

课外工程



课外 物理

陆婉珍 李 士 主编

高中一年级



辽宁人民出版社

“课外工程”

前言

今天的中小学生，进入了一个更注重素质提升和能力培养的时期。一个人，在步入社会前的综合素质状况，差不多决定了他的未来前程。素质教育实际是一项系统工程，单靠学校的教育是难以实现的，而要靠整个社会的力量来共同建造。这套被称之为“课外工程”的书，就是由当今中国最具声望的专家学者们亲自参加建造的。他们关心着中小学生的健康成长，为“减负”后的中小学生建造了这座陶冶素质、锻造能力的“课外学堂”。

在中国的出版史上，可能还没有过这样的场面——集如此众多并如此拔尖、极富声望的专家学者来为小学生建造如此规模的“课外工程”。我们不妨来看看这项工程的构建：

著名作家王蒙、刘心武——主编《课外语文》（从小学一年级到高中三年级，每年级一册，共十二册），主编《课外作文》（小学、初中、高中各一册，共三册）

著名英语教育家薄冰——主编《课外英语》（从初中一年级到高中三年级，每年级一册，共六册）；

著名社会学家费孝通——主编《课外历史》（从初中一年级到高中三年级，每年级一册，共六册），主编

《课外地理》(初中二册、高中三册,共五册);

著名科学家中国科学院院士周光召、陆婉珍——顾问和主编《课外数学》(从小学一年级到高中三年级,每年级一册,共十二册),《课外物理》(初中二册,高中三册,共五册),《课外化学》(初中一册,高中三册,共四册),《课外生物》(初中二册,高中二册,共四册);

著名学者季羨林——主编《课外知识》(上、下二册);

著名心理学家林崇德——主编《课外心理》(小学三册,初中一册、高中一册,通用本一册,共六册)。

在这些极富声望的专家学者的旗帜下,聚集了一群十分优秀的作者。“课外工程”各书的编写者,大都是中国著名的特级教师,如**王连笑老师**是“苏步青教育奖”的获得者,**黄儒兰老师**是国家有突出贡献的教育专家。首都师范大学出版社编审**母庚才先生**、天津大学出版社编审**杨秀雯女士**、科学普及出版社社长**李士先生**、中央教育科学研究所心理研究室主任**俞国良教授**、人民教育出版社编审、历史学家**臧嵘先生**、辽宁社会科学院研究员**李兴武先生**和**魏建勋先生**、首都师范大学历史系副教授**周兴旺先生**、北京21世纪小学数学教材主编**郭为民老师**、天津市南开中学特级教师**谷明杰老师**、北京八中特级教师**王永惠老师**、天津市教育教学地理教研室主任特级教师**王丽老师**、天津市数学普及教育委员会副

主任**李果民老师**，等等，也都参加了编写工作。所有参加编写的人，都对“课外工程”不去通过教育系统的行政的指令性的发行，而是通过新华书店任学生自愿选择而感到无比的欣慰，编写起来也更为认真、更加负责。

“课外工程”成功地跳出了“课内学习”的框子和局限，有效地拓宽了学生的知识视野，起到了与“课内教学”相辅相成、相互补充的作用。“课内教学”担负了对学生的基础教育，“课外工程”则让学生运用所学到的课内基础知识来拓宽文化视野，用课外充实课内，拓展和深化课内，使课内与课外相映成趣，相得益彰，从而使学生有效地掌握科学的学习方法和学习各种不同学科的思维方式，以切实提高学生的各科学习成绩，促进课内学习产生质的飞跃。这就是说，“课外工程”紧紧抓住了学生最关心的提高自身素质的大问题。

在“课外工程”的专家鉴定会上，专家们颇为感慨地调侃道：“课外工程”与“课内教程”相结合，向人们揭示出这样的道理——全面提高学生素质必须要两手抓，一手抓“课内”，一手抓“课外”，两手都要硬。

