



中学教师继续教育丛书

初中物理问题分析

黄迪兴 关堰 主编

高等教育出版社

中学教师继续教育丛书

初中物理问题分析

黄迪兴 关 堰 主编

高等教育出版社

(京) 112 号

内 容 简 介

本书是我社出版的《中学教师继续教育丛书》中的一本。

本书紧扣九年制义务教育初中物理教学大纲和现行的初中物理教材,结合初中物理教学的实际,围绕知识的重点和难点,从较高的层次上,深入浅出地对物理问题加以分析讨论。全书语言流畅,分析透彻,便于自学。本书内容包括:力学、热学、电磁学、光学、能源共五篇。

本书可作为中学物理教师继续教育教学用书,也可作为高等师范院校的学生和中学生的参考书。

中学教师继续教育丛书

初中物理问题分析

黄迪兴 关 堰 编

*

高等教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

高等教育出版社印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 8.5 字数 220 000

1994 年 6 月第 1 版 1994 年 6 月第 1 次印刷

印数 0 001—1 950

ISBN7-04-004592-3/O·1294

定价 4.70 元

前 言

为适应现代科技和教学改革形势的发展,广大教师都亟待继续学习,以期充实提高,因而迫切需要有一套好的继续教育教材。为此,1991年10月在高等教育出版社召开的中学教师继续教育教材建设座谈会上,确定编写一套《中学教师继续教育丛书》。本书就是这套丛书之一。

本书取材范围以九年制义务教育初中物理教学大纲和新编初中物理教科书为依据,围绕重点知识,结合初中物理教学的实际,有针对性地提出问题,站在较高的层次上分析论证;深入剖析每个概念和基本理论的物理实质;揭示知识内涵的现代物理思想、观点和方法;力求体现启示性、时代性,有所拓宽和提高;并结合讨论过程,充分阐明研究物理问题的科学方法和逻辑规律,以期从根本上提高读者的专业素质和教学能力。

鉴于中学教学的特点,本书在编写上侧重于物理实质的讨论,而不受囿于繁杂的数学过程;对有关课题的分析,物理内涵上达到经典物理学的相应层次,同时在可能范围内尽量与现代物理学的原理和观点相联系,但力求做到深入浅出,显明易懂,以利于自学。本书既可供教育学院作继续教育教材,也可供广大在职中学物理教师、高等师范院校学生以及学有余力的中学生参考。

本书由黄迪兴、关堰主编。参加编写的有黄迪兴(绪论、力学一二和五六、热学)、关堰(电磁学六至八、能源)、高怀纯(电磁学一至五)、俞旭昶(力学三、四)、赵虎城(光学)。

本书由山西师范大学田世昆教授主审,中国电视师范学院李小林同志也审阅了全书,他们的工作对本书的最后完成起到了很大的作用,在此向他们表示衷心的感谢。

由于编写继续教育教材是个新课题,我们既无经验,又无蓝本可作借鉴,加之水平有限,书中难免有不少缺点和错误。恳切地希望使用本书的教师和读者批评指正。

编写组

1992年9月

目 录

绪 论

0.1 物理学的任务和方法	1
0.2 物理量和物理规律	3

第一篇 力 学

一、质量和密度	9
1.1 质量的物理实质是什么?	9
1.2 “质量”和“物质的量”,这两个物理量的区别和联系 是什么?	15
1.3 怎样建立密度这个物理量? 密度与质量的实质区别是 什么?	17
1.4 怎样正确理解“质量是物体的质量,密度是物质的密度”	19
[思考题]	22
二、机械运动	23
1.5 质点运动学的任务是什么? 它研究的基本课题有哪些?	23
1.6 怎样正确理解运动本身的绝对性和描述的相对性?	24
1.7 路线、路程和位移三者的区别和联系是什么?	25
1.8 “时间”和“时刻”的区别是什么? “瞬时 t ”与“时刻 t ”相 同吗?	28
1.9 从匀速直线运动的速度,到平均速度和瞬时速度的内在 逻辑联系是什么?	29
[思考题]	33
三、力	34
1.10 何谓力的“一个本质、两种效果、三个特性”?	34
1.11 地球的引力、重力、重量,这三者有区别吗?	36

