



高級中學課本物理学第一册

教學參考書

第二分册

人民教育出版社

目 录

第五章“物体的相互作用”的教学

(一)全章概述	103
(二)教学目的	104
(三)教材分析和教法建議	104
第一單元 牛頓第三定律	104
單元概述(104) § 60. 物体的相互作用(105) § 61. 牛頓第三定律(107)	
第二單元 动量守恒定律	200
單元概述(200) § 62. 动量; 动量守恒定律(201)	
第三單元 反冲运动和碰撞	204
單元概述(204) § 63. 反冲运动、反冲运动的利用(205) § 64. 碰撞、碰 撞的应用(208)	
关于本章习题課的一些建議	210
关于本章复习課的一些建議	214

第六章“机械能”的教学

(一)全章概述	215
(二)教学目的	217
(三)教材分析和教法建議	217
§ 65. 功(217) § 66. 功的量度(219) § 67. 功的单位(221) § 68. 功 率(223) § 69. 功率的单位(226) § 70. 机械的功的原理(228) § 71. 机 械的效率(230) § 72. 斜面(232) § 73. 劈(234) § 74. 螺旋(236)	
§ 76. 能(237) § 77. 势能(238) § 79. 动能(241) § 78. 在外力对物体 做功时物体势能的增加(243) § 80. 在外力对物体做功时物体动能的增 加(243) § 81. 机械能(244) § 82. 运动物体克服摩擦力和媒質阻力所	

做的功(249) § 82. 机械能轉变成其他形式的能 能的轉变和守恒定律(254)

第七章“曲綫运动、轉动”的教学

(一)全章概述	255
(二)教学目的	257
(三)教材分析和教法建議	257

第一單元 曲綫运动的基本知識 257

单元概述(257) § 85. 物体在受到跟它的速度成角度的力作用时的运动(259) § 86. 曲綫运动中速度的方向(260)

第二單元 抛体运动 262

单元概述(262) § 87. 平抛物体的运动(262) § 88. 斜抛物体的运动(264)

第三單元 匀速圓周运动 266

单元概述(266) § 89. 匀速圓周运动 角速度(267) § 90. 綫速度 綫速度跟角速度的关系(268) § 91. 向心加速度(269) § 92. 向心力(272) § 93. 离心力(274) § 94. 利用向心力来研究的几种現象(275) § 95. 利用圓周运动中的現象的几种机械(278)

第四單元 轉动 280

单元概述(280) § 96. 固体的轉动(280) § 97. 使原来靜止的固体发生轉动的力(281) § 98. 发动机和工作机之間轉动的傳遞(282) § 99. 皮带傳动裝置(283) § 100. 摩擦傳动裝置(285) § 101. 齿輪傳动裝置(286)

第五章“物体的相互作用”的教学

(一) 全章概述

課本自第三章开始研究动力学，就是研究物体的运动跟产生这个运动的原因間的关系。动力学的基础就是牛頓运动定律。第三章和第四章分別闡述了牛頓第一定律和牛頓第二定律，这一章主要研究牛頓第三定律。从牛頓第三定律使学生認識力是物体相互作用的結果，并进一步了解物体相互作用时彼此的运动状态改变的情况。因此，这一章是跟第三、第四两章紧密联系的。总的來說，这三章要使学生对力的概念有較全面的理解，对物体的运动跟产生这运动的原因之間的关系得到系統的知識。

这一章是在实验的基础上得到物体間相互作用的关系。实验是从定性的到定量的。先証明物体間的作用总是相互的，再証实两个物体彼此作用力之間的关系，从而得出牛頓第三定律。在得出牛頓第三定律后，再結合牛頓第二定律，进一步研究物体相互作用后运动改变的情况，引出动量守恒定律。最后，根据动量守恒定律，討論了反冲运动和碰撞的現象，以及反冲和碰撞在技术上的应用。本章教材按照这样的系統排列，很典型地体现着从实验的观察和分析，引导到物理定律的建立，然后在实践中应用这些定律这样一个唯物的辯証的科学研究过程。同时，这样的系統也是跟学生的認識的发展規律相符合的。