学生的课外生活应该是丰富多彩的，阅读课外的书籍是学生课外生活的选择之一。“课外工程”永远是学生课外生活的快乐选择，它拒绝对此没有兴趣的人，只青睐于喜欢它的人。



编者的话

《课外物理》的编写既突出了课外知识，又贴近了教材内容，既反映了物理学科的知识体系和培养目标，又不拘泥于课本内容进行了有效拓展。用课外学习来充实和深化课内学习，从而使学生有效地掌握科学的学习方法和思维方式，促进课内学习产生质的飞跃。本书共设以下栏目：

[要点聚焦]——展示各章知识结构，概括内容精要。

[模拟信箱]——以师生之间对话的形式，辨析学生学习中疑难及学习中应注意的问题。

[学法探究]——通过对典型题目的分析，以求达到总结学习方法，发展学生思维，提高能力之目的。

[创新拓展]——联系实际问题进行深层剖析，结合研究方法进行有效拓展，题目难度较大，更适于有能力

的学生研究。

[立竿见影]——相当于一个单元之后的反馈检测。

[物理博览]——在这个栏目中，结合全章内容向同学展示物理世界的精彩片段，既有物理学史、科学家趣闻，又有科学小实验，既有物理学最新成果，又有科学研究前沿。

为适应高、中考需要，我们又设定了走近高(中)考，没有像一般教辅读物那样，只是帮助同学复习学习内容而更注重了能力和方法的提高。为此

设定两个栏目：走出题海——方法篇

名师论坛——专题篇

参加本书编写的共有7名特级教师，2名国家级青年学科带头人，2名市级教研员，作者队伍空前强大。



目 录

“课外工程”前言

编者的话

第一章 力

要点聚焦	(1)
第一单元 力的概念	(2)
第二单元 共点力的合成和分解	(11)
第三单元 物体简单受力情况的分析	(20)
物理博览	(28)
强化训练	(30)

第二章 直线运动

要点聚焦	(39)
第一单元 描述运动的物理量	(41)
第二单元 质点的运动规律	(49)
物理博览	(59)
强化训练	(62)

第三章 牛顿运动定律

要点聚焦	(70)
第一单元 牛顿第一定律	(71)
第二单元 牛顿第二定律	(77)
第三单元 牛顿第三定律、力学单位制	(91)
物理博览	(98)
强化训练	(99)

第四章 物体的平衡





要点聚焦	.....	(107)
第一单元	共点力作用下物体的平衡	(108)
第二单元	有固定转动轴物体的平衡	(118)
物理博览	.....	(125)
强化训练	.....	(126)

第五章 曲线运动

要点聚焦	.....	(133)
第一单元	曲线运动、运动的合成和分解	(134)
第二单元	平抛物体的运动	(140)
第三单元	匀速圆周运动	(151)
物理博览	.....	(158)
强化训练	.....	(160)

第六章 万有引力定律

要点聚焦	.....	(167)
第一单元	天体的运动	(168)
第二单元	万有引力定律	(171)
物理博览	.....	(179)
强化训练	.....	(182)

第七章 动量

要点聚焦	.....	(188)
第一单元	动量及动量定理	(189)
第二单元	动量守恒定律及应用	(199)
物理博览	.....	(209)
强化训练	.....	(211)

第八章 机械能

要点聚焦	.....	(217)
第一单元	功、功率	(219)
第二单元	动能、动能定理、重力势能	(225)
第三单元	机械能守恒定律及应用	(232)
物理博览	.....	(239)





强化训练	(241)	目
第九章 机械振动		录
要点聚焦	(248)	
第一单元 简谐运动	(249)	
第二单元 单摆与振动图像	(255)	
第三单元 简谐振动的能量	(264)	
物理博览	(267)	
强化训练	(269)	