1.12	物重和质量的联系和区别是什么?	41
1.13	摩擦力是怎样形成的? 它总是起阻力作用吗?	43
	[思考题]	45
四、力和运动		46
1.14	牛顿第一定律的实质意义是什么? 它在力学发展史上 有何重要意义?	46
1.15	“物体作变速运动时失去了惯性”、“物体的速度越大, 惯 性也越大”, 这些说法正确吗?	48
1.16	在匀速直线行驶的列车中, 某人手中释放一物体, 将落 在何处? 为什么	50
1.17	一对平衡力跟一对作用力和反作用力的实质性区别表 现于哪些方面?	53
1.18	雨滴从高空落下的过程中作什么运动?	55
	[思考题]	56
五、压强和浮力		57
1.19	压强的物理实质是什么? 能否说压强也是一种力?	57
1.20	液体内部产生压强的宏观机制和微观本质是什么?	58
1.21	盛水容器底面所受的压力远大于容器中的水所受的重 力, 这有可能吗	64
1.22	气体压强的微观机理和大气压的成因 大气层总质量 的估算	66
1.23	阿基米德定律和浮沉条件	69
1.24	只有弹簧秤、烧杯和水, 能测定固体和液体的密度吗?	72
	[思考题]	73
六、功 机械能		75
1.25	怎样正确理解功的定义?	75
1.26	正功和负功的物理实质是什么?	79
1.27	平均功率、瞬时功率、额定功率和实际功率	81
1.28	怎样定义动能? 如何理解“动能是物体运动状态的单值 函数”?	83
1.29	功和能的内在联系和本质区别是什么?	85

1.30 怎样定义势能? 势能区别于其它能量的主要特征是什么?	87
1.31 机械能转化和守恒定律	90
[思考题]	92

第二篇 热 学

一、温度和温标	93
2.1 温度的热力学定义和微观本质是什么?	93
2.2 温标 建立温标的三要素	97
2.3 热力学温标和国际实用温标	101
[思考题]	104
二、内能和热量	106
2.4 内能的热力学定义和微观本质是什么?	106
2.5 怎样正确理解“热量”的物理涵义?“热量是物体内能的量度”,这话对吗?	109
2.6 怎样确切理解内能、热量跟温度的联系和区别?	111
2.7 热和功的异同 热力学第一定律	114
[思考题]	117
三、物态变化	118
2.8 怎样从微观本质上解释晶体的宏观特征?	118
2.9 影响熔点的因素是什么? 0°C 是纯水温度的下限吗?	121
2.10 怎样从宏观现象和微观本质上说明蒸发和沸腾的特点? 高山上煮不熟饭是因为水不易烧开吗?	123
2.11 露、霜、云、雨、雪是怎样形成的?	127
[思考题]	130

第三篇 电 磁 学

一、电流	131
3.1 从微观机构看什么是电流	131
3.2 为什么发电厂送电闸刀一合, 远近用户的电灯立刻就亮? ..	133
3.3 怎样理解电流的方向? 电流[强度]是矢量还是标量?	134

3.4	电解液是怎样导电的？	135
3.5	为什么串联电路电流〔强度〕处处相等，并联电路干路上 的电流〔强度〕等于各支路电流〔强度〕之和？	137
二、电压		139
3.6	电压是电的压力吗？	139
3.7	为什么串联电路两端的总电压等于各部分电路两端电 压的和，并联电路各支路两端的电压相等？	142
3.8	电源的作用	142
3.9	单靠电源两极上的电荷，能在外电路中维持稳恒电场吗？	145
三、电阻		148
3.10	电阻、电阻率及其微观实质	148
3.11	电阻是怎样随温度变化的？	151
	〔思考题〕	152
四、欧姆定律		154
3.12	欧姆定律的物理意义是什么？	154
3.13	从微观机构上怎样解释欧姆定律？	155
3.14	欧姆定律成立的条件	156
3.15	用伏安法测电阻时，根据什么选择内接法或外接法？	159
3.16	为什么能用水流比喻电流？	161
五、电功 电功率		163
3.17	电流做功的物理本质是什么？	163
3.18	$P = IU$ 、 $P = I^2 R$ 、 $P = \frac{U^2}{R}$ 三式，任何情况下都等效吗？	164
3.19	用电器的额定功率和实际功率	166
3.20	电路中是怎样传输能量的？	167
	〔思考题〕	169
六、磁场		170
3.21	物质为什么有磁性？磁单极子存在吗？	170
3.22	不同物质磁化时显示的磁性有何差异？为什么会有这 些差异？	174
3.23	如何运用磁极概念来处理问题？	177
3.24	怎样用力线描述场？使用力线对研究物理有何重要意	

