



丛书主编 陈东旭

2007

同步辅导用书

高一上册

学习的艺术



物理

吉林文史出版社

学习的艺术

物 理

江西金太阳教育研究所

主 编:刘占想

副主编:谭锦生 刘进京

编 委:(按姓氏笔划排列)

马红业	文 杰	付晓梅	刘占想
刘进京	李 鹏	苏凤朝	屈 琦
钟瑞文	梁 爽	谢建业	谭锦生

吉林文史出版社

(吉)新登字 07 号

书 名 学习的艺术(高一)
丛书主编 陈东旭
责任编辑 周海英
出版发行 吉林文史出版社
地 址 长春市人民大街 4646 号 130021
印 刷 江西法制报社印务公司
规 格 787 mm×1092 mm
开 本 16 开本
印 张 95 印张
字 数 3021 千字
版 次 2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-80702-394-5
定 价 115.00 元



成功者说：“学而有道。”那么，何为学之“道”？“道”在何方？让我们一起来翻开金太阳教育研究所倾情打造的《学习的艺术》一书吧！书中的讲解深入浅出，翔实高效；练习新颖别致，难易适中，这就是问题的答案。

古人常说，授人以鱼，不如授人以渔。《学习的艺术》这套丛书，在经过长期、广泛、细致地调研的基础上，集合全国一大批教学一线的名师，将他们的教学心得、复习方法和应试技巧融于书中，让大家在学习中懂得更多的艺术，考试中更轻松。

本丛书以课时为编写单元，与实际教学保持良好同步，教师与学生使用很方便。在内容上既有知识的辅导、技巧和方法的指导，又有生动活泼的相关情景，体现实用性与趣味性的紧密结合。

《学习的艺术》高一物理栏目设置及特点如下：

课前导航 兴趣是学习的动力。我们在每一讲的开始，根据本讲内容设置了一则趣味性的阅读材料，并针对性地设置了2~3个问题。学生通过对材料的阅读，能激发学习的兴趣及对问题探究的欲望。

知识精析 经验丰富的一线教师，根据《教学大纲》的要求并结合他自己的实际教学经验，对本讲知识进行归纳性梳理，精析重点，突破难点。翻开本书你就会发现，这里精析的重、难点内容，正是你感到困难的、难以理解的内容，读后能使你茅塞顿开。

方法指导 有道是“技巧胜于力量”。我们聘请了经验丰富、指挥有度的教练，给你传授作者经验和破敌绝招。在这里，经验丰富的一线教师给你介绍对规律的理解、记忆及对知识的总结、归纳等方面的技巧和方法；以例题为主线分类介绍分析和解决实际问题的方法，重要的方法还设置了变式训练题，使你能触类旁通、举一反三。

互动平台 通过诙谐幽默的师生或生生对话，在一种轻松的氛围中，解决本讲知识的疑点、学习中的困惑及容易出现的典型错误，达到释疑、解惑、纠错的目的。

高考链接 在每一单元的单元小结中，通过高考链接栏目，分析本单元知识在以前的高考中是怎么考的，在以后的高考中可能的考查方向，目的是让同学们知道本单元知识在高考中的表现形式，尽早熟悉高考题型，了解高考命题思路和动向。

同步达标 设置了与书配套的梯度性很强的训练题，分基础闯关和拔高训练两个层次。基础闯关题重在构建知识、巩固知识、应用和迁移知识；拔高训练题则注重综合应用，供学有余力的同学选做。

一位名师能引领你走进科学的殿堂，一本好书能改变你一生的命运。认真研读这套丛书吧，拥有她，你会领略到学习的艺术，她会成为你的良师益友，会照亮你前进的道路。愿《学习的艺术》助你顺利走向成功。

读者如有疑难问题，可来信、来电与我们联系，本研究所将及时帮您排忧解难，联系方式见书后。

编者

金太阳系列丛书

特别鸣谢以下学校的大力协助:

