度。</p> <p>在教科书中用普通字或斜体字表示标量。</p> <p>在教科书中用黑体字(\mathbf{A})表示矢量。在手写材料中用箭头(\vec{A})或底部曲线(\underline{A})表示矢量。矢量的大小恒取正值,并用斜体(A)[*]或绝对值符号(A)表示。</p> <p>在图示中,用一根箭头来表示矢量,箭头指着矢量的方向,箭长正比于矢量的大小。</p> <hr/> <p style="text-align: center;">数学方法</p> <p>矢量加与减的图解法。</p> <p>(a) $\mathbf{A} + \mathbf{B}$ 为一矢量,它可由 \mathbf{A} 和 \mathbf{B} 用图解法求得,只要将表示 \mathbf{B} 的箭尾紧接着放在表示 \mathbf{A} 的箭首处,则 $\mathbf{A} + \mathbf{B}$ 就可用从 \mathbf{A} 尾到 \mathbf{B} 首所画出的箭来表示。例如:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>(b) $-\mathbf{A}$ 是与 \mathbf{A} 同值反向的矢量。</p> <p>(c) $\mathbf{A} - \mathbf{B}$ 是将 $-\mathbf{B}$ 与 \mathbf{A} 相加而得的矢量。</p> <p>(d) 若 k 是一个标量,则 $k\mathbf{A}$ 是其值为 A 值的 k 倍且与 \mathbf{A} 同向的矢量。若 k 是负的,则 $k\mathbf{A}$ 与 \mathbf{A} 反向。</p> <p>矢量分解为分量。 若一矢量 \mathbf{A} 位于 x-y 平面内,其大小为 A,且与正 x 轴成 θ 角,则其 x 分量为 $A_x = A\cos\theta$ 而 y 分量为 $A_y = A\sin\theta$</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 凭记忆说出“矢量”与“标量”的定义,举例说明。 2. 已知两个矢量 \mathbf{A} 和 \mathbf{B},说明 $\mathbf{A} + \mathbf{B}$, $-\mathbf{A}$, $-\mathbf{B}$, $\mathbf{A} - \mathbf{B}$ 及 $k\mathbf{A}$ 各是什么意思,此处 k 是一个标量。(1-12) 3. (a) 若某一矢量在 x-y 平面内,其大小和方向是已知的,将其分解成分量。(13-26) <li style="padding-left: 2em;">(b) 已知一矢量的各个分量,计算其大小。若该矢量在 x-y 平面内,再计算其与正 x 轴的夹角。(27-34) 4. (a) 当已知每个矢量的分量时,求任意个矢量的矢量和或矢量差的分量。(35-37) <li style="padding-left: 2em;">(b) 一个矢量以单位矢量符号表示,辨别其分量;并用单位矢量符号写出任一矢量。(38-39) <li style="padding-left: 2em;">(c) 用单位矢量符号表示 \mathbf{A} 与 \mathbf{B},并仍用此符号表示法求 \mathbf{A}, $\mathbf{A} + \mathbf{B}$, $\mathbf{A} - \mathbf{B}$ 及 $k\mathbf{A}$。(40-44). 5. 结合你的能力,求两个或多个象上述 3 和 4 中描写的矢量的和或差,这些矢量在 x-y 平面内其大小与方向是已知的。 <p>要特别警惕于发现你自己在代数与三角学方面可能存在的弱点。例如,求平方和的平方根,计算大于 90° 角的三角函数以及由三角函数数值求大于 90° 的角就常会出问题。此外,若能在现在发现这些弱点,是很容易克服的。</p>

* 本书一律用白正体表示矢量的模。——译者注。

一个矢量的分量可以是正的或负的。

以分量形式表示的矢量的合矢量。若一个矢量的分量形式即 A_x, A_y, A_z 为已知, 则其大小为 $A^2 = A_x^2 + A_y^2 + A_z^2$ 。若 $A_z = 0$, 则此矢量在 $x-y$ 平面内, 与正 x 轴间的夹角为 θ 。 $\tan\theta = A_y/A_x$

分量形式的矢量加减法。两个或更多个矢量的和矢量(或差矢量)的每个分量是这些原始矢量的对应分量的和(或差)。例如, 若 $C = A \pm B$, 则 $C_x = A_x \pm B_x, C_y = A_y \pm B_y$ 及 $C_z = A_z \pm B_z$

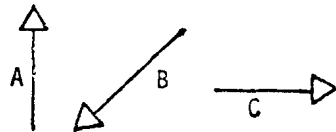
矢量加法服从加法交换律与结合律。

单位矢量表示法。单位矢量是用分量形式表示一个矢量的速记法。例如, 符号 $A = (5.0i + 7.0j + 9.0k)m$, 意思是说 $A_x = 5.0m$, $A_y = 7.0m$ 及 $A_z = 9.0m$ 。 i, j 及 k 是平行于三个相互正交的轴的单位矢量。每个量都是无量纲的量且其值等于 1。

若两个矢量的大小相等且方向相同, 而且只有在这种情况下, 两个矢量才相等。等效地说, 若第一个矢量的每个分量等于第二个矢量的每个对应分量, 也只有在这种情况下, 这两个矢量才相等。例如, 若 $A = B$ 则 $A_x = B_x, A_y = B_y$ 及 $A_z = B_z$ 。每一个负矢量的分量是该矢量对应分量的负值, 例如, 若 $A = -B$ 则 $A_x = -B_x, A_y = -B_y$, 及 $A_z = -B_z$ 。

kA 的每个分量都是 A 的对应分量的 k 倍。若 $B = kA$, 则 $B_x = kA_x, B_y = kA_y$ 及 $B_z = kA_z$ 。

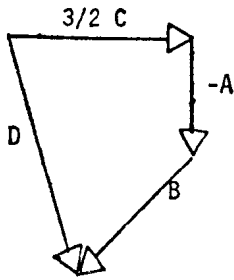
1. 有三个矢量, A, B 和 C



在第 2 到第 12 栏中, 表示出如何用图解法来求所需的矢量。作粗略的简图就可以了。

去做 2.

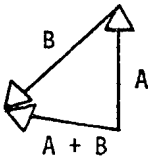
2.



若对了,去做 12;若不对,去做 3.

$$2. \frac{3}{2}C - A + B = D$$

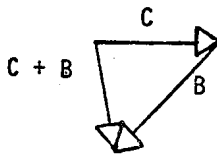
3.



去做 4.

$$3. A + B$$

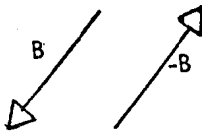
4.



去做 5.

$$4. C + B$$

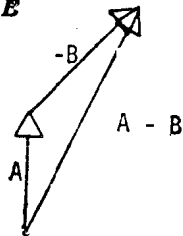
5.



去做 6.

$$5. -B$$

6. A 加上 -B



若对了,去做 9;若不对,去做 7.

$$6. A - B$$