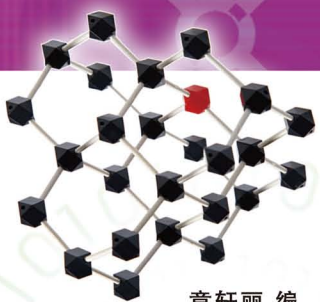
中学理科课程资源

探寻物理起源



章轩丽 编

追溯数理化的演变历程
对话最新颖权威的方法
探索最成功的课程教学
感受最前沿的科技动态
理科教育的全程解码
数理化的直面写真

远方出版社

中学理科课程资源

探寻物理起源

章轩丽 编

远方出版社

图书在版编目(CIP)数据

探寻物理起源/章轩丽编. —2版. —呼和浩特:远方出版社,2007.8
(中学理科课程资源)
ISBN 978-7-80723-068-7

Ⅰ.探… Ⅱ.章… Ⅲ.物理学史—青少年读物 Ⅳ.O4—09

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第116905号

中学理科课程资源
探寻物理起源

编　　者	章轩丽
出　　版	远方出版社
社　　址	呼和浩特市乌兰察布东路666号
邮　　编	010010
发　　行	新华书店
印　　刷	廊坊市华北石油华星印务有限公司
版　　次	2007年11月第2版
印　　次	2007年11月第1次印刷
开　　本	850×1168　1/32
印　　张	306
字　　数	3315千
印　　数	3000
标准书号	ISBN 978-7-80723-068-7
总 定 价	936.00元(共36册)

远方版图书,版权所有,侵权必究。
远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

前　言

随着人们对新课程观的理解，课程资源的开发和利用越来越受到重视，其开发和利用是保证新课程实施的基本条件。新课程倡导学生主动参与、探究发现、交流合作，而课程资源对学生的发展具有巨大的推动作用，因此开发利用一切课程资源，为实施新课程提供环境成为当务之急。

在执行新课程计划中，应当树立新的课程资源观，教师应该成为学生开发和利用课程资源的引导者。学生应该成为课程资源的主体和学习的主人，应当学会主动地有创造性地利用一切可用资源，为自身的学习、实践、探索性活动服务。

为此，我们开发了《中学理科课程资源》丛书。这套丛书共36本，分为数学、物理和化学三个方面。根据新课标的改革方向，每个方面又分为教学、百科和新方位三个方向，是针对中小学教师和学生而编写的精品丛书。

《中学理科课程资源》的开发和利用说到底是为了学生的发展而展开的，让每一位理科教师在进行理科课程资源的开发和利用时能更多地关注学生自身存在的一切资源，激发和唤醒学生的多种潜能，为学生以后能主动学习、主动探索、主动发展奠定坚实的基础。

在本套丛书的编写过程中，我们得到了许多理科方面的专家及学者的指导和帮助，在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限，错误、疏漏之处，希望广大读者批评、指正。

编　者

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　录

第一章　力　学 …… 1
第一节　质　量 …… 1
第二节　力 …… 9
第三节　自由落体运动定律 …… 20
第四节　开普勒的行星运动规律 …… 27
第五节　牛顿第一定律 …… 40
第六节　牛顿第二定律 …… 47
第七节　万有引力定律 …… 50
第八节　相对性原理 …… 58
第九节　动　量 …… 63
第十节　动量守恒定律 …… 66
第二章　电磁学与电磁波 …… 74
第一节　电磁学发展简史 …… 75
第二节　静电学与静磁学 …… 85

第三节　电磁感应定律 …… 92
第四节　电报的发明 …… 133
第三章　热学与熵 …… 161
第一节　热力学第零定律与热平衡 …… 162
第二节　第一定律与能量守恒定律 …… 165
第三节　热力学第二定律与熵 …… 192
第四节　热力学第三定律与绝对零度 … 214
第五节　分子运动论与布朗运动 …… 230

第一章　力　学

第一节　质　量

一、17 世纪以前人们对质量概念的认识

古希腊时期的哲人们在研究物体的惯性运动时，就曾经探讨过当惯性运动时被打破的时候，外来原因与运动变化的之间的关系。伊壁鸠鲁认为：快慢现象差异的产生源于有还是没有发生碰撞。基于这一点，他把原子在空间中运动的方向与速度的改变和作用力联系在一起。当然这还只是一种纯粹的思辨性思想，没有任何的观测依据，但从中已经开始孕育着与质量概念的有关思想。