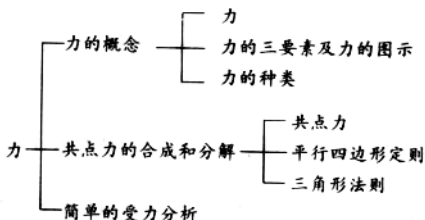


第一章 力



重点抓住

一、知识结构



二、要点概述

1. 力是物体间的相互作用。
2. 力的大小、方向、作用点称作力的三要素。用一条带箭头的线段表示一个力的三要素的方法叫力的图示。
3. 根据力的性质,力学中常可把力分为重力、弹力、摩擦力三类。力还可以根据其作用效果命名为拉力、压力、支持力、动力、阻力、浮力等。

由于地球的吸引而使物体受到的力叫重力。

物体形状或体积的改变叫形变。

发生形变的物体,由于要恢复原状,对跟它相接触的物体所产生的力叫弹力。

相互接触的物体间,存在有相对运动或相对运动趋势时,在接触面上所产生的阻碍它们相对运动的力叫摩擦力。摩擦力有滑动摩擦力和静摩擦力之分。滑动摩擦力的大小等于动摩擦因数和压



力的乘积,即 $F = \mu F_N$ 。静摩擦力是一个可以变化的力,静摩擦力的最大值叫最大静摩擦力,最大静摩擦力的大小等于使物体刚要发生相对滑动时沿接触面方向的外力的大小。

4. 作用在物体同一点,或作用线相交于同一点的几个力叫共点力。

一个力的作用效果如果与其他几个力共同作用的效果相同,则这个力就叫那几个力的合力,那几个力就叫这个力的分力。

求几个力的合力叫力的合成。求一个已知力的几个分力叫力的分解。

5. 用表示两个共点力的线段为邻边作平行四边形,在平行四边形中,这两个邻边之间的对角线就表示这两个共点力的合力。这就是平行四边形定则。

将表示两个共点力的线段首尾相接,从表示第一个力的线段的起点,到表示第二个力的线段的末端间的有向线段就表示这两个共点力的合力。这就是三角形法则。

6. 既有大小,又有方向的物理量叫矢量。所有矢量合成都要遵守平行四边形定则。

只有大小,没有方向的物理量叫标量。同类标量运算遵守代数加减法则。

7. 分析物体(研究对象)所受力的个数及每个力的三要素就是物体的受力分析。

第一单元 力的概念



模拟信箱

1. 学生:力究竟是什么?如何正确理解力这个概念?

教师:力是物体间的相互作用,这就是力的本质,即力就是一种作用。应注意,力这种作用是不能离开物体而独立存在的。同时物体间的力的作用永远是相互的而不是单方面的,当甲物体对乙物体产生力的作用时,乙物体对甲物体也必然同时产生力的作用,即力具有相互性。对于相互产生力的作用的两物体,通常根据所研



究问题的需要,常将其中一个物体叫做受力物体(研究对象),而另一物体则叫做施力物体。若研究对象发生变换,则在原来问题中的施力物体,在新问题中可以成为受力物体,即受力物体和施力物体是根据问题的需要而确定的。另外力不但有大小,而且有方向,力在运算时还遵守平行四边形定则,所以力还具有矢量性。

力作用在物体上,会产生一些作用效果,它或使物体的形状或体积发生改变,或使物体的运动状态发生改变,如弹簧被拉伸或压缩,气体的体积被压缩,物体由静止到运动,由运动较慢到运动较快等,这都是由于物体受到力作用的结果,因而,“力是使物体产生形变的原因”和“力是改变物体运动状态的原因”两句关于力的叙述反映了力的作用效果。

在理解力的概念时,注意不要混淆力的本质和效果,同时要注意到力具有相互性和矢量性。

2. 学生:物体的重心位置与哪些因素有关?物体的重心一定在物体上吗?