- | | | | | | |
|-------------|---|--|---|---|--|
| 江西省: | 南昌二中
南昌十七中
新余四中
临川二中
赣县中学
贵溪一中 | 江西师大附中
临川一中
瑞昌一中
赣州一中
修水一中
鹰潭一中 | 南昌一中
吉安一中
新建二中
江西南大附中
安福中学
赣州市三中 | 南昌三中
白鹭洲中学
上高二中
玉山一中
上饶一中
安义中学 | 南昌十中
新余一中
宜春中学
南康中学
萍乡中学
峡江中学 |
| 北京市: | 北京四中
首都师大附中 | 北京景山学校
北师大附中 | 清华大学附中
北京二中 | 北师大附属实验中学
北京二十中 | |
| 天津市: | 南开中学 | 耀华中学 | 天津实验中学 | 大港一中 | 静海县一中 |
| 河北省: | 邯郸一中 | 唐山市一中 | 衡水中学 | 正定中学 | 遵化一中 |
| 内蒙古: | 内蒙古师大附中 | 呼和浩特市二中 | 赤峰市二中 | | |
| 山西省: | 太原五中 | 临汾一中 | 平遥中学 | 运城中学 | 大同一中 |
| 辽宁省: | 沈阳市二中 | 东北育才中学 | 大连市八中 | 庄河高中 | |
| 吉林省: | 东北师大附中
松原前郭五中 | 省实验中学
松原市第二中学 | 长春市实验中学 | 吉林市一中 | 延边市二中 |
| 黑龙江: | 哈尔滨市六中 | 哈尔滨市九中 | 鸡西市一中 | 齐齐哈尔市实验中学 | |
| 江苏省: | 南京师大附中
姜堰中学 | 南京外国语学校
盐城中学 | 南京一中
徐州一中 | 南通中学
张家港高中 | 启东中学 |
| 浙江省: | 杭州高级中学
浙师大附中 | 浙江大学附中
东阳中学 | 宁波效实中学
衢州二中 | 诸暨学勉中学
绍兴柯桥中学 | 金华市一中
温州中学 |
| 山东省: | 省实验中学
滨州市北镇中学 | 济南市一中
烟台市二中 | 青岛市二中
济宁市实验中学 | 曲阜师大附中
牟平一中 | 潍坊市一中 |
| 安徽省: | 合肥市一中 | 马鞍山市二中 | 安庆市一中 | 濉溪中学 | |
| 福建省: | 福建师大附中 | 南平高级中学 | 福州三中 | 龙岩二中 | 龙岩一中 |
| 河南省: | 河南大学附中 | 开封市高中 | 潢川一中 | 新乡市一中 | 平舆二高 |
| 湖北省: | 华中师大一附中
水果湖中学 | 黄冈中学
武汉二中 | 荆州中学
荆门市一中 | 武汉中学
仙桃中学 | 天门中学 |
| 湖南省: | 湖南师大附中
沅江市三中 | 长沙市一中
岳阳市一中 | 郴州市一中
岳阳县一中 | 株洲市二中
桑植一中 | 衡阳市八中
株洲市南方中学 |
| 广东省: | 华南师大附中
深圳教育学院附中 | 广东省实验中学
顺德市一中 | 汕头金山中学
高州中学 | 惠州市一中 | |
| 广西: | 广西师大附中 | 南宁市二中 | 北海市教科所 | 桂林市临桂中学 | |
| 四川省: | 成都市七中
彭州中学 | 成都石室中学
南充高级中学 | 成都市十二中
攀枝花市三中 | 四川师大附中 | 新都一中 |
| 重庆市: | 西南师大附中 | 重庆市一中 | 重庆市十一中 | 重庆市三中 | 重庆市八中 |
| 贵州省: | 凯里市一中 | 贵阳师大附中 | 兴义市一中 | | |
| 云南省: | 昆明一中 | 昆明三中 | 宣威一中 | 大理一中 | 曲靖一中 |
| 西藏: | 拉萨中学 | | | | |
| 陕西省: | 陕西师大附中
咸阳中学 | 西安中学
韩城象山中学 | 安康中学
绥德中学 | 延安中学
榆林市第一中学 | 渭南市瑞泉中学
榆林中学 |
| 甘肃省: | 西北师大附中 | 兰州市一中 | 天水一中 | | |
| 宁夏: | 宁夏大学附中 | 银川市一中 | 银川市唐徕回民中学 | | |
| 新疆: | 新疆实验中学 | 乌鲁木齐市一中 | 库尔勒华山中学兵团二中 | | 乌鲁木齐铁路三中 |

(限于篇幅仅列部分学校,敬请谅解)

CONTENTS



课时 1 力	(1)
课时 2 重力	(3)
课时 3 弹力	(5)
课时 4 摩擦力	(8)
课时 5 阶段性巩固(1~4)	(11)
课时 6 受力分析	(13)
课时 7 力的合成	(16)
课时 8 力的分解	(18)
课时 9 阶段性巩固(6~8)	(21)
课时 10 长度的测量	(22)
课时 11 验证力的平行四边形定则	(25)
课时 12 《力》单元小结	(27)
课时 13 几个基本概念	(30)
课时 14 位移和时间的关系	(32)
课时 15 运动快慢的描述 速度	(34)
课时 16 速度和时间的关系	(35)
课时 17 阶段性巩固(13~16)	(37)
课时 18 速度改变快慢的描述 加速度	(39)
课时 19 匀变速直线运动的规律	(41)
课时 20 匀变速直线运动规律的应用(I)	(44)
课时 21 匀变速直线运动规律的应用(II)	(48)

课时 22	自由落体运动	(51)
课时 23	运动图象	(53)
课时 24	练习使用打点计时器 研究匀变速直线运动	(56)
课时 25	《直线运动》单元小结	(60)
课时 26	牛顿第一定律 物体运动状态的改变	(64)
课时 27	牛顿第二定律	(66)
课时 28	牛顿第二定律	(69)
课时 29	阶段性巩固(26~28)	(71)
课时 30	力学单位制	(74)
课时 31	牛顿运动定律的应用(I)	(76)
课时 32	牛顿运动定律的应用(II)	(78)
课时 33	超重和失重 牛顿运动定律的适用范围	(81)
课时 34	《牛顿运动定律》单元小结	(83)
课时 35	共点力作用下的平衡	(87)
课时 36	共点力平衡条件的应用(I)	(89)
课时 37	共点力平衡条件的应用(II)	(92)
课时 38	《物体的平衡》单元小结	(96)
参考答案		(98)

课时 1

力



力是物体对物体的作用

古希腊有一个科学家阿基米德,他有一句名言:“给我一个支点,我就可以撬动地球”。

我国东汉时期有一个著名唯物主义思想家王充,他在《论衡·效力篇》中说:“古之多力者,身能负荷千钧,手能决角引钩,使之自举,不能离地。”(大意是力气再大的人,自己也不能把自己举起来)

楚霸王项羽“力拔山兮气盖世”,真不知道是他双手拔山的力大,还是他双脚蹬地的力大。

缺少支点就撬不起地球;大力士不能自举;若双手拔山,必“脚踏实地”;成语“孤掌难鸣”,这些都向我们显示了一个道理:力是物体与物体间的相互作用,施力物体和受力物体必同时存在。

请你思考:

1. 力的实质是什么?
2. 力能离开物体而存在吗?
3. 施力物体与受力物体一定同时存在吗?