根据上述教材系統，本章可分为三个单元：

(1) 牛頓第三定律

(2) 动量守恒定律

(3) 反冲运动和碰撞

(二) 教学目的

本章教学要达到下列目的：

(1) 通过对演示实验的事实观察和分析，使学生認識在自然界里物体間的作用总是相互的，并認識物体相互作用力之間的定量的关系。

(2) 結合牛頓第一定律和牛頓第二定律使学生較全面地形成力的概念，并对物体在相互作用时彼此运动状态改变的情况有較全面的了解；进而能够分析生活中和技术中的一些有关現象。

(三) 教材分析和教法建議

第一單元 牛頓第三定律

單元概述

这一单元向学生介紹牛頓第三定律，是本章的中心。

牛頓运动定律的三个定律，是分散在三章內講授的，但我們要使学生对牛頓运动定律有一个統一的認識；因此，在介紹这三个定律中的每一个定律时，必須注意到它們之間的內在联系，并在教学中体现这三个定律的統一性。第一运动定律說明物体在

沒有受到外力的作用时怎样运动；第二运动定律說明物体受到外力的作用时怎样运动；第三运动定律說明物体之間相互作用的关系。“力”的概念是內在的綫索，將这三个定律串連了起来。这个单元开始从“力”引入，这不仅是第三运动定律的本身內容所需，而且也是与前面两个定律联系的樞紐。

根据这一单元的教材內容，第 60 节先通过实验得出結論：物体間的力的作用总是相互的；然后在第 61 节通过实验进一步建立物体間相互作用力之間的关系；最后便确立了第三运动定律。因此，教学过程必須經過实验时一系列現象的观察，然后建立起它們中間存在的关系和联系；同时也必須貫徹从定性到定量的程序。

通过本单元的教学，要使学生認識物体間的作用总是相互的，作用力和反作用力总是大小相等、方向相反，并作用在不同的物体上。

§ 60. 物体的相互作用

学生通过第三章的学习，已經形成了力的概念。他們知道力就是一个物体对另一个物体的作用。这一节是要通过实验的观察，使他們認識物体間的力的作用总是相互的。

在这一节开始时，也就是这一章开始时，可以先要求学生回顧一下，牛頓第一定律告訴了我們物体在沒有外力作用（即沒有与别的物体作用）时，物体保持它的原来的运动状态；牛頓第二定律告訴我們当物体与另一物体作用，即受到外力时，物体就改变它的运动状态。然后提出物体間的这种影响运动的作用，究竟只是单方面作用还是相互作用的問題；并告訴学生这一章是

以这个問題为研究的中心的。这样做，可以使學生知道这一章所要学习的主要内容是什么，并意識到这一章跟前面两章是有一定的联系的。

当一个物体对另一个物体发生作用的时候，后一物体是否也对前一物体发生作用？教师就以手拉彈簧为例，要學生加以分析，回答上面的問題。看他們是否能掌握在第 36 节学过的关于物体間的彈力作用是相互的这一点。然后說明仅从彈力作用的一种情况来回答上面的問題是不够的，必須研究几个别的力的例子，这样就可进行关于磁力作用和电力作用的演示实验。

課本上图 112 的实验；做时可能有困难。在飄浮水面的軟木塞上放磁鉄和小鉄条，在一般情况下易于傾側或压沉。这里



图 80

建議可用磁化的和沒有磁化的鋼針各一枚，分別插在二个軟木塞內，再將它們浮在水面，觀察它們相向运动（图 80）。为了使學生看得清楚，可再在軟木塞上插小

旗，作为标志。演示时，水面必須平靜沒有波动，否則不易得到好的效果。另外一种方法，可以将条形磁鉄和小鉄条分別用綫悬起（图 81），观察它們的相向移动。根据这个实验的事实，得