教师:一个物体若分割成若干细小部分,则每一部分都会受到重力的作用,对于整个物体,各部分重力相当于集中作用在物体的一点上,这一点就是物体的重心,即重心就是物体所受重力的作用点,显然,重心是从等效的观点来定义的。物体的重心位置与物体的形状及物体内质量分布有关。质量分布均匀、形状规则的物体的重心位置在物体的几何重心上。对于质量分布不均或形状不规则的物体的重心位置,可根据实际情况来确定。同时,也可以通过改变物体的形状或改变物体的质量分布来调整物体重心的位置。

重心既然是从等效的观点来定义的,它只是相当于物体的重力作用在该点上,所以,物体的重心不一定在物体上,即物体的重心可能在物体外的某一点。例如一个质量分布均匀、粗细均匀的金属圆环,其重心位于环的圆心上,而圆心则不在环上。

3. 学生:在实际问题中,如何来判断弹力的有无及大小?

教师:弹力产生在相互接触的物体之间,且物体的形变是产生弹力的前提,故在实际问题中判断弹力有无的依据之一就是弹力的产生条件,即物体间的相互接触和物体的形变。在相互接触的物体间形变十分微小,不易觉察(但实际是客观存在的)时,在判断接触处是否有弹力时,则可根据物体所处的状态来判断,这则是判



断弹力有无的依据之二。因为弹力是一种被动力,即它的有无及大小与物体的运动状态密切相关,故在根据物体所处的状态来判断弹力的有无时常可采用假设法。在选定了研究对象后,假设研究对象与和它相接触的某一物体间无弹力作用(可假设将与研究对象相接触的某物体拿走),看研究对象的运动状态是否发生变化,若取走与研究对象相接触的某物体后,研究对象仍能保持原有状态不变,则此物体对研究对象一定无弹力作用,反之,则研究对象在该处必受到弹力的作用。在目前要确定弹力的大小,通常是根据我们已掌握的二力平衡的条件。至于弹力的方向,对有接触面的物体间弹力总是垂直于接触面,且指向施力物体形变的相反方向;柔绳上的弹力永远是沿绳,且指向绳子收缩的方向。弹力是作用在使物体发生形变的另一物体上的。如弹簧被手拉伸时,弹簧上的弹力作用在手上。

4. 学生:静止的物体所受的摩擦力一定是静摩擦力吗?反过来,静摩擦力一定是作用在静止物体上的吗?应如何理解静摩擦力的概念呢?

教师:在相互接触的物体之间存在有相对运动趋势时,在接触面上所产生的阻碍它们之间发生相对运动的力叫静摩擦力。在理解静摩擦力的概念时,一定要首先抓住“相对”二字。即物体不论是处于静止状态还是运动状态,只要相互接触的两物体间保持相对静止,它们之间若存在有摩擦力必为静摩擦力。这里所说的“相对”二字,是指相互接触的两物体之间互以对方为参考系,因而它们之间是否相对静止,与它们之外的物体无关。在地球上研究问题时,我们常说的物体的静止或运动通常是相对于地球或与地球保持相对静止的物体而言,因而通常所说的静止物体受到摩擦力不一定是静摩擦力,反之静摩擦力也不是只作用在静止物体上的。例如,有一小平板车静止在地面上,一物块沿平板车上表面滑动时,小车仍然处于静止状态,但物块对小车的摩擦力就属于滑动摩擦力。又如,将一物块放在课本的上面,物块与课本均处于静止状态,当用水平方向的力拖动课本时,物块将随课本一起运动(但物块相对于课本仍静止),这时显然是课本对物块的摩擦力改变了物块的运动状态,虽然物块运动了,但课本对物块的摩擦力仍属于静摩擦力。



静摩擦力的作用总是阻碍相互接触的物体间发生相对运动的,故静摩擦力的方向总是沿接触面,且与物体间相对运动趋势的方向相反。另外还需指出,静摩擦力的有无、大小、方向与物体间相对运动的趋势密切相关,因而它也是一种被动力。即当相互接触的物体间有相对运动趋势时,则有静摩擦力存在,相对运动趋势增强,静摩擦力增大;相对运动趋势减弱,静摩擦力减小;相对运动趋势消失,静摩擦力消失;相对运动趋势反向,静摩擦力反向。