一、力的概念

力是物体对物体的作用,这里指出了力的物质性,没有脱离物体而存在的力,一个孤立的物体不会存在力的作用,也就是说,有受力物体,一定有另一个物体对它施加力的作用。力是不能离开施力物体和受力物体而独立存在的。当我们研究某一个物体的受力时,有时不一定指明施力物体,但施力物体一定存在。

二、力的大小和方向

1. 力的大小用测力计(弹簧秤)来测量,单位: N(牛顿)。
2. 力是有方向的物理量。
3. 力的图示:可以用一条带箭头的线段(有向线段)来形象地表达一个力。

线段的长短表示力的大小(选择适当的标度);箭头指向表示力的方向;箭尾(或箭头)常画在力的作用点上(在有些问题中为了方便,常把物体用一个点代表)。

4. 力不但有大小,而且有方向,大小、方向和作用点称为力的三要素。

三、力的分类

按性质命名的力:重力、弹力、摩擦力、分子力、电力、磁力等。

按效果命名的力:拉力、压力、支持力、动力、阻力等。

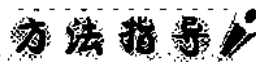
不同效果的力可以是同一种性质的力,如绳子的拉力、车轮的压力、路面的支持力,实际上都是弹力。

按效果命名的同一名称的力,可能是不同性质的力,如动力、重力、弹力、摩擦力、电力、磁力都可以作为动力。

四、力的作用效果是使物体发生形变,改变物体的运动状态。

五、力的平衡

同学们在初中学过二力平衡,如果作用在物体上的两个力,大小相等,方向相反,作用在一条直线上,那么物体就处于平衡状态(匀速直线运动状态或静止状态)。



1. 由于力是物体对物体的作用,力必是成对出现的,有施力物体必有受力物体

【例 1】举出几个实例,说明力是物体之间的相互作用。

【答案】放在课桌上的书本对课桌施加了压力,同时课桌对它的支持力;踢足球时,脚对足球有弹力的作用,同时脚受到足球的弹力。

【例 2】下列说法中不正确的是 ()

- A. 甲用力把乙推倒,说明只是甲对乙有力的作用,乙对甲没有力的作用

- B. 只有有生命或有动力的物体才会施力;无生命或无动力的物体只会受到力,不会施力
C. 只有直接接触的物体相互作用才有力的作用
D. 在力的图示法中,长的线段所对应的力一定比短的线段所对应的大

【解析】甲推乙的同时,乙也在推甲,力的作用是相互的,说法A错.不论物体是否有生命或是否有动力,它们受到别的物体作用时都会成为施力物体,也就是说,受力物体一定同时也是施力物体.马拉车时,车也拉马;书向下压桌子,桌子也向上支持书,说法B错.两个物体发生力的作用时,不一定需直接接触,如磁铁隔着一段距离能吸引铁屑;跟毛皮摩擦过的硬橡胶棒隔着一段距离能吸引纸屑等,说法C错.在用力的图示法表示力时,在同一标度下,长的线段所对应的力一定比短的线段所对应的力大;在没有指明力的标度或采用不同的标度时,线段的长度就没有实际意义,所以长的线段不一定时着较大的力,说法D错.故选A、B、C、D.

【答案】ABCD

【变式训练】如图1-1所示,货箱放置在汽车上,当汽车在平直的公路上匀速前进时,试判断汽车是否对货箱具有向前的拉力?

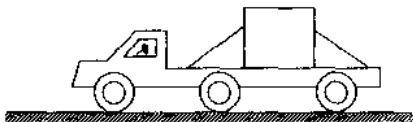


图 1-1

2. 在画力的图示的时候,力的大小、方向和作用点一定要画得准确无误.准确地作出力的图示,是学习物理的一个重要基础.

【例3】如图1-2甲所示,一本书放在桌面上,对桌面产生了5 N的压力,指出其施力物体和受力物体.它属于哪种性质的力?画出这个力的图示.

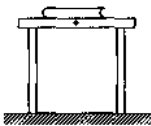


图 1-2 甲

【解析】施力物体是书,受力物体是桌子,这个力属于弹力.

选定标度为1 N,在桌上选定作用点,沿坚直向下方向画出力的图示,如图1-2乙.

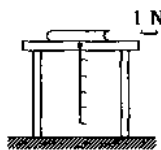


图 1-2 乙

注意:这里同学们易出现两个问题:一是将压力的作用点错画在书上,避免这一错误的办法是一定要搞清谁是施力物体,谁是受力物体,力的作用点要画在受力物体上;二是标度选择不当,为方便读数,标度的选取应尽可能地使刻度数取不大的整数.

【答案】弹力 如图1-2乙所示

【变式训练】根据下列要求用图示法画出力.

- (1)水平桌面对桌面上的砝码产生的30 N的支持力;
- (2)用1600 N的力跟水平方向成 30° 角向斜上方拉车;
- (3)放在斜面上的物体对斜面产生150 N的压力.



育才老师和细心同学关于力是物体对物体的作用的对话

细心:力是不能够脱离物体而存在的,有受力物体必有施力物体,有施力物体的同时也有受力物体.我原来总以为飞出去的标枪会受到一个向前的推动力,现在明白了,根本不存在施加推动力的施力物体,当然对标枪的推动力就不存在.

育才:有个或语叫“鬼使神差”,人们常用来形容事情出现得荒唐,其实说的就是当不存在施力物体时,所有的作用都是虚无缥缈的.因此,在分析物体受力时,一定要找到哪一个是受力物体,哪个是施力物体,这样,才不至产生人为地增加力或丢掉力的错误.

细心同学和粗心同学关于力的图示的对话

粗心：由力的图示的作图方法可知，画一个力的图示就是用一条有方向的线段把力的三要素（大小、方向和作用点）表示出来，随便画一线段表示力的大小，箭头指向表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点就可以了。

细心：你怎么确定你所画的那一线段的长短就表示那个力的大小呢？那一线段我也可以认为表示任意一个大小的力。例如，你说它表示 8 N，我也可说它表示 3 N、5 N、10 N 等等。