图 81

出什么結論，可以要學生試答一下；希望學生能够說出：磁鉄有力作用于鉄条，于是鉄条向磁鉄靠近，同时鉄条也有力作用于磁鉄，

于是磁鉄也向鉄条靠近；这两个物体同时相向靠近，因此两物体間的磁力作用是相互的。

同样,通过图 113 的演示,也可以讓学生說出結論,最后指出总的結論:在自然界里,物体間的相互作用总是同时出現的。

§ 61. 牛頓第三定律

这一节要研究两个物体彼此作用的力之間存在着什么关系。要通过实验对靜止的物体以及运动的物体进行观察和分析,得到牛頓第三定律。

在进行課本上图 114 的实验时,要选用运动时摩擦力較小的小車,和軟彈簧的測力計,效果就比較明显。这个实验按照課本上的图示是将两个測力計都鈎在固定的柱上,这样两小車間的距离也有一定。另外一种做法可将其中一个測力計用手拉住,例如将連着載鉄块的小車的測力計用手拉,这样就可以調节两小車間的距离。因为鉄块和磁铁間彼此作用的吸引力的大小与它們的距离有关,当距离比較小的时候,吸引力較大,在两車保持不动时,两个測力計上的讀数一样。再使两小車間的距离增大些,吸引力便減小,两个測力計上的讀数都減小了,但两边的讀数还是相同。这样在观察不同的情形后得到一个結論——鉄块与磁铁彼此作用的力大小相等,比观察一个情形較为全面。从这个实验得出結論时,应将作用力的作用情况分析一下。如图 82, F_1 表示磁铁对鉄块的作用力, F_2 表示鉄块对磁铁的作用力, F_3 表示測力計彈簧对鉄块的拉力, F_4 表示測力計彈簧对磁铁的拉力。載鉄块的小車保持不动时,力 F_1 与 F_3 平衡,同样載磁铁



图 82

的小車也保持不动，則力 F_2 与 F_4 平衡。現从測力計讀数知道 $F_3 = F_4$ ，那么按照上图的分析 $F_1 = F_2$ ，同时它們的方向是相反的。

关于这类实验，还可参考物理通报 1957 年 6 月号第 376 頁介紹的两个方法。

上面是研究靜止物体間相互作用的情形。接着研究运动物体是如何相互作用的。做課本上图 115 的实验时，注意拉繩用力要始終均匀，这样才能使两車在匀力作用下得到匀加速运动。分别量出两小車所通过的路程和运动的时间，那么根据 $s = \frac{1}{2}at^2$ 就能求出它們的加速度 a_1 和 a_2 ，然后观察 a_1 和 a_2 是跟它們的質量(人和小車总的質量) m_1 和 m_2 成反比的。为了达到这样的目的，我們也可以不必分別求出 a_1 和 a_2 的数值，只要求得出它們的比值就行。在实验的时候，拉到两小車相撞，这样两小車从开始运动到相撞所經时间相同，只要量出它們所通过的路程 s_1 和 s_2 ，因为 $s_1 = \frac{1}{2}a_1t^2$ ， $s_2 = \frac{1}{2}a_2t^2$ ，而其中 t 相同，所以 $\frac{s_1}{s_2} = \frac{a_1}{a_2}$ 。那么观察 s_1 和 s_2 跟 m_1 和 m_2 也应成反比，其結果跟前面的做法所得結果完全一样。

課本图 115 的实验也可以不用小孩拉繩。可以用两个小車，在一个小車上装一个小电动机。电动机的轉动軸端装一繞綫的小輪，上面繞的綫連到另一小車上，如图 83。当电动机开



图 83

动时，卷紧連線，两車便相向运动，这跟一个小孩站在車上拉繩的情况相仿。

从运动物体相互作用的实验得到了 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$ ，或 $m_1 a_1 = m_2 a_2$ 的关系，便可让学生結合牛頓第二定律說一說这个关系的含意。最后，将上面几个实验所得結果总结起来：作用力和反作用力大小相等、方向相反这一原則对靜止物体和运动物体說来都是正确的。这一原則就是牛頓第三定律的内容。

在解釋牛頓第三定律时，要說明作用力和反作用力是作用到不同的物体上的，因此，虽然它們总是大小相等、方向相反的，但它們絕不会相互平衡，这一点必須強調。学生对于这一点如果不加注意，在分析具体問題时就会发生錯誤。教师可以用具体例子將作用在不同物体上的作用力不能平衡的情况跟作用在同一物体上的两力可以相互平衡的情况作一比較。如图 82 中 F_1 和 F_2 是作用力和反作用力的关系，因為它們作用在不同的物体上，所以不能平衡；但如 F_2 和 F_3 則是作用在同一物体上，大小相等，方向相反，所以能够平衡，結果使磁鉄靜止不动。

