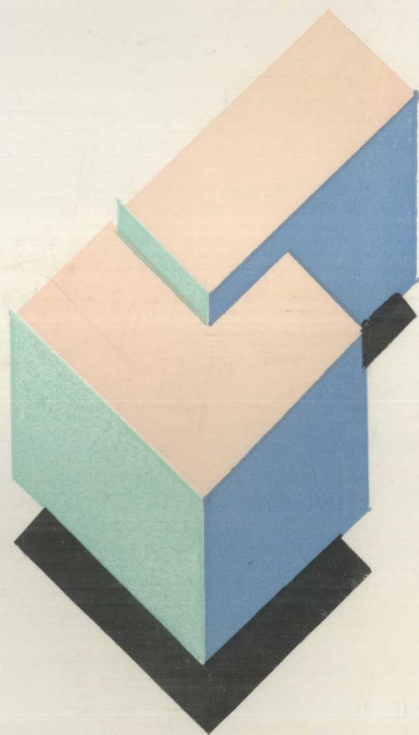


高中物理精讲

第一册



苏教育出版社

高中物理精讲

(第一册)

江苏省教育学会中学物理教学研究会

《高中物理精讲》编委会

编委名单 (按姓氏笔画排列)

王溢然 朱文章 吴保让 束炳如

胡伯良 陆明德 贾广善 戴恒志

江苏教育出版社

高中物理精讲

(第一册)

江苏省教育学会中学物理教学研究会
《高中物理精讲》编委会

(江苏教育出版社)

主编：朱宝栋

副主编：朱宝栋

高中物理精讲

(第一册)

江苏省教育学会中学物理教学研究会

《高中物理精讲》编委会

责任编辑 朱宝栋

出版：江苏教育出版社
(南京中央路165号，邮政编码：210009)
发行：江苏省新华书店
照排：南京理工大学激光照排公司
印刷：通州市印刷厂
(通州市交通北路20号，邮政编码：226300)

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 13.5 字数 298,350
1995年3月第2版 1997年1月第5次印刷
印数 414,621—454,620 册

• ISBN 7—5343—1320—1

G · 1172

定价：10.80 元

江苏教育版图书若有印刷装订错误，可向承印厂调换

编者的话

当前,许多学生在学习物理时,注意力往往集中于题海之中,一定程度上将会影响学生智能的健康发展。因此,我们感到有必要为学生提供一套既有益于切实帮助学生理解、消化教材内容,又能在中学物理基础上有所拓宽、提高的参考书,希望把学生的注意力从题海中引导到对基本概念、基本规律的深刻理解的正确轨道上来,本书正是本着这样的宗旨编写的。

本书作者都长期工作在中学的教学教研第一线,对教材内容、教学方法都有较深入的研究,对中学生的现状也比较熟悉,能够较为恰当地把握教学要求和重点所在,也能抓住学生中普遍感到困惑的疑难杂症。我们希望能集中各位作者所在地及其本人长期积累的宝贵教学经验和教研体会,一起奉献给读者。

本书在写法上力求区别于教材又源于教材,即大体上按教学大纲的结构体例分章编写,但并没有面面俱到,而是有所选择,有所侧重。

(1)全书以每章重点内容、核心规律或学生感到困难、作者感到有意义的问题为线索加以追踪、剖析、展开、归纳。这些方面的阐释比课本详细、深入,希望能帮助学生透彻理解、牢固掌握。

(2)在有些知识的关键处恰当地加以扩展,并作详细分析。

(3)本书还有机地渗入若干超过现行教材内容或有较深难度的问题,希望在有助于领会基础知识、扩展学生认识领域

的过程中,也有助于发展学生的思维能力。当然,为了照顾广大学生的可读性,这些内容所占的比重较小。

(4)编写中考虑到学生自我练习的需要,每章也附有少量练习题(书本有答案备查)。

全书共分三册,可供高中各年级学生选用。第一册的执笔者:第一章王长明;第二章施汉泉、周久磷合写;第三章王明秋;第四章施汉泉、杨树崑合写;第五章张有光;第六章钱启翥;第七章南冲;第八章王溢然。本书的编写出版工作得到江苏省教育学会、江苏教育出版社以及江苏省中学物理教学研究会同志们的许多支持和帮助,在此一并表示谢忱。