粗心：我知道了，要使某一线段表示某个力的大小，应选取一个标准长度（明确多长线段表示多大力），然后按选好的标度画出来的线段才可以惟一表示某个力的大小。

细心：力的图示是把数字的力用几何语言表达，为以后应用几何知识解决力学问题奠定了基础。

粗心：看起来以后的物理学习中肯定少不了与几何知识打交道了。

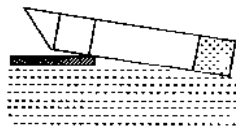
课时 2

重力

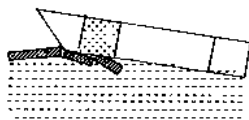


破冰船之旅

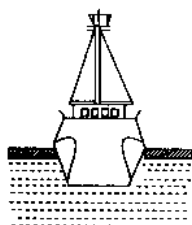
破冰船不但自身很重，而且在船头、船尾以及船腹两侧各设有一个可以用来贮水的大型水舱。当船遇上厚冰层时，船上的大型水泵开动，迅速把后贮水舱注满水，这样，船头抬高，当船向前开动时，船的更多部分就压到了冰层之上；紧接着，水泵将后水舱抽空，把前水舱注满，本来就重的船再加上前舱内的成百上千吨的水，再厚的冰层也被压碎了。（如图 2-1 甲、乙所示）



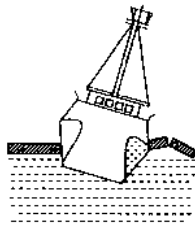
甲



乙



丙



丁

图 2-1

若是破冰船两侧的冰时，右水舱注满水，左水舱空，船就右倾，把右侧冰压碎；抽空右舱，注满左舱，船

左倾，则压碎左侧冰。（如图 2-1 丙、丁所示）

船就凭靠着这种水舱空、满的变化，将坚冰压碎。

请你思考：

1. 破冰船破冰时，整条船的重心是怎样随着贮水舱的空、满变化而变化的？
2. 你怎样理解重心与物体质量分布之间的关系？

知识精析

一、重力的概念

地球上一切物体都受到地球的吸引，这种由于地球的吸引而使物体受到的力叫做重力。

二、重力的方向

重力的方向总是竖直向下，竖直向下指的是与水平地面相垂直，不能笼统指垂直方向。

三、重力的大小

1. 可以用弹簧测力计（弹簧秤）来测量。

用弹簧测力计（弹簧秤）来测量物体的重力时，只有在物体静止或者做匀速直线运动的情况下，物体对竖直悬绳的拉力或对水平支持物的压力的大小才等于物体受到的重力。否则，测量值是不准确的，不是偏大就是偏小。

2. 可以用公式 $G = mg$ 计算，其中 m 是指物体的质量。 g 的值在赤道上最小，在地球的两极最大。一般情况下，可认为 g 是常数；在距离地面不太大的范围内，也

把 g 值当作常数,在地球表面附近取 $g=9.8\text{ N/kg}$,粗略的计算中也可取 $g=10\text{ N/kg}$.

四、重心

物体的每一部分都受到重力作用,从效果上看,我们可以认为物体各部分受到的重力集中作用在一点,这一点叫物体的重心.重心的概念是人为引入的,并不是物体本身就具有重心.重心体现了一种等效替代的思想,即在处理某些问题时,想像把构成物体的全部物质压缩成一个点集中在重心处,将不影响研究的结果.

1. 质量分布均匀的物体的重心位置只与物体的形状有关.若是有规则形状的均匀物体,重心在其几何中心上.均匀细直棒,均匀球体,均匀圆柱体的重心 O 如图2-2所示.

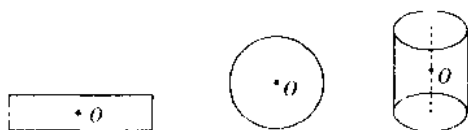


图2-2

2. 质量分布不均匀的物体,重心的位置还跟质量的分布情况有关.质量分布不均匀、形状不规则的薄板状的物体可用悬挂法找到重心.

3. 重心不一定在物体上,可以在物体之外,如篮球的重心便不在篮球上而在中间空心的球心处.

4. 一般来说重心越低物体就越稳定,例如:运输货物时不能超高,就是为了避免重心过高带来的不稳定.



1. 深入理解重力的概念

【例1】关于重力,下列说法中正确的是 ()

- A. 一个物体所受的重力大小是一定的
- B. 重力的方向总是垂直于地面的
- C. 重力的作用点必然在物体上最重的一点
- D. 物体的重心可能不在物体上

【解析】A是错误的,重力的大小与物体和地球的相对位置有关,因为 g 随位置的变化而变化.当然,如果某物体只在地面上小范围内运动, g 随位置的变化可忽略不计,可以认为重力的大小不变.

B是错误的,重力的方向总是竖直向下,与水平地面垂直,但如果地面不水平,重力就不与地面垂直了.

C是错误的,重力的作用点是重心,从效果上看,物体各部分受到的重力都集中于这一点,不能说成是物体上最重的一点,更何况有的物体的重心并不在物体上.

D选项正确.

【答案】D

【点评】关于重力,除了要熟知其产生的原因外,对其大小的确定、方向的特征、作用点的性质也要掌握好.

【例2】“重力就是压力”对吗?为什么?

【解析】重力是由于地球的吸引而使物体受到的力,而压力是此物体施加给别的物体的力,受力物体是另外一个物体,所以不能说重力就是压力.在某些情况下可以说压力在数值上等于重力,例

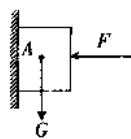


图2-3

如静止放置在桌面上的书,书对桌面的压力大小等于书的重力.但在许多情形下,压力与重力无关.如图2-3所示,物体A受力F紧压在竖直墙壁上,物体A对墙的压力数值上等于力F的值,压力与重力无关.

【答案】不对 原因略

2. 物体的重心与物体的质量分布和物体的形状有关

【例3】“既然重心是重力的作用点,那么,重心一定在物体上,不会在物体之外.”试分析这种说法正确吗?

【解析】这种说法是错误的.重心不是物体本身所存在的,它是一个人为规定的概念.我们认为物体所受的重力集中到了重心上,其实,并不是地球对物体的吸引力真的集中到了一点,所以,物体的重心完全可以在物体之外的某点.例如:用质量分布均匀的金属丝做成圆环或正方形金属框,其重心位于几何中心,并不在圆环或金属框上.