义?	179
3.25 电磁起重机、电磁继电器和电话耳机,它们所用电磁铁的铁心是一样的吗?	182
3.26 怎样认识磁场力的特性?	183
[思考题]	185
七、电磁感应现象	186
3.27 电磁感应现象中,感应电流产生的条件是怎样探求到的?	186
3.28 用楞次定律确定感应电流方向时,“阻碍”之意如何理解?	188
3.29 电磁感应现象中,电源作用是如何实现的?	189
3.30 对比分析动生感应电流的产生和磁场对通电导体的作用两种电磁现象	192
3.31 电磁感应现象中机械能是怎样转化为电能的?	195
3.32 通电导体在磁场中运动时,电能是怎样转化为机械能的?	197
3.33 磁和电之间有哪些联系?二者是一回事吗?	199
3.34 交流电是怎样产生的?它有哪些基本性质?	201
八、电磁波	205
3.35 电磁波的本质是什么?	205
3.36 电磁波有哪些基本性质?	206
3.37 电磁波是怎样产生的,又是如何传播的?	208
[思考题]	210

第四篇 光 学

一、光的传播	211
4.1 光总是沿直线传播的吗?	211
4.2 光通过不同媒质的界面时是如何传播的?	212
4.3 光在不均匀媒质中是如何传播的?	214
4.4 光的传播速度	215
二、光路控制和成像	217

4.5 人们是如何按照自己的意愿控制光的传播方向的?	217
4.6 什么是像?	222
4.7 如何观察物体所成的像?	224
三、颜色之谜	232
4.8 单色光的“单色”有何含义?	232
4.9 色光的五光十色是怎样产生的?	232
4.10 物体的颜色和颜料的颜色是怎样形成的?	234
四、大气中的光现象	236
4.11 为什么天空呈蔚蓝色?	236
4.12 海市蜃楼是怎样形成的?	236
4.13 霓虹现象是如何形成的?	237
五、光源	239
〔思考题〕	240

第五篇 能 源

一、中学物理教学中对能量认识的发展	243
5.1 能量概念有何重要意义?	243
5.2 在力学、热学的学习中,是怎样认识机械能和内能的?	244
5.3 在电磁学学习中,是怎样认识电磁能的?	247
5.4 对原子核能应该如何认识	249
二、能量的利用	252
5.5 内能的利用具有什么特点?	252
5.6 与电能利用有关的几个问题	253
5.7 核电站的反应堆会像原子弹那样爆炸吗?	256
三、能源与社会发展	257
5.8 能源是怎样分类的?	257
5.9 能源对社会发展的影响	258
〔思考题〕	259
主要参考书目	260

绪 论

0.1 物理学的任务和方法

世界是物质的，一切物质都在空间和时间的长河中永不间断地运动着、变化着。列宁说过：“世界上除了运动着的物质，什么也没有，……”。^①而物质的运动形式是多种多样的。从单纯的位置移动，到发热、发光、电磁现象、化合、化分，直至生物的生命现象和思维活动等，都是物质运动的不同形态。它们既服从共同的普遍规律，又各有其不同于其它运动形式的独特规律。人们对各种不同的物质运动形式的研究，形成了自然科学的各个分科。

物理学研究的是物质运动最基本最普遍的形式，包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内的运动等，以及它们之间的相互联系、相互转换。

物理学所研究的各种物质运动变化的现象，统称为物理现象。由于物理现象是最基本的物质运动形式，它普遍地存在于其它较高级较复杂的物质运动形式之中。任何其它自然现象的发生发展都必然同时伴随着物理现象。例如：化学反应过程中总是伴随着吸热、放热，乃至发光、形成电流等现象；生物的生长总是需要水份养料的输送、血液的循环、阳光雨露的作用和保持一定温度的生长环境等。物理学所研究的某些物理规律具有极大的普遍性。如物理学所确定的能量守恒定律，适用于自然界的一切变化过程，无论是化学的、生物的或具有其他特殊性质的过程，都遵从这一定

^① 列宁著，中共中央编译局译，《唯物主义和经验批判主义》，人民出版社，1960年，第4版，第169页。

律。所以说,其它自然科学的研究都离不开物理知识,物理学是自然科学中的一门基础科学。

物理学研究物理现象的目的,就是要认识和掌握物质系统在运动变化和相互作用过程中,所体现出来的物理属性和运动变化的规律。而这种“属性”和“规律”都是不以人们的意志为转移而客观存在的。因此,物理学最基本的研究方法就是观察和实验。观察是对自然界自发产生的现象,在不改变自然条件的情况下对它进行观测和分析,借以发现自然现象的客观规律。例如,对天体运动、大气现象等问题,都需采用观察的方法去研究。有时对周围常见的现象进行精心观察,也会导致物理学的新发现,如伽利略还在学生时代,由于精心观察教堂顶上悬挂着的油灯的摆动,从中发现了摆的等时性。可是自然界物质的运动变化是相互联系、错综复杂的,单靠对自然界自发现象的观察往往不足以得出精确的结论,所以物理学研究中更需要用人为控制的方法,排除或减低次要因素的干扰,使需要深入研究的现象在简化的条件下重复发生,以便反复地仔细地观察、测量和分析,这就称之为实验。可以说物理学的每一个概念、每一条定律都是在观察和实验的基础上建立起来的。