此外，还必须說明作用力与反作用力并非絕對的概念。例如磁鉄与鉄相互作用时，可以說磁鉄作用于鉄，而鉄产生反作用力使磁鉄移近鉄。我們也可以說鉄作用于磁鉄，而磁鉄产生反作用力使鉄移近磁鉄。一定要区分哪一个是作用力，哪一个是反作用力是没有实际意义的。

闡明了牛頓第三定律，接着要解釋一下地球与地面物体之間的作用力的关系。既然物体間任何力的作用总是相互的，而且大小是相等的，方向是相反的，那么重力自然也不例外。这里說明的内容，也是学生以后学习万有引力定律时的一个基础。

最后举几个日常生活中的实例,用牛頓第三定律分析一下。

課本上习題的第1題和第2題可以作为課堂巩固練習。第1題可以要求学生将所有作用力画出来,并分析一下,哪些力是作用力与反作用力的关系,以及哪些力不能平衡,哪些力可以相互平衡。第2題也可以要求将

作用力画出来分析一下,如图84。



图 84

彈簧受到作用力的作用便伸长,

产生彈力。这彈力也是彈簧使它

自己恢复到原来长度的力。它就以同样大小的力作用在它两端的繩上(这一点要注意,学生往往認為它作用在两端繩上之力的和才等于它的彈力,这是錯誤的)。在任何一端,繩对它的作用力,如 F_1 , 跟它作用在繩上的力,如 F_3 , 便是作用力与反作用力的关系,因此它作用在繩上的力(F_3)是 5 公斤,显然它的彈力是 5 公斤。这題分析后,最好再演示一下。

第3題留为作业。

第二單元 动量守恒定律

單元概述

这个单元要向学生介紹“动量”这个物理量,并且研究相互作用的物体傳遞动量的規律。

教材先說明了什么是“动量”,接着通过实验說明动量可以从一个物体傳遞給另一物体,最后把牛頓第二定律和第三定律結合起来对相互作用的物体的运动进行分析,得到动量傳遞的規律。从教材的系統来看,这单元是上一单元中牛頓第三运动

定律和上一章中牛頓第二运动定律的知識的扩大。

通过这一单元的教学，要使学生对牛頓第二定律和牛頓第三定律的綜合运用有所認識，了解物体在相互作用时彼此运动状态改变的情况，进而了解相互作用的物体傳遞动量的規律；并能运用这个規律来解决許多实际問題。

这一单元包括課本的第 62 节，只用一課时講授；但指导学生运用动量守恒定律解决实际問題，在这里是比較重要的；因此，另外用一課时做一些习题是有必要的。

§ 62. 动量、动量守恒定律

这一节教材一开始說明了动量的意义，这是为了下面研究相互作用的物体傳遞动量的規律作准备。但在課堂中，作为这一課的开始，最好能先联系一下前面的旧教材，使学生体会前后教材內在的联系，并了解这一課要学些什么；如果不这样，一开始就提出动量，学生可能感到突然，对这一課将要学些什么，也会感到茫然。这里建議將課本图 120 的演示作为开始。当右边的鋼球碰撞左边的鋼球时，說明这是两球相互作用；要学生用牛頓第三定律解釋一下两球相互作用的情况。当学生能正确解釋后，进一步要学生观察并說明两球相互作用后各球的运动状态改变的情况。最后要学生思考一下为什么两球相互作用后，各球的运动状态有那样的改变。这一問題不一定要学生即刻回答，主要是启发他們的思惟活动能联系到牛頓第二定律和牛頓第三定律上去。接着便提出这一課正是要研究物体相互作用时它們运动状态改变的情况，学生便能比較自覺地将旧教材联系到这一課所要学的内容中来。

在研究物体相互作用时它们的运动状态改变的情况之前，先介绍一个物理量——动量。这个物理量的介绍，照教材上一样直接说明就可以了；不必将牛顿第二定律公式改变成为 $Ft = mv' - mv$ 再加说明，也不必介绍冲量。减少这种次要问题的掺杂，不仅能突出教材的中心内容，并且对减轻学生过重负担有帮助。