静摩擦力的最大值叫最大静摩擦力,其大小可由下式来计算,即 $F_m = \mu_0 F_N$, 其中 μ_0 为静摩擦因数, F_N 是相接触的物体间相互作用的压力(弹力),注意此式只能用于计算最大静摩擦力,在其他情况下的静摩擦力的大小,目前通常是根据二力平衡条件来确定的。

对于静摩擦力,其产生条件可归纳为:

- ① 物体间的相互接触。
 - ② 相互接触的物体间存在有弹力
 - ③ 接触面不光滑。
 - ④ 存在有相对运动趋势。
- 以上四条同时满足时,才会有静摩擦力的存在。



学法探究

【例 1】如图 1-1-1 所示,重力 G 、质量分布均匀、形状规则的长方形木料,放在水平桌面上处于静止状态,木料的 $\frac{1}{3}$ 长度露出桌边,则桌面对木料的支持力大小为

- A. $\frac{2}{3}G$
- B. G
- C. $\frac{1}{3}G$
- D. $\frac{1}{2}G$

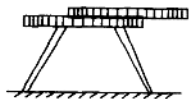


图 1-1-1

分析和解: 由于木料质量分布均匀、形状规则,故其重心应位于其几何中心处,即位于木料 $\frac{1}{2}$ 长度处。根据木料在水平桌面上



处于静止状态,由二力平衡的条件可知,桌面对它的支持力大小应等于木料的重力,即桌面对木料的支持力大小等于 G ,选项 B 正确。

小结:重心就是物体所受重力的作用点,即相当于物体各部分所受重力集中在该点,因而只要物体的重心位于桌面内处于静止,则不论物体(木料)露出桌边的长度有多少,桌面对它的支持力大小均应等于物体的重力。

【例2】 下列说法正确的是

- ✓ A. 一个受力物体,可能同时对应有几个施力物体;
B. 摩擦力总是阻碍物体运动的;
C. 当相互接触的物体间存在摩擦力时,这个摩擦力一定随该接触面上压力的增大而增大;
D. 当物体离开地面在空中飞行时,将不再受到重力的作用。

分析和解:所谓受力物体,也就是某个实际问题中我们所选定的研究对象,它可能同时受到多个力的作用,而对于研究对象所受的每一个力,必对应有一个施力物体,因而一个受力物体可能同时对应有几个施力物体,故选项 A 正确。

由摩擦力的概念可知,摩擦力是阻碍物体间相对运动的,而不是阻碍物体运动的,在某些问题中,物体可能恰是摩擦力带动它运动的。如将一静止的物体放到运转的传送带上时,物体恰是在传送带对它的摩擦力的作用下运动起来的,故选项 B 不正确。

相互接触的物体间的摩擦力为滑动摩擦力时,由 $F = \mu F_N$,在接触面不变的情况下,物体间相互作用的压力 F_N 增大,滑动摩擦力 F 必增大。但若相互接触的物体间的摩擦力是静摩擦力时,其大小只与物体间相对运动的趋势有关,而与物体间相互作用的压力大小无关,在压力增大,而相对运动趋势不变时,静摩擦力的大小是不变的。故选项 C 不正确。

重力是由于地球的吸引而使物体受到的力。不论物体处于何状态——运动还是静止,在地面上还是在空中,地球对它的吸引都是客观存在的,因而不论在何情况下,物体都会受到重力的作用,所以 D 选项也不正确。

综上所述,本题的正确选项为 A。



小结:重力从其性质来讲有别于弹力和摩擦力,弹力和摩擦力的有无及大小与物体的运动状态密切相关,因而它们是被动力,而重力则与物体的运动状态无关,对于给定的物体,在任何情况下都会受到重力的作用,所以重力是一种主动力。