【答案】错误 原因略

【变式训练】如图2-4所示,有一个空心圆柱形容器,内部充满水,容器的底部有一个漏水小孔,在水慢慢流出的过程中,容器与水的共同重心将 ()

- A. 一直下降
- B. 一直上升
- C. 先升高,后降低
- D. 先降低,后升高

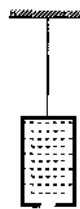


图2-4



育才老师和细心同学关于重力计算式 $G=mg$ 的对话

细心:我认为公式 $G=mg$ 中的 g ,在地球上同一地点是一定值.在中学阶段,由于所涉及的问题计算精度要求不高,一般 g 取恒定值 9.8 N/kg ,则可以看出物体

的重力跟它的质量成正比。

育才:这也正贯彻了中学物理中的一种重要方法——近似法。同时还说明了一个重要问题,对物理公式不能从纯数学角度去理解,因为每一个物理表达式都有它物理方面的约束条件或物理意义,这是我们在学习物理公式时必须要注意的问题。

粗心同学和细心同学关于“踏雪无痕”的对话

粗心:武侠小说中讲到“轻功”高强的人总是说他“踏雪无痕”,看来一个人奔跑速度过快时,他可以不受地球对他的吸引力,这时人就没有重力了。

细心:“踏雪无痕”其实是一种夸张,地球上的任何物体在任何情况之下都会受到地球的吸引力,重力总是有的,真正的“踏雪无痕”是不存在的。

粗心:看来只好这样理解,“踏雪无痕”并不是说某人的“轻功”好,大概他踏的雪是“陈年积雪”,雪太实,人踩上去根本踏不出痕迹来。

细心:可以这样解释吧!

粗心:我国“神舟”六号飞船中的宇航员在太空舱内看起来轻飘飘地,宇航员应该不受地球的吸引力了吧?这时的人应该没有重力了吧?

细心:宇航员在太空中随飞船绕地球飞行,离地面也不过几百公里,仍受到地球的吸引力,他们仍受到重力的作用。宇航员看起来轻飘飘地,只能说明地板对宇航员的支持力为零,并不能表明地球对宇航员没有吸引力。

课时 3

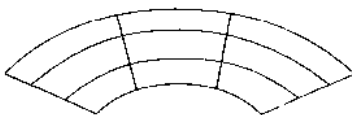
弹力



课前导航

芦苇、大树和橡皮

一根高 2 m 的芦苇,直径不足 1 cm,其高度与直径的比超过 200:1,细长的芦苇在大风中也难以折断,这得益于它中空的结构。大诗人杜甫笔下有一棵大树“霜皮溜雨四十围,黛色参天二千尺”,经过科学家沈括考证,四十围的周长折合成直径是 7 尺,这棵树的高度与直径的比竟高达 286:1,无怪乎沈括惊叹“无乃太细长乎?”看来诗人笔下的这棵大树的结构也应像芦苇一样,大概也是中空的,起码这棵树的中间结构应是十分疏松的。高达 300 m 的法国埃菲尔铁塔,也是中空的。



弯曲的橡皮

图 3-1

找一块长条橡皮,在橡皮的侧面画上几个等间距的格子,弯曲橡皮,方形的格子变成了扇形,外层伸长里层压缩了(如图 3-1 所示)。注意观察中间的格子,几乎不伸长也不压缩,也就是说中间的格子几乎没有形变,没有形变就没有弹力,看来中间这一层对于抵

抗弯曲没有作用,只是白白的增加了重量,还不如把它去掉,于是大自然这位高明的“设计师”就“创造”了空心芦苇。

请你思考:

1. 弹力产生的条件是什么?
2. 形变与弹力的关系是怎样的?

知识精析

一、形变

形变是指物体的形状或体积的改变,任何物体都会发生形变,只是有的形变明显,有的形变不明显,比如:一些比较坚硬的物体,其形变很微小,不易被察觉,也难以测量。

二、形变的种类

从形变的性质上分,能够恢复原来形状的形变,叫做弹性形变,不能够恢复原来形状的形变就是非弹性形变。如果形变过大,超过一定限度,物体的形状不能完全恢复,这个限度叫弹性限度。从形变的种类上分,形变分为拉伸形变、弯曲形变、扭转型变。比如:弹簧的伸长或缩短为拉伸形变,弓、跳板的形变为弯曲形变,金属丝被扭转为扭转型变。

三、弹力的概念

发生形变的物体,由于要恢复原状,对跟它接触的物体产生力的作用,这种力叫弹力。

四、弹力产生的条件

弹力的产生需两个条件:直接接触并发生弹性形变。

五、弹力的大小

弹力的大小与形变程度有关,形变程度越大,产生的弹力就越大。

在弹性限度内,弹簧的弹力跟弹簧形变量成正比,写成公式就是 $F=kx$ 。这个结论叫做胡克定律, k 为劲度系数,跟弹簧丝的粗细、材料、弹簧的直径、绕法、弹簧的长度等量有关,这个量反映了弹簧本身的特性。

六、弹力的方向

1. 支持面间或支持面与支点间的弹力必垂直于支持面且指向被支持的物体。
2. 轻绳拉物体的弹力沿绳且指向绳收缩的方向。
3. 弹簧产生的弹力只能沿着弹簧指向恢复形变的方向
4. 杆产生的弹力方向可以是任意的,并不一定沿着杆。



1. 弹力的方向的确定

【例1】画出图3-2甲所示的木板所受到的弹力的示意图。

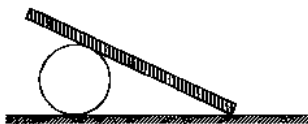


图3-2甲

【解析】弹力示意图如图3-2乙所示。木板与水平地面接触(点接触),地面对它的弹力的方向垂直于接触面(地面)向上。球对木板的弹力方向跟接触面(板平面)垂直,指向木板。