为了进一步提高书稿质量,由贾广善、周久磷老师对全书做了修订。

由于学会对组织编写书稿缺乏经验,又限于编委的水平,书中难免会有错误和不妥之处,请读者使用后予以指正。

江苏省教育学会中学物理教学研究会

《高中物理精讲》编委会

1994年10月

目 录

一、力	1
二、直线运动	40
三、力和运动的关系	85
四、物体的平衡	133
五、曲线运动和万有引力	182
六、功和能	245
七、冲量和动量	304
八、机械振动和机械波	363

一 力

力学主要研究物体受力和物体运动之间的关系。解决力学问题的关键在于能不能正确理解力的概念和正确分析物体的受力情况。

(一) 正确理解力的概念

力是贯穿力学乃至整个物理学的重要概念,正确理解力的概念必须注意下述问题。

1. 力的物质性

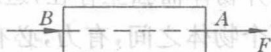
力是物体对物体的作用,力源于物体,又施于物体,力不能离开物体而独立存在,这就是“力的物质性”。任何力都发生在两个物体之间,有力,必有施力者和受力者,两者中间失去任何一方,便失去了力存在的基础,也就失去了力的意义。因而说到“力”,必须明确是哪个物体受力,哪个物体施力。在对物体进行受力分析时,必须明确指出施力物和受力物,决不能脱离物体凭空想出多余的力。例如,从手中抛出的篮球,有的同学认为除了受重力外,还受到一个向前的“推力”,出现这种错误的原因,从根本上讲,就是对“力的物质性”认识不清,因而把篮球的惯性表现与力混为一谈,手在“抛”篮球时和篮球已经被“抛出”后是两个不同的过程,手“抛”篮球,篮球还在手中,手对篮球确实有推力作用;篮球被抛出后,由于篮球和手不再接触,失去了施力者,篮球也就不再受到手的推力。

2. 力的作用效果

力的概念是从与力有关的实际物理现象中抽象出来的。力作用于物体,必定要产生一定的效果,使物体的运动状态发生变化和使物体发生形变。我们知道,物体的运动是不需要力的作用的,因而“力是维持物体运动的原因”的观点是错误的。这里运动状态的变化,是指物体运动速度的变化。用手推小车,可以使小车从静止状态运动起来;松手后,小车又在地面所施摩擦力的作用下逐渐停下来;飞过来的足球,受到运动员脚的作用,会改变运动的方向。形变,是指物体形状和体积发生变化。一般说来,物体在力的作用下,总是要发生形变的,有时还会发生运动状态的变化。不过,我们研究力学问题时,有时只考虑形变,有时只考虑运动状态的变化,而忽略形变。

力的作用效果是由受力物体体现出来的。人用力推车的效果体现在车上,车推人的力的效果体现在人身上,这两个效果显然无法抵消。

如图 1-1,对原来静止的



物体,如果力 F 作用在 A 点上,拉着物体,那么物体沿力 F 的方向将开始运动起来,同时物体又被拉伸,并在内部引起张力。

图 1-1

如果把力 F 沿其作用线滑移到 B 点上,即用力 F 推着物体,那么物体沿力 F 的方向开始运动起来这个效果不变,但这时物体受到压力作用,将被压缩,并在内部引起压力,这一效果就与前面不同了。只有在不会发生形变的刚体上,力才可以沿其作用线任意滑动而具有相同的改变物体运动状态的效果。

3. 力的矢量性

大小相同的力,如果作用方向不同,产生的效果也不同。因此,要把一个力完整地表达出来,除了要说明它的大小,作用位置外,还要说明它的方向才行。即力具有大小和方向两个方面的特征。这就是力的矢量性的含义。因此,在说明一个力、或比较两个力时,都必须同时考虑力的大小和方向。只有大小相等、方向相同的两个力,才是相等的。由于力是矢量,因此,力的运算必须采用平行四边形法则。

4. 力的相互性——牛顿第三定律

若 A 物体对 B 物体施力,使 B 物体产生形变或运动状态发生变化,与此同时, B 物体也对 A 物体施力,使 A 物体产生形变或运动状态发生变化,因此,力是物体的相互作用。牛顿第三定律揭示了力的这种相互性所遵循的规律。它指出:两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反、作用在同一条直线上。而牛顿第三定律,表面看来并不复杂,但其含义却很深刻。它包含下面几点含义。