加速度的概念是在伽利略否定亚里士多德将速度与力相联系的错误观点后首次提出来的，第一次把加速度与作用力直接联系在一起。伽利略指出，作用力是按照物体运动的速度的变化而成正比例变化的，从这里可以

看出，伽利略已经具有静质量的概念。然而，伽利略时代的科学水平还不能让人们区分质量与重量这两个概念，即便是渊博的学者也常常把二者混用，因此质量的概念也没有明确地提出来。

质量的概念最早是弗兰西斯·培根在他 1620 年出版的《新工具》一书中提出来的，他把质量定义为“物体所含物质之量”，并提出“作用力依赖于质量”的观点，从而把质量与作用力联系起来。

二、静质量定义的形成

牛顿在接受了从古代原子论者直至伽利略和培根关于静质量概念的论述之后，在《自然哲学之数学原理》一书中明确地提出了物体的静质量的定义：质量是“物质之量”，是由其密度和体积为共同量度。也就是说，质量是指物体含有物质的多少。在文中，牛顿采用密度和体积来定义质量，而不像今天我们是采用质量和体积来定义密度。这是因为在牛顿的时代，密度和体积是比质量更为简单、更为直观的物理量。按照牛顿的定义，表示物质是由永恒不变的、不可入的、不可分割和具有惯性的原子组成的；而质量就是物体包含的原子数量的量度；物体的体积愈大，原子的排列愈密，说明它所包含的原子数愈多，其质量也就愈大。

牛顿关于质量的定义，我们还在沿用着，现在依旧在

初中物理教材中出现,即“物体所含物质的多少叫做质量”。这种定义对于刚接触物理的初中学生是容易接受的。但对这种定义的理解必须要注意以下几方面:

(1) 这种定义只对静质量进行定义,并没有涉及到运动物体的质量问题;

(2) 所涉及的物体必须包含着同种物质构成,这样才能够比较它们所含的物质的多少;

(3) 对物质的理解不能局限于由基本粒子(如分子、原子、质子、中子、电子等) 所组成的实物物体,还应该将充满整个空间的引力场、电磁场、介子场等场形物质包括进来,也就是说,这里的物质包括一切客观的存在;

(4) 不能仅仅将“物质的量”的概念理解为就是构成物体的最原始的、最基本的“原料”的多少。在一定条件下,物质可以从不同的形态之间相互转化。即我们可以通过转化后所产生的量的多少来比较物质的多少。具体一点,就是说可以创造某些特定的条件,使物质转化为可以直接用来比较的静物质形态。一个物体能够转化后产生较多的量,就说明该物体含有较多的质量。比如,中子在核反应之后蜕变为质子、电子和反中微子,就包含着比质子更多的物质的量。恒星中的质子在核聚变转化成氦核的反应中,四个质子就比一个氦核含有更多的物质,因为在核聚变过程中,产生了中微子和电磁场(光) 的辐射。

(5) 对运动的物体应该采用动质量来量度。

三、动质量概念的形成

在经典力学之中,物体的质量是个恒量,而在相对论力学之中,物体的质量不是一个恒定的量了。在相对论力学中,物体的质量与其运动速度之间存在一定的函数关系,即质速关系。质速关系式已经在微观实验中得到证实。质速关系式显示,物体的速度愈大,其质量也就愈大;当速度为零时,质量最小,这也就是它的静质量。

四、引力质量概念的建立

某物体对周围环境的引力作用的大小是其质量的属性之一,具有这个属性的质量通常被称为引力质量。引力质量的定义是在牛顿在发现万有引力定律的过程中形成与建立起来的,从万有引力定律出发可以推导出引力质量。和一般作用力一样,通常引力作用也包括施力和受力两个方面。根据万有引力定律,任何两物体之间都有着引力作用,两物体(视为质点)的连线就是引力的方向,引力的大小与两物体的质量的乘积成正比,与两者距离的平方成反比。