当然,观察和实验必须跟正确的分析、抽象、概括和严密的逻辑推理、数学论证相结合,这是物理学研究的基本特点。没有正确的分析、抽象和概括,就不可能通过观察和实验建立起物理概念和定律;而物理学的各个分科的理论体系,都是从为数不多的几条基本定律和原理出发,通过对许许多多有关物理现象的研究,用严密的逻辑推理和数学论证的方法,进行更加广泛的抽象和概括而逐步形成、逐步完善起来的。严谨的理论不仅能说明一定范围内的各种物理现象,并且还能预言某些未知现象的存在。例如,麦克斯韦的电磁场理论,不仅精辟地解释了当时已知的各种电磁现象,而且预言了电磁波的存在及其传播速度。最终为实验所证实。

物理学研究中,为了化繁为简,以利于问题的讨论和解决,还

常常暂时撇开一些次要的局部的因素,突出主要矛盾,对考察对象进行科学的抽象,建立理想化的物理模型.如力学中的质点、刚体,热学中的理想气体等,都是这样一种科学抽象的理想模型.这类模型的引入,使所研究的问题大为简化,而所得的结论,在一定的领域中仍然是相当精确地普遍适用的.所以说,建立理想模型是物理学中研究问题的一种重要的科学方法.

假说是物理学研究中又一种重要方法.所谓假说,就是在观测到的新的实验事实的基础上,为了寻找事物的新规律,对有关现象的本质提出一些未成熟的说明方案或基本论点.根据这种假说对有关问题进行分析、解释和推论,并用进一步的实验去验证.经过不断的考验和修正,若在一定范围内证明这种假说是正确的,最后就上升为理论,形成新的学说或定律.例如,现代量子力学理论,就是从量子假说开始,经过量子理论的演变逐步发展形成的.

上述观察、实验、抽象概括、理想模型、假说、逻辑推理和数学论证等都是物理学的重要研究方法.中学物理教学的任务,不仅仅是传授物理知识,还应该充分重视结合知识讲授过程,阐明分析问题研究问题的科学方法和逻辑规律,启示学生逐步培养起研究物理问题的正确观点和方法.

0.2 物理量和物理规律

研究物理现象的规律,首先必须对被研究的物质系统在运动变化和相互作用过程中所体现的各种各样的属性,及其运动状态和运动过程的特征,给出确切的描述和量度.所谓物理量,就是物理学中用来表示和量度一个物体或系统在物理现象中所体现的各种物理性质、状态特征或过程特征的量.

根据各种物理量的不同特点,可以从不同的角度适当分类.因此,除了物理学的各个分科——力学、热学、电学、光学等,分别根据需要先后引入的一些物理量,称之为力学量、电学量等外,还可以对所有的物理量按其本身的特性,从以下几方面作出区别:

〔I〕 **矢量和标量**:若一个物理量既有量值大小,又有方向性,并且它们的合成和分解遵循平行四边形法则,这种量叫做**矢量**。如力、速度、电场强度等都是矢量。若一个量只有量值大小,没有方向,如质量、温度等,或者虽有方向,但是它们相加减时不遵循矢量运算的平行四边形法则,如电流、电动势等,这类量都叫做**标量**。

〔II〕 **广延量和强度量**:凡是与系统的摩尔数^①或体积成比例关系的量,叫做**广延量**,也叫**可加量**。如质量、内能等都是可加量。譬如说,若干零件组成一台机器,那么整个机器的质量等于各个零件的质量之和;反之,凡是与系统的摩尔数或体积无关的量,叫做**强度量**,也叫**不可加量**。如温度、密度、电场强度等都是不可加量。例如:两小杯 40℃ 的温水合并成一大杯,其温度仍然是 40℃。如果一个物体的温度不均匀,即内部各点的温度不相同,则这种各点温度的差别反映了物体内部各处分子热运动的强度不相同。我们决不能说“整个物体的温度等于内部各点温度之和”。

〔III〕 **状态量和过程量**:凡是只决定于被考察对象所处的运动状态,而与运动、变化的具体过程无关的量,叫做**状态量**,也叫**态函数**。如动能、温度、内能等都是状态量。譬如,放在恒温环境中的一个物体,必有确定的温度和内能,而与它曾经经历过什么样的物理过程完全无关。另外,物理学中还引入了一些专门用来描述考察对象所经历的物理过程的特征量,叫做**过程量**。如功和热量就是过程量。^②

了解上述物理量的各种特性的区别,对正确建立物理量,澄清物理概念是很重要的,教学中应给予足够重视。

综上所述,建立一个物理量一般应搞清下述四个方面:第一、物理意义,即物理学为什么要引入这个物理量,它是用来描述或表

① 参看本书 1.2.