物理概念是解答物体习题的基础,因而物理学科的学习应将主要精力放在加深对物理概念的理解上,注意不断提高自己的理解能力。

【例 3】 画出下列物体所受弹力的示意图

(1) 静止在水平挡板和斜面间的球 A。如图 1-1-2 所示。

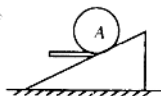


图 1-1-2

(2) 悬挂于竖直柔绳下且与光滑斜面接触的静止的球 A。如图 1-1-3 所示。

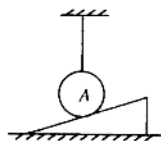


图 1-1-3

(3) 静止在斜面上的物块 A,如图 1-1-4 所示。

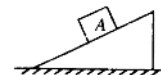


图 1-1-4

(4) 斜靠在台阶和水平地面之间处于静状态的均匀直杆 A。如图 1-1-5 所示。

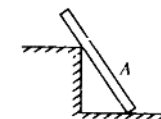


图 1-1-5

(5) 斜靠于光滑半球壳内处于静止状态的均匀直杆 A,如图 1-1-6 所示。

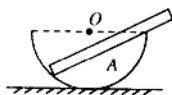


图 1-1-6

分析和解:

(1) 撤去水平挡板,球 A 将沿斜面向下运动,故水平挡板对 A 必有支持力(弹力)作用。球虽与斜面接触,但无此接触点。球仍可静止在水平挡板上,故斜面对球无支持力,球所受弹力如图 1-1-7 所示。

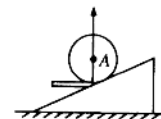


图 1-1-7

(2) 由于柔绳位于竖直方向,在球与斜面处于接触但不挤压状态,故斜面对小球无弹力作用。小球受重力竖直向下,绳对球拉力竖直向上,若斜面对球有弹力应



垂直于斜面,则必破坏球的平衡。故球所受弹力只有绳对它的拉力,如图 1-1-8 所示。

(3) 物块 A 受到斜面对它的支持力如图 1-1-9 所示。

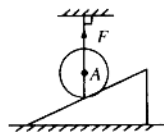


图 1-1-8

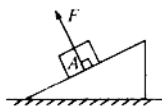


图 1-1-9

(4) 杆 A 在 M 点与水平地面接触,在 N 点与台阶接触,则在该两点均为点、面接触,可以判定杆在这两点均会受到弹力作用。在所绘图中虽为点面接触,可设想由于相互挤压而产生微小的接触平面,故杆在该两处所受弹力应如图 1-1-10 所示。

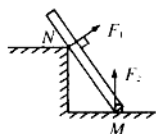


图 1-1-10

(5) 杆在 M 点与球壳内表面接触,为点与曲面的接触,可设由于挤压形变产生的微小接触平面应是过 M 点的切面,故杆所受弹力,应如图 1-1-11 所示。

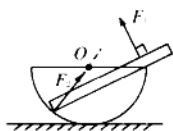


图 1-1-11

小结:在本题中,不论研究对象和与之相接触的物体间是否有弹力的作用,在图中均未画出物体的明显形变,在大多数的实际问题中,相互接触的物体间的形变确实是十分微小的,这时我们通常可以忽略物体的形变。当物体受到力的作用时,物体的形状和体积均不发生变化,这样的物体叫刚体。刚体是一个理想化的物理模型,一切实际的物体都不是刚体。不过当物体的形变不显著时,我们可以把它当做刚体来处理。在本题中我们分析 A 物体所受弹力时,均是把它们当做刚体来对待的。

【例 4】如图 1-1-12 所示,一木块放在水平桌面上,在水平方向共受到三个力即 F_1 、 F_2 和摩擦力的作用,木块处于静止状态,其中 $F_1 = 10\text{N}$, $F_2 = 2\text{N}$ 。若撤去力 F_1 ,则木块将



图 1-1-12

- 向左运动,受到向右的滑动摩擦力作用
- 向左运动,不受摩擦力作用
- 仍然静止,受到 8N 静摩擦力作用
- 仍然静止,受到 2N 的静摩擦力作用

分析和解:物体受到水平力 F_1 、 F_2 的作用,由于 $F_1 > F_2$,此时