五、惯性质量概念的建立

牛顿在《自然哲学之数学原理》一书中还引入了惯性质量的概念。他将惯性质量定义为“物质固有的力,

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

是每个物体按其量而存在于其中的一种抵抗能力，在这种力的作用下物体保持其原来静止状态或者匀速直线运动状态。”在解释时，牛顿还指出：“这种力总是同具有这种力的物质的量成正比的。”这样牛顿就把惯性质量的概念引入到了物理学。这个概念在牛顿第二定律中有着更有具体的体现。在牛顿第二定律 $\vec{F} = m\vec{a}$ 中，质量就被定义为“物体惯性大小的量度”，也就是说，可以对不同物体施以同样大小的力，根据它们获得加速度的大小就能确定质量的大小。获得加速度大的物体质量小，反之，加速度小的物体质量大。这种测定物体质量的大小的方法是按照惯性的大小来进行量度的，因此，这样测得的质量又被称为惯性质量。“惯性质量”的概念与“物质的多少”这一关于质量的概念是一致的。

根据概念，惯性质量是描述物体在受到一定外力作用时所表现的具有维持原来运动状态不变性质能力的一个物理量。这个定义一方面反映了物质是客观存在的，因此惯性是物体的一种固有属性，质量作为它的量度也就成为反映物体特性的一个物理量。另一方面，它显示了物质与运动之间的辩证关系。然而，物体的惯性仅仅显示了物体保持其运动状态不发生变化的不变特性，而不能够直接反映物质的量的多少与物体的运动性质有什么关联，显示这种联系是惯性质量。

惯性质量的定义——“质量是物体惯性大小的量

度”一般会在高中物理教材中出现，在过程教学中要注意引导学生掌握惯性质量的概念，要明确地指出一切物体都具有惯性，惯性的表现形式还会因物体的运动形式的不同而改变。对于物体的质点的运动为低速情况下的平动来说，惯性是可以用质量的大小来量度的。然而，当物体作转动时，就不能仅仅采用质量来量度物体惯性的大小了，这时候就需要用所谓“转动惯量”来描述惯性的大小了。而转动惯量除了与物体质量的大小有关系之外，还与物体转动的转轴的选取和质点质量的分布有关系。高速运动的物体的惯性表现得就更为复杂，此时还需要用“惯性张量”来描述。因此，质量并不能完善地描述所有情况下物体的惯性的大小，它只是特定的情况下（物体作低速平动）的惯性的量度。

六、惯性质量与引力质量

从以上的描述可知，惯性质量出现在牛顿第二定律之中，而引力质量出现在万有引力定律之中。而牛顿第二定律与万有引力定律又是两个基本的而且相互独立的定律，显然，惯性质量和引力质量在物理本性上是完全不同的。爱因斯坦曾经以地球和石头间的引力为例来生动地说明这一点，他说 “地球以重力吸引石头而对其惯性质量毫不相干。地球的‘召唤’力与引力质量有关，而石头所‘回答’的运动则与惯性质量有关。”所以，这里就产

生了这样一组问题:物体的引力质量与惯性质量是否是一回事?物体的惯性和引力两者在外表上完全不同,它们是否存在着深刻的联系?这组问题在物理学的发展历史上曾经有过许多争论和探索。

在物理学的发展历史上,牛顿首先从自由落体实验和单摆实验中论证了这个问题,也就是我们今天所说的引力质量与惯性质量的等价问题。

1894 年,厄阜利用扭秤实验成功地证实了引力质量与惯性质量之间的比例性质,其结果的准确程度很高。厄阜的扭秤实验设计的基本思想是:在地球表面,重力 $\vec{G}$ 的方向被定义为由引力质量引起的万有引力与由惯性质量引起的惯性离心力的合力方向。如果惯性质量与引力质量不成比例关系,则重力 $\vec{G}$ 的方向对于不同的物体应该稍有不同。这样,通过测定不同物体 $\vec{G}$ 的方向,就可以来推算两种质量之间的关系。厄阜的实验精度达到了十亿分之五,测得二者是相等的。1922 年,厄阜又将实验精度提高到 3×10^{-9},结果依旧是相等的。1964 年,狄克等人进一步改进了厄阜的实验,他们用金和铝来进行扭秤实验,精度提高到 $(1.3\pm1.0)\times10^{-11}$,1971 年,勃莱金斯基和佩语又将精度提高到 10^{-12},然而,测量结果依旧表现为相等。