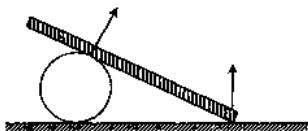


图3-2乙

【例2】在半球形光滑容器内放置一细杆,如图3-3所示,细杆与容器的接触点分别为A、B两点,则容器上A、B两点对细杆的弹力方向分别为 ()

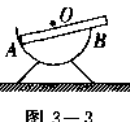


图3-3

- A. 均竖直向上
- B. 均指向球心O

C. A点指向球心O, B点处竖直向上

D. A点指向球心O, B点处垂直于细杆向上

【解析】A点处是点面接触,且接触面是曲面,此时弹力的方向应与过接触点A的切面相垂直,所以A点处的弹力方向指向球心O。B点是点与平面接触,所以B点处的弹力方向应垂直于细杆向上。

故正确选项为D。

【答案】D

【点评】弹力的方向总跟接触面垂直,无论接触面是平面还是曲面。

2. 应用“假设法”判断弹力的有无

【例3】如图3-4甲所示,光滑的金属球处于静止状态,分析金属球所受弹力的情况。

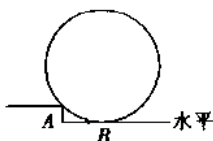


图3-4甲

【解析】跟球接触的有A和B两点,但是,有接触不一定有弹力,还必须发生形变才有弹力。对于B点来说,金属球一定与水平面挤压,使得水平面发生了形变,因此水平面一定对球产生了竖直向上的弹力。假设没有此水平面,球一定会竖直下落。

对于接触点A来说,假设这个台阶与球有挤压,则小球会受到一个向右且斜向上的弹力(如图3-4乙所示),在这个弹力作用下,球不可能静止,与题设矛盾,因此,A点一定不存在挤压,当然也就没有弹力。

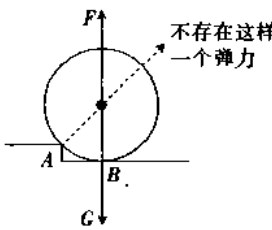


图3-4乙

【答案】受到竖直向上的弹力

【点评】产生弹力的条件

是接触且发生形变,仅仅是接触而没有形变也没有弹力,此时,可以应用“假设法”判断。同理,光滑球放置于图3-4丙这样的装置上,OM面对球也没有弹力的作用。(可先假设存在弹力,然后推出与题设矛盾的结论)

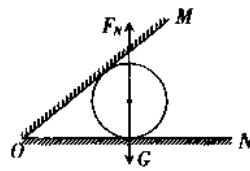


图3-4丙

3. 应用二力平衡条件求弹力的大小和方向

【例4】如图3-5所示,小车上固定着一根弯成 α 角的直杆,杆的另一端固定着一个质量为M的球。当小车在水平面上匀速运动时,杆对球的弹力大小和方向如何?

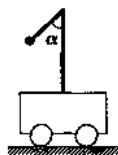


图3-5

【解析】小车在水平面上匀速运动时,杆上的小球处于平衡状态,小球只受重力和杆对球的弹

力的作用,重力的方向竖直向下,大小为 $G=Mg$. 根据二力平衡条件,杆对小球的弹力应该与球的重力大小相等、方向相反,即弹力 $F=G=Mg$,方向是竖直向上.

[答案] Mg 方向竖直向上

[点评] 杆上的弹力不一定沿着杆,要具体问题具体分析,一个重要的依据就是二力平衡条件.

【例题 3】 如图 3-6 所示,一小球用两根轻绳挂于水平天花板上,且静止. 绳 1 倾斜,绳 2 恰好竖直,则小球所受的作用力有 ()

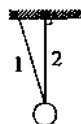
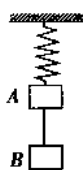


图 3-6

A. 1 个 B. 2 个 C. 3 个 D. 4 个

4. 弹簧的弹力不能瞬间突变

【例 5】 如图 3-7 所示,物体 A 重为 10 N,物体 B 重为 5 N, A、B 之间用绳连接在一起, A 与弹簧相连,挂在天花板上. 如果将绳子剪断,那么,剪断绳子的瞬间,弹簧对 A 物体的拉力是多少?



[解析] 绳子未剪断之前,弹簧的拉力 F 应该等于 A、B 两物体重力之和,即 $F=10\text{ N}+5\text{ N}=15\text{ N}$. 剪断绳子的瞬间,弹簧的形变尚未来得及发生变化,所以此时的弹力仍是 $F=15\text{ N}$.

[答案] 15 N

【例题 4】 将上题中的弹簧更换成一根不可伸长的绳子(如图 3-8 所示). 如果将 A、B 之间的绳子剪断,那么,剪断 A、B 之间绳子的瞬间,拉着 A 物体的绳子的拉力是多少?

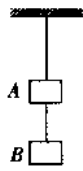


图 3-8

5. 胡克定律的应用

【例 6】 三根原长均为 10 cm 的弹簧,每根弹簧上分别挂上 1 N 重的物体,弹簧伸长都是 1 cm. 若将这三根弹簧依次串联成一根弹簧,再挂上 3 N 重的物体,则三根弹簧的总长是多少?

[解析] 每根弹簧上分别挂上 1 N 重的物体,弹簧伸长都是 1 cm,则弹簧的劲度系数 $k=1 \times 10^2\text{ N/m}$. 将这三根弹簧串起来,再挂上 3 N 重的物体时,这三根弹簧每根承受的拉力都是 3 N,每一根弹簧的伸长量

$$x = \frac{F}{k} = \frac{3\text{ N}}{1 \times 10^2\text{ N/m}} = 3 \times 10^{-2}\text{ m}$$

三根弹簧总的伸长量

$$3x = 3 \times 3 \times 10^{-2}\text{ m} = 9 \times 10^{-2}\text{ m}$$

三根弹簧总的长度为:

$$l = 3 \times 10 \times 10^{-2}\text{ m} + 9 \times 10^{-2}\text{ m} = 39 \times 10^{-2}\text{ m} = 0.39\text{ m}.$$

[答案] 0.39 m

【例题 5】 如图 3-9 所示,一劲度系数为 k_2 的弹簧竖直放在桌面上,上面压一质量为 m 的物体;另一劲度系数为 k_1 的弹簧竖直地放在物体上面,其下端与物体的上表面连接在一起,两板弹簧的质量都不计,系统处于静止状态. 现要使上面弹簧承受物重的 $\frac{2}{5}$,那么应将上面弹簧的上端 A 竖直向上提升多大距离?