(1) 作用力和反作用力总是成对出现,同时存在

当人用手敲桌子时,人的手与桌子就互相施力。手敲桌子的力与桌子对手的作用力就是一对作用力与反作用力。这两个力虽然有“主动”和“被动”之分,但却无先后之别,它们同生同灭。我们切不可认为先有手敲桌子的力,而后才产生桌子对手的作用力。从“主动”与“被动”的意义上来说,我们可以把手对桌子的力称为作用力,把桌子对手的力称为反作用力。但是

作用力与反作用力都是互为依存条件的,没有一方,就没有另一方。没有手对桌子的作用力,也就没有桌子对手的反作用力。一旦手对桌子的作用力消失,桌子对手的反作用力也同时消失。

(2)作用力与反作用力的大小总是相等的

由于相互作用的两个物体原来的运动形式可能不同,它们的“大小”、“软硬”等物体特性不一,各自还可能受到其它不同力的作用,作用力与反作用力对它们分别作用的效果也可能不相同。但不能据此认为作用力与反作用力大小不相等。例如,人用水平力推动小车,小车动起来了,而人不动,不能据此认为人推车的力与车推人的力大小不相等。这是因为人与车运动状态的改变不仅与这对作用力与反作用力有关,而且还与各自受到的其它作用力等因素有关。车动起来,是由于人对车子的推力大于车子所受到的地面所施的最大静摩擦力,而车子对人的作用力不大于人所受到的地面所施的最大静摩擦力,因此人动不起来。在同样大小的力的作用下,物体形变的大小还决定于它们自身的弹性性质。用力去切豆腐,豆腐“软”,在刀的作用力作用下明显变形了。而刀在豆腐的反作用力作用下似乎纹丝未变,但我们不能由此得到结论:刀对豆腐的作用力大于豆腐对刀的作用力。

(3)作用力和反作用力是同种性质的力

人敲了桌子,人对桌面的作用力是弹力,桌面对人手的反作用力也是弹力。这就是说,如果作用力是弹力,反作用力也必定是弹力,而不可能是其它性质的力。同样,如果作用力是摩擦力,反作用力也必定是摩擦力。当把一个物体放在水平桌面上时,这个物体受到重力作用和桌面对物体的弹力的作用。这两个力(重力和弹力)不是同种性质的力,因而不可能是一

对作用力与反作用力。

(4)作用力与反作用力不是一对平衡力

作用力与反作用力虽然大小相等、方向相反,作用在一条直线上,但它们是分别作用在不同物体上的,所以不是一对平衡力,不会相互“抵消”。能相互“抵消”的力一定是作用在同一个物体上的力,它们必然不是一对作用力与反作用力。根据作用力与反作用力的关系,我们分析物体上某个力的反作用力作用在哪个物体上时,可按如下的规律求得:“这个作用力是哪个物体给予的,反作用力就作用在哪个物体上。”A 物体对 B 物体的作用力,A 是施力者,B 是受力者。那么这个力的反作用力,A 是受力者,B 是施力者。

一对作用力和反作用力跟一对平衡力的区别可用下表来说明:

	一对平衡力	一对作用力和反作用力
共同点	大小相等、方向相反、作用在一条直线上	
不同点	①两个力共同作用在同一个物体上 两个力涉及三个物体	①两个力分别作用在两个不同的物体上 两个力涉及两个物体
	②两个力的性质不一定相同	②两个力的性质一定相同
	③一个力的产生、变化、消失,不一定影响另一个力。一个力可能有平衡力,也可能没有平衡力	③两个力同时产生、同时变化、同时消失。一个力必有其反作用力
	④两个力共同作用的效果是使物体平衡	④两个力各有各的作用效果

综上所述,作用力与反作用力有“三个一样,两个不一样”,即这两个力大小一样,力的性质一样,存在和消失的时间一样,但方向不一样,作用对象不一样。

根据上面这些特点,很容易判定两个力是不是一对作用力和反作用力。

例 1 如图 1-2,物体 A 静止于水平面 B 上,下列说法哪句是正确的?