在介绍动量以后，再用课本图 120 的演示说明物体相互作用时，动量可以从一个物体传递给另一个物体。当右边的钢球碰撞左边的钢球时，它自己就停下来，它的动量从有变无；同时左边的钢球由静止开始运动，它的动量从无到有。这里是要学生初步了解物体相互作用时，动量是被传递了。至于传递时的数量方面的问题，在下面再作进一步的研究。

研究相互作用的物体传递动量的规律，先作课本图 121 的演示。这个演示所用两个球的质量不同，而且两球用不同的速度都在运动，就是说它们原来各具有不同的动量。这两球的相互作用跟前面图 120 的演示的两球的相互作用基本上是一样的，不过图 120 的情况是图 121 的特殊情况，现在要研究出一个普遍的规律来，就不是用特殊现象所能解决的；因此必须用图 121 的情况来研究。在分析这两个球相互作用和改变运动状态的过程时，要引导学生展开逻辑思维活动。教师可以用谈话法进行，有系统地提出问题，要学生回答。谈话的顺序可以如下：

(1) 当两球碰撞后，要学生说明两球的运动状态改变情况。

(2) 从上面一项谈话知道第一球的速度 v_1 增大，变为 v'_1 ，第二球的速度 v_2 减小，变为 v'_2 。

要学生说出两球的加速度各等于多少。当学生说出 $a_1 =$

$\frac{v_1' - v_1}{t}$ 和 $a_2 = \frac{v_2' - v_2}{t}$ 时, 注意学生是否能理解 t 就是表示两球相互作用的时间, 因此在 $a_1 = \frac{v_1' - v_1}{t}$ 和 $a_2 = \frac{v_2' - v_2}{t}$ 两式中的 t 是相同的。关于这一点, 通过下面一项谈话将使他们更明确。

(3) 要学生回答这两球为什么速度都发生改变。当他们说出由于两球各受到力的作用时, 便进一步要他们说出作用力跟速度改变之间数量上的关系, 也就是要他们根据第二定律得出 $F_1 = m_1 \frac{v_1' - v_1}{t}$ 和 $F_2 = m_2 \frac{v_2' - v_2}{t}$ 两式。

(4) 要学生说明两球所受的作用力之间的关系。即 $F_1 = -F_2$ 。这里要注意力是矢量, 因此 F_1 和 F_2 方向相反时, 应有正负号标明。

(5) 最后教师将上面第 3 项和第 4 项的结果合并得到 $m_1 \frac{v_1' - v_1}{t} = -m_2 \frac{v_2' - v_2}{t}$ 。消去 t , 并移项, 得到 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$, 然后阐明这个等式的物理意义 (也可以启发学生试述), 得到动量守恒的结论。

教师在作上述有系统的谈话的过程中, 必须根据学生的回答在黑板上作图, 并将导出的等式作有条理的板书, 以增加直观性。

介绍动量守恒定律时, 必须附带说明下列几点:

(1) 动量是矢量, 应用动量守恒定律解题时, 必须注意动量的方向, 正确地标明正负号。

(2) 守恒是指相互作用的物体的总动量保持不变, 其中每个物体的动量是有改变的, 但一个物体的动量的减少数必定等于别的物体的动量的增加数, 或者说一个物体的动量传递给别的物体了。

(3)对任意个数的物体的相互作用来说,这个定律也是同样正确的,仍以等式表示:

$$m_1v_1 + m_2v_2 + m_3v_3 + \cdots = m_1v'_1 + m_2v'_2 + m_3v'_3 + \cdots。$$

(4)动量守恒定律不仅适用于一般物体间的相互作用,而且也适用于分子、原子等微粒之间的相互作用,所以它是物理学中最重要的定律之一。它在工程技术方面也有许多应用,重要的有火箭和喷气飞机等(这样提一下,可以为下一单元的教学种一个根)。