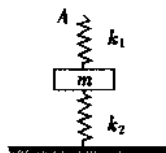


图 3-9



育才老师与细心同学关于弹力的对话

育才:我们谈谈弓箭吧,弓箭可是弹力知识的具体运用.很久以前,人类对弹力就有所认识和发现了,并

能加以利用。我国考古学家曾发掘出一枚石镞，这枚石镞是用燧石制成，距今已有 30000 年了，这差不多是世界上最早的石镞了。可见，弓箭的发明在我国有多么早。战国时期，楚国神射手养由基不但能百步穿杨，还能箭穿七层铠甲。

细心：有个神话故事叫“羿射九日”，能箭射太阳，后羿的弓的弹力一定很大。苏东坡则更厉害，会“挽雕弓如满月，西北望，射天狼”。箭射天狼星可比射太阳难度大。

育才：我国不但弓箭的发明很早，而且对弹力的规律也有正确地认识。我国东汉时期学者郑玄（127—200）认为，对于一张弓来说“每加物一石，则张一尺”，这正揭示了胡克定律中“力与物体的形变成正比”。可见，郑玄早于胡克 1500 年发现了弹性定律。现在有学者主张，将胡克定律改称“郑玄—胡克定律”。

细心：我又想起了一首唐诗。诗中的弓箭也是够厉害的。唐·卢纶《塞下曲》：“林暗草惊风，将军夜引弓。平明寻白羽，没在石棱中。”

课时4

摩擦力



不“听话”的铅笔

伸出两个食指，使两手指平行且位于同一水平面。把一根铅笔放在这两个指头上，这时候使两个指头慢慢地向中间靠拢，通过移动手指的办法来移动铅笔，会发现一个有趣的现象：铅笔总是先相对一指滑动一下，再相对另一指滑动一下，相对两指交替移动，有时动得多，有时动得少，到底哪个手指能够使铅笔移动，完全不受操纵者支配，似乎铅笔很不“听话”。

请你思考：

1. 是什么力使铅笔在手指上发生了移动？是不是摩擦力？
2. 为什么铅笔总是相对手指交替移动？关键在哪里？
3. 如果在一只手指戴上一只绒布手套，再做这个实验，跟以前相比，铅笔变得“听话”一些了吗？
4. 你猜到了影响摩擦力大小的因素有哪些了吗？



一、摩擦力的定义

一个物体在另一个物体表面上相对于另一个物体滑动的时候，要受到另一个物体阻碍它相对滑动的力，

这种力叫滑动摩擦力；一个物体在另一个物体表面上有相对运动趋势，沿接触面产生一个阻碍物体相对运动趋势的力，这个力叫做静摩擦力。

摩擦力产生的条件是：(1)两物体相互接触；(2)接触面粗糙；(3)在接触面上有正压力；(4)有相对运动或者有相对运动趋势。

摩擦力是接触力。

二、摩擦力的方向

总是与相对运动或相对运动趋势方向相反，与接触面相切。

判断相对运动方向或相对运动趋势方向是确定摩擦力方向的关键。当根据摩擦力产生的条件，确定存在摩擦力时，以此力的施力物体为参考系，判断受力物体相对运动（或相对运动趋势）方向，摩擦力方向与相对运动（或相对运动趋势）方向相反，从而找到摩擦力的方向。

关于相对运动趋势的判定，常用的方法有两种：第一种方法可称为“光滑判定法”，假设两物体的接触面突然变为光滑，如果两接触物体因此而发生相对运动，则说明两个物体间有相对运动趋势；如果假设光滑之后两物体仍可保持相对静止，则说明两个物体间没有相对运动趋势。第二种方法可称为“运动、受力双向分析法”，其要点就是结合物体的运动状态来确定受力情况。

三、摩擦力的大小

滑动摩擦力 $f = \mu F_N$, μ 是动摩擦因数, μ 的大小跟相互接触的两个物体的材料和接触面粗糙程度等有关; F_N 为正压力, 需要注意的是 F_N 并不是在任何情况下都等于重力 G . 滑动摩擦力的大小仅与正压力、动摩擦因数有关, 而与其他因素无关.

静摩擦力是一组值, 其中有一个最大值, 称为最大静摩擦力. 最大静摩擦力大于相应的滑动摩擦力, 若无特殊说明, 计算时一般认为最大静摩擦力等于滑动摩擦力.

在本单元中, 只能根据二力平衡条件再结合力作用的相互性求静摩擦力.



1. 深刻理解摩擦力产生的条件

在摩擦力产生的几个条件中, 每一个条件都是必要的, 是缺一不可的.

【例 1】如图 4-1 所示, 一质量为 m 的物体沿着竖直墙壁下滑, 试判断物体与墙壁之间是否存在摩擦力.



图 4-1

【解析】假设物体与墙壁之间存在弹力 F_N , 则物体会在弹力 F_N 的作用下离开墙壁, 这与题设条件不符, 所以物体与墙壁之间无弹力存在, 因此也就不存在摩擦力.

[答案] 不存在

2. 正确判定摩擦力的方向

【例 2】如图 4-2 所示, 物体 A 随皮带一起无滑动地匀速向上运动. 请判定物体 A 相对于皮带的运动趋势以及物体 A 所受摩擦力的方向.