① A 对 B 的正压力等于 A 的重力,这两个力是平衡力。

② A 对 B 的正压力等于 A 的重力,这两个力是作用力与反作用力。

③ A 对 B 的正压力等于 A 的重力,这两个力实质上是一个力。

④ B 对 A 的支持力等于 A 的重力,这两个力是平衡力。

⑤ B 对 A 的支持力等于 A 的重力,这两个力是作用力与反作用力。

解 A 对 B 的正压力作用于 B , A 的重力作用于 A ,它们分别作用于两个物体上谈不上平衡,因此①是错误的。

A 对 B 的正压力是弹力,与 A 的重力不属同种性质的力,因此这两个力不是作用力与反作用力。再说 A 对 B 的正压力与 A 的重力方向相同,都竖直向下,它们也不可能是作用力与反作用力。因此②是错误的。我们还可以从这两个力并不是同时存在的特点来进行分析。当 B 离开时, A 对 B 的正压力消失了,而 A 的重力并不消失。

因为 A 对 B 的正压力是弹力,与 A 的重力不是同种性质的力,也不是作用于同一物体上的,这两个力不可能是一个力。因此③是错误的。

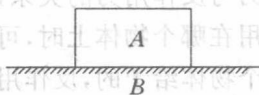


图 1-2

例1 A 物体在重力和 B 对 A 的支持力作用下,处于静止状态,因此,这两个力是一对平衡力,④是正确的。

B 对 A 的支持力是弹力,与 A 的重力不是同种性质的力,而且它们作用于一个物体上,所以不是一对作用力与反作用力。⑤是错误的。

例2 一木块静止于倾角为 θ 的斜面上,试分析木块的受力情况,并指出各力的反作用力。

解 如图 1-3,木块共受三个力作用:重力 G ,方向竖直向下;斜面对木块的支持力 N ,方向垂直于斜面向上;斜面对木块的摩擦力 f ,方向平行于斜面向上。



图 1-3

G 的施力者是地球,那么它的反作用力 G' 一定作用在地球上,方向与 G 的方向相反,竖直向上, G 与 G' 同为引力。

N 的施力者是斜面,所以它的反作用力 N' 一定作用于斜面上,方向与 N 方向相反,垂直于斜面向下, N 与 N' 同为弹力。

f 的施力者是斜面,所以它的反作用力 f' 一定作用于斜面上,方向与 f 方向相反,平行于斜面向下, f 与 f' 同为摩擦力。

(二)几种常见力

1. 重力

重力是由地球的吸引而使物体受到的力,它的方向竖直向下,与支持物或悬绳方向无关。重力的大小在数值上等于物

体保持静止时,物体拉紧竖直悬绳的力,或者等于物体保持静止时压在水平支持物上的力。

例1 (1)重力的反作用力

重力既然是由地球对物体的吸引而使物体受到的力,那么物体是受力者,地球是施力者。因此物体所受重力的反作用力应当作用在地球上,也就是物体对地球的引力,它的大小与物体的重力大小相等,方向与物体重力方向相反,指向物体。

有人或许要问:既然物体的重力与物体对地球的作用力大小相等,为什么当物体从高处落下时,我们只看到物体下落而没有看到地球向着物体向上运动呢?前面我们已经学过,力的作用效果不仅决定于力,而且决定于物体本身。尽管物体的重力和物体对地球的作用力大小相等,但物体与地球的特性不相同(譬如:地球的质量要比物体大得多),产生的效果也就不相同了。我们不能从地球与物体的运动状态变化不同而得出它们间相互作用力不相等的结论。学习了牛顿第二定律,就能更深刻地理解这一点。

思考:你能立即说出你对地球的引力有多大吗?

例2 (2)重力和压力

把一个物体放在一水平支持面上,物体的重力 G 与物体对支持面的压力 N 大小相等。有的同学就错误地认为“压力总是等于重力”,“压力就是重力”。其实压力和重力是不相同的两个力。

①压力和重力的实质不相同 重力是由地球的吸引而使物体受到的力,其实质是一种引力作用。压力是物体与支承面相互接触、挤压时而产生的一种弹力作用。

②压力和重力的受力者和施力者均不相同 对于重力,地球是施力者,物体是受力者。物体对支承面的压力,物体是

施力者,支承面是受力者。

③压力和重力有时方向不一样 物体受到的重力方向总是竖直向下的。而物体对支承面的压力总是垂直于支承面。如图 1-4

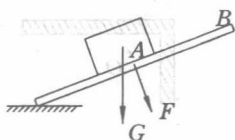


图 1-4

所示,物体 A 放在斜面 B 上。A 受到的重力 G 竖直向下,而 A 对 B 的压力 F 却垂直于 B。

④压力和重力的大小不一定相等 在地球上某一处附近,一个物体的重力是定值。但物体对支承面的压力却与支承面如何放置有关,并不都等于物体的重力的大小。只有当物体放在水平支承面上并处于平衡状态时,物体对支承面的压力才等于物体的重力。在图 1-4 中, $G \neq F$ 。

思考:三本相同的书叠放在一起放在水平桌面上,每本书重 10 牛顿力,问最下面一本书受多大重力?对桌面压力多大?