② 详见本书 1.31 和 2.5.

征考察系统的何种属性、何种状态特征或过程特征的？第二、定义，即唯一确定地规定“什么什么叫做 $\times\times$ ”，一个正确的定义不允许含有任何模棱两可的用词；第三、特性，即搞清该物理量是矢量还是标量，是广延量还是强度量，是状态量还是过程量等等；第四、量纲^①和单位。

初中物理教学中，鉴于学生的智力水平和知识基础，不可能对每个物理量都按上述四方面作全面严密的分析，一般应侧重于搞清所学物理量的物理意义，而不一定下完整的严格的定义。在不违背科学性的前提下，可以用通俗易懂的语言阐明物理量某个侧面的特征来代替它的定义。初中物理教材中常用的讨论方式有两种：一种是拿一个物理量的数值表示法代替它的定义。譬如说，“某种物质单位体积的质量，叫做这种物质的密度”；另一种是把一个物理量意义的表述当作定义。如讲动能时说：“水、子弹是由于运动而能够做功的，它们具有的能叫做动能”。初中物理教材对大部分问题的讨论，逻辑上都有这种类似的特点。教师应把握好初中物理教学的特点，正确处理好教学过程，做到深浅适度，简明易懂，不要过分强调定义的完整和严密。

物理学的规律包括定律、定理、原理、法则、定则和在一定范围内普遍适用的基本方程等。概括地说，它们都反映了有关物理现象之间客观的内在的必然联系，并且具体表示为相关物理量之间实际存在的确定的关系。

所谓定律，就是从观察和实验所观测到的大量事实中，经过分析、抽象而概括出来的对某种客观规律的表达。定律的正确性，是根据它的各种结论是否与实验事实相一致而进行验证的。所以说，每条定律的建立都是来自实践和实验，又为实践和实验所证实，它具有极大的可靠性和普遍性。由于定律所反映的是物理现象中客观存在的规律，所以我们毋需要、也不可能对定律作出“为

① 量纲的表示法参看本书 1.3.

什么”？的解释。譬如说，牛顿第二定律表明“物体获得的加速度跟所受的合外力成正比”，这就是客观存在的规律，不存在“为什么？”的问题。因此，人们常说物理学的基本定律是“没道理”的大道理。物理学的每个分科都只有为数不多的几条基本定律，而整个理论体系正是从这几条基本定律出发，用严密的逻辑推理的方法，对相应的物理现象进行广泛的研究而逐步形成的。中学物理教学中很有必要使学生懂得这些道理，逐步养成正确的思想方法。

由已知的基本定律出发，结合有关现象进行分析推理，导出在一定范围内具有普遍意义的结论，这就构成定理或基本方程。如力学中的动能定理、热学中的气态方程、卡诺定理等。当然，定理或基本方程的正确性也是受实验和实践检验的。然而它们的建立不是实验事实的直接结果，而是根据已知实验定律导出的。所以教学中对定理、和基本方程的讲授就需要阐明“根据什么？”“为什么？”

原理，通常指某一分科中，具有普遍意义的基本规律，它是从大量实践中概括出来的，其正确性，是根据由它所推出的各种结论，为实践所验证，而不是由其它定律所论证的，如功能原理。

法则和定则也是实验事实的概括，它们跟定律的区别就在于考察对象和适用范围不同。一般地说，法则或定则是用来表征某一类或某一种物理现象的固有特征的。法则是规律的一种方法性表述，如所有矢量的合成和分解都遵从平行四边形法则。

定则是为帮助理解记忆，用以表达事物内在联系，所公认的一种方法，如左、右手定则等。对这类问题的研究，唯一有效的方法就是做好实验，从实验中概括出结论。

应当指出，对任何一条物理规律的讨论，不能仅仅停留在内容的表述上，还应该确切阐明下述两个方面：第一、物理实质。即搞清该定律、定理或法则反映了何种特定的客观规律？第二、适用条件。即明确指出所讨论的定律或定理，在什么样的领域中和什么