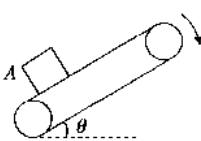


图 1-2

【解析】假设物体 A 与皮带之间接触面突然变为光滑, 物体 A 必相对于皮带下滑, 所以, 物体 A 随皮带一起无滑动地匀速向上运动时, 物体 A 相对于皮带的运动趋势必为沿着皮带向下, 摩擦力的方向沿着皮带向上.

[答案] 沿着皮带向下 沿着皮带向上

3. 准确计算摩擦力的大小

【例 3】一个重 50 N 的铁箱放置在水平桌面上, 铁箱与桌面之间的动摩擦因数 $\mu = 0.4$. 某人沿水平方向用 10 N 的力推箱子, 问铁箱受到的摩擦力为多大?

【解析】铁箱滑动时的摩擦力 $f = \mu F_N = 0.4 \times 50 \text{ N} = 20 \text{ N}$, 而推力为 10 N, 小于 20 N, 故铁箱没有被推

动, 铁箱所受摩擦力属静摩擦力. 根据二力平衡条件可知静摩擦力 $f_s = 10 \text{ N}$.

[答案] 10 N

【变式训练】如图 4-3 所示, 木

块与水平面间的动摩擦因数为 $\mu = 0.2$, 木块的质量为 1 kg, 在木块向右运动的过程中, 还受到一个水平向左的大小为 20 N 的拉力作用, 则木块受到的滑动摩擦力大小为 _____, 方向 _____, 地面所受滑动摩擦力方向 _____. (g 取 10 N/kg)

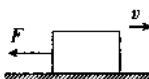


图 4-3

4. 将几个物体视为一个整体, 注意整体与局部相结合, 可以使得摩擦力的分析与计算变得简洁.

【例 4】如图 4-4 所示, 水平地面上叠放着 A、B 两个物体, 力 F 作用于 B 但未拉动它, 试分别讨论 A、B 所受摩擦力的情况.

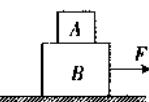


图 4-4

【解析】B 在力 F 的作用下将有向右运动的趋势, 地面对它产生摩擦力 f , 阻碍它向右运动, 所以这个摩擦力的方向向左, 且是静摩擦力. 至于 A, 因 B 未动, A 对 B 无运动趋势, 故 A 不受摩擦力.

【变式训练】如果图 4-4 中的外力 F 不是作用于 B 而是作用于 A 的话 (如图 4-5 所示), 则各物体间的摩擦力又怎样?

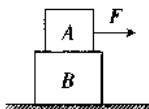


图 4-5



育才老师与细心同学对话

育才：学过摩擦力之后，就可以应用摩擦力的知识解释前面小实验中观察到的现象了。请问细心同学，铅笔压在两个手指上，对每一个指头的压力有可能完全相同吗？

细心：我想铅笔重心不会恰好在两指的正中央，这样铅笔对手指的压力总是一个力大于铅笔重力的一半，一个力小于铅笔重力的一半。

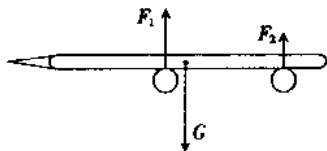


图 4-6

育才：对，正是因为正压力不同，而两个指头又是一模一样的，才造成了两指对铅笔的摩擦力不同。

细心：当重心偏向左指一侧时，左指对铅笔的最大静摩擦力就大于右指对铅笔的最大静摩擦力，此时企图用右指移动铅笔时，右指就相对铅笔滑动，而铅笔保持不动，所以铅笔是不听右指的使唤的。

育才：既然明白了什么情况下铅笔不听右指的使唤，当然就不用老师解释在什么情况下铅笔不听左指使唤。

细心：原来铅笔“没听操纵老的话”，铅笔“听的是摩擦力的话”。

育才：在一只手指上戴上一只绒布手套后，相当于增大了戴着手套的这只手指与笔杆间的粗糙程度，用这个指头移动起铅笔，当然“得心应手”。过一个小实验实际上是让我们体会了与摩擦力相关的两个因素。

育才：请问细心同学，还想更多了解一些与摩擦有关的知识吗？

育才：分析得很有道理。这种利用振动使正压力瞬间消失从而克服摩擦力的方法应用很广泛。农民往口袋里装粮食，为了把口袋装的实一些，常常把口袋摇一摇，晃一晃，蹾一蹾，这样就能够克服谷粒之间的摩擦力，使谷粒下沉，口袋里就可以多装一些粮食。建筑工人在浇筑混凝土的时候，为了把水泥砂石捣实，把振动器放入混凝土中，让它不停地振动，砂石就能够克服彼此之间的摩擦力，从而充满模具内每一个角落。

细心：振动器？莫非就是振棒，就是建筑工地上皮

出让人讨厌的嗡嗡声、吵得人难以入睡的家伙吧。现在听老师这么说，我对这个可恶的东西似乎萌生好感了。

育才：当然，并不是所有的振动都有益，振动减小摩擦也会带来危害，建设钢铁大桥尽量用铆钉而不用螺栓，一个重要的原因就是车辆过桥能够使大桥振动，会引起螺栓松动，容易造成事故。

细心：老师喋喋不休地“诲人不倦”，弟子只好硬着头皮“学而不厌”喽！

育才：下面这些仅仅作为了解，希望能起到开阔视野的作用。先给同学们介绍几个通过改变压力而使摩擦力改变的实例。

找一块木板，把木板的一头垫高一些，使木板略微倾斜，然后，把一只墨水瓶放在木板上，因为存在摩擦力，墨水瓶不能下滑。但是，当你轻轻敲打木板的时候，墨水瓶会一点一点地滑下来。

细心：我想墨水瓶滑下来的原因应该是这样的：木板受到敲打的时候会振动起来，墨水瓶会微微跳起，在墨水瓶不与木板接触的短暂时间里，它和木板之间的正压力几乎为零，摩擦力也几乎为零，于是，墨水瓶就向下滑落一点，不停地敲打木板，墨水瓶就会一点一点地滑落了下来了。