(3) 重心

物体重心的位置是由物体的形状和质量分布情况决定的。对于确定的物体,它的重心位置相对于物体来说是一个确定的点,与物体所在位置和如何放置无关。质量分布均匀,又有规则形状的物体,它的重心在它的几何中心上。质量不均匀的物体,它的重心位置除了跟物体的形状有关,还跟物体质量分布的情况有关。

①重心的位置可能在物体上,也可能在物体外 如图 1-5,一把质量分布均匀的直角尺,我们可以用悬挂法测出它的重心位置在 O , O 点并不在直尺上。

②物体变形时,它的重心位置可能有变化 如果物体的形状或内部的质量分布情况发生了变化,那么,它的重心位置也就可能随之而改变。如图 1-6,把一根均匀铁丝一端弯成直

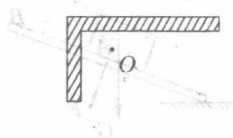


图 1-5

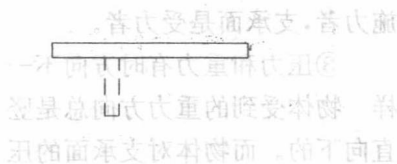


图 1-6

角,那么它的重心也会从原来的铁丝内部移到铁丝外部。

走钢丝的演员在钢丝上表演时,不停地摆动双手,以保持他的重心位置始终位于钢丝的正上方。这样,他就不会从钢丝上掉下来。

人直立时,他的重心位于身体内;当人体弯成了弓形,他的重心就移到了体外。“背越式”跳高的运动员起跳后都要把身体弯成弓形,他的重心移到了体外,过杆时运动员的身体从杆上过去了,他的重心却从杆下过去。这样,跳高运动员越过横杆时不需要把重心提高到横杆那么高。

2. 弹力

(1) 弹力产生的条件

发生弹性形变的物体,由于它要恢复原来的形状,对与它接触的物体所施的力叫做弹力。皮球放在水平桌面上,球和桌面都发生了形变,桌面要恢复原状对球产生向上的力,这就是桌面对球的弹力(支持力)。球要恢复原状对桌面产生向下的力,这就是球对桌面的弹力(压力)。

弹力不仅产生于这一物体与那一物体间,而且可产生在物体这一部分与那一部分之间。如绳索内部的张力,就是发生了形变的绳索内相邻两部分之间相互作用的弹力。因此,不论是两个接触物体之间还是同一物体内部相邻两部分之间,只要有弹性形变发生,就一定有弹力存在。

是不是所有相互接触的物体之间都存在弹力呢?由图 1-7 可见,若水平面是光滑的,球 B 尽管和 A 板相接触,但并不受到 A 板的弹力作用。因为如果球 B 受到 A 板的弹力,它就不能保持静止状态。

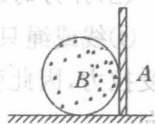


图 1-7

因此,产生弹力必须具备两个条件:

①物体相互接触;

②两个物体在接触处因相互挤压或拉伸而产生弹性形变。弹力随弹性形变的发生而产生,随着形变的完全消失而消失。

很多情况下,物体发生的形变极为微小不易觉察,相互接触的物体间是否存在弹力如何判断呢?我们可以根据物体所受诸力的关系或物体所处的运动状态进行分析。若两个物体相互接触而处于某种状态(静止或运动)。设想去掉其中某一物体,若另一个物体的运动状态将发生变化,那么这两个物体间一定存在弹力。

如图 1-8,两物体靠在一起,沿着光滑斜面下滑。如果去掉 A (或 B), B (或 A)的运动状态没有变化,所以可以确认 A 、 B 间没有弹力。

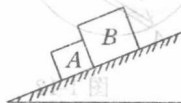


图 1-8

如图 1-9,如去掉 A 板, B 球将从静止状态运动起来,可见 A 、 B 间存在弹力。



图 1-9