对于引力质量与惯性质量是否具有等价性,虽然现今科学家们已经将实验测量精度提高到了 10^{-12} 数量级。

与此同时,广义相对论也从理论上对两者之间的等价性进行了论证。但是现今还不能肯定地说二者完全一致。这是因为:一方面实验精度依旧是有限的;另一方面广义相对论现在还只是个相对真理,其正确性有待于进一步论证。而且近些年来还有一些新的实验事实初步证实了广义相对论的等效原理(引力质量与惯性质量等价)存在一个微小的偏差。因此,惯性质量与引力质量是否具有等价性,二者在什么程度上等价,仍然是一个有待进一步探索的谜,愿有志于此的读者去揭开这一谜底。

七、质量单位与质能关系

在国际单位制中,质量的单位是千克,在在厘米、克、秒制中,其单位是克。在我国古代采用斤、两、钱、分等作质量单位,现在一般采用克、千克等逐步代替。在量度大质量时,还常常采用吨作单位;在量度微小质量时,还可以采用毫克、微克作单位。在计量原子质量时,一般采用原子质量单位。

在古代各国都有着不同的质量单位标准和质量单位。18 世纪末,法国首先创建米制单位和千克制质量单位,并明确规定 1 千克等于 4℃时 1 升纯水的质量。还在此基础上,根据 1875 年十七国签署的米公约制造出铂铱合金原器作为千克的国际标准。1901 年,第三届国际计量大会正式宣布规定 1 千克等于千克国际原器的质

量，这个规定一直沿用至今。然而与原规定相比，千克国际原器比4℃时1升纯水要重28mg。因此，现在的千克标准并不完全等于4℃时1升纯水的质量，但这种说法在一些初级教程中还沿用着。

质量概念不断完善和发展着，现代物理学已经明确了质量与能量之间的内在联系，这就是根据爱因斯坦狭义相对论推导出来的质能关系式：$E = mc^2$。式中E代表能量，m代表动质量，c表示真空中的光速。该表达式显示了任何一个物体的质量和它所包含的能量之间的关系。该式还显示，任何物质的质量变化都将伴随着相应的能量变化，反之，任何能量的变化也伴随着相应的质量的变化，两相应量之间满足此关系式。这一关系已经被实验（特别是核反应的实验）事实所证实，它是揭示和利用原子能的理论基础。在自然界中，质量是一个重要的守恒量。质量守恒定律是自然科学中重要的定律之一，它表明在任何孤立系统（与周围隔绝的物质系统）中，不论发生什么样的变化和经历什么样的过程，其总质量始终保持不变。这是质量重要的特性之一。

第二节　力

一、力的概念的初步形成

从远古时代开始，人们就广泛而有效地利用各种原

动力,并发明使用了各种简单机械,而且在此基础上逐步产生和积累了许多与力学相关的经验知识,初步形成与发展了力的概念。

1. 我国古人对力的概念的认识

我国古代人们在推、提、拉、抛时,肌肉活动感到紧张,就认为肌肉对其他物体产生了力的作用,这就是他们对力的概念的认识。活跃与我国春秋战国时期的墨家就是通过观察人们通过肌肉的动作使物体发生形变或者位置的移动,从而概括出力的初步概念。墨家最早指出:“力,刑之所以奋也。”这里的“刑”是“形”的通假字,意指人体、物体,“奋”字在古籍中有多种意思,诸如物体由静到动、运动越来越快,或者由下上升等,都可以用“奋”字表示。因此,墨家的这句的意思就是:力是使物体由静而动、运动越来越快、由下而上的原因。用一句话说就是力是使物体的运动状态发生变化的原因。这种对力的定义是很正确的。在《墨经》中一篇名为《说》的文章里还进一步指出:“力,重之谓,下、举,重奋也。”意思就是说物体的重量也就是一种力的表现,物体下坠、上举,都是基于重力作用的运动。

如前所述,墨家把力定义为物体运动的原因联系起

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com