如教师认为有需要,可以再回顾一下图 120 的演示,用动量守恒定律简单地解释一下。

设两个钢球的质量都是 m , 碰撞前 $v_1=0$, 因此左边钢球动量 $mv_1=0$, 碰撞后 $v'_2=0$, 因此右边钢球动量 $mv'_2=0$, 刚碰撞前的总动量为 $0+mv_2$, 刚碰撞后的总动量 mv'_1+0 , 根据动量守恒定律 $0+mv_2=mv'_1+0$, 这等式表示两球相互作用后,右边钢球的动量全部传递给左边的钢球了。

最后,可以将习题的第 2 题作为课堂巩固练习,第 1 题和第 3 题留为作业。

第三单元 反冲运动和碰撞

单元概述

从教材的系统来看,前两个单元是对现象作详细研究,得出了理论上的结论,得出了定律,这在学生知识形成的过程中是从直观到抽象的思维的阶段;而这一单元是探讨所得出定律的实际应用,这是从抽象的思维到实践的阶段;因此这三个单元是将

物理現象和定律的各个研究要素在教学过程中安排在适当的地位,并且相互联系,而組成一个完整的知識系統。

这一单元,討論了在技术上有重要意义的两种現象——反冲运动和碰撞。包括課本的第 63 节和第 64 节。在反冲运动中,探討了动量守恒定律在大炮、火箭和噴气飞机上的应用,关于这方面的科学技术,近来有飞跃的进展,苏联发射人造地球卫星和人造行星所用的火箭以及月球火箭的基本原理就是这个定律。因此这一单元还使学生很具体地看到科学是在不断发展着,为人类創造幸福,以鼓舞他們学习的热情,这是具有重要的思想教育意义的。

通过这一单元的教学,不仅要使学生了解牛頓第三定律和动量守恒定律在技术上的应用,使理論联系实践,而且要通过科学上新的巨大的成就的介紹,鼓舞他們为社会主义建設而努力学习的热情。

§ 63. 反冲运动、反冲运动的利用

在这一节的教学开始时,最好向学生說明这一节和下一节的内容是討論前面所得出的定律在技术上的应用,讓他們知道下面教材与旧教材的联系。

这一节中討論了大炮、火箭和噴气飞机的反冲原理。教材中不需要补充很多关于技术方面的解釋,而要着重闡述定律的应用,体现理論联系实际的原則。

关于发炮时炮彈向前飞出,炮身向后退的現象,并不是由于炮彈和炮身直接相互作用的結果;而是由于火藥爆发所产生的大量气体对炮彈和炮筒的后部产生量值相等方向相反的压力作

用的結果。在炮彈和氣體接觸的地方，炮身和氣體接觸的地方，都按照牛頓第三運動定律出現相互作用的力。好象一個壓縮的彈簧，在放開時對它兩端的物體產生量值相等、方向相反的壓力，如圖 85 的 F_1 和 F_2 ；而在物體和彈簧接觸的地方，物體對彈

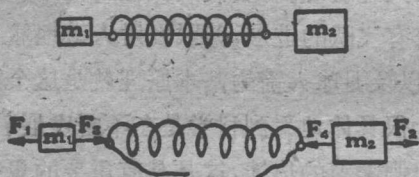


圖 85

簧有反作用力 F_3 和 F_4 。

兩個物體並沒有直接接觸，而其結果跟它們直接相互作用一樣。

課本上所舉一例求炮身的反衝運動的速度。

在說明這個例題時要注意這几点：

(1) 要突出發射以後炮彈和炮身的總動量跟它們在發射以前的總動量相等，也就是要以動量守恆定律作為闡述的中心。

(2) 在計算時要提一下所用單位要一致。

(3) 計算結果得到負數，要說明其意義。

關於炮身的反衝運動，可以作圖 86 的演示，在小車上裝一



圖 86

試管，試管內裝少量的水，加塞，將水燒沸。蒸汽將管塞推出時，試管和小車便向反方向移動，演示的時候注意管塞不要塞得太緊，小車要用輕一些和摩擦較小的，效果就比較好。

關於火箭前進的原理，先從爆竹和“起花”講起，因為大多數學生對這些東西是有感性知識的，說明原理，他們較易接受；再講到火箭，他們便能自覺地將原理聯系上去。關於火箭，他們都沒有感性知識，這裡雖然不需要也不可能