

黄霭英 康锦屏 主编

物理

高中生能力培养丛书

(供高一年级使用)



教材同步·与新教材同步·与新教材同步

高中生能力培养丛书

物 理

(供高一年级使用)

分科主编 国运之
本册编者 石有龙 王天谔
国运之 杨 帆

华夏出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理/黄霁英,康锦屏主编. - 北京:华夏出版社,1997.1

(高中生能力培养丛书)

供高一年级使用

ISBN 7-5080-1166-X

I. 物… II. ①黄… ②康… III. 物理课-高中-教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 23809 号

· · · 华夏出版社出版发行

(北京东直门外香河园北里4号 邮编:100028)

新华书店经销

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 6印张 123千字

1997年1月北京第1版 1997年1月北京第1次印刷

印数1-11000册

ISBN 7-5080-1166-X/G·765

定价:6.80元

本版图书凡印刷、装订错误,可及时向我社发行部调换

编者的话

由于在教育学院执教所具有的条件,因而有了广泛接触、深入了解中学教育的机会,有了博览研究全国各地出版部门编辑出版的有关中学教学各类书籍的机会。研读之余,感慨良深。那些书籍虽或多或少有助于教师的教,学生的学,但均不无缺憾之处:有的详于知识而略于将知识转化为能力的指点;有的详于题例的堆列而略于重点、难点知识的疏解;有的虽兼顾了知识与题例,但又缺乏规律与方法的揭示与提供……。至于专门在能力培养上下力气的得力之作,更是凤毛麟角了。看到这多如牛毛的大同小异的书籍,我们感到忧心。为培养高级中学学生学习能力和提高教师教学质量,我们约集了北京市专门从事中学教育或专门研究中学教育的有共识的专家、学者,编著了这套丛书,名之曰《高中生能力培养丛书》。采众家之长,去各家之短。本丛书体现了如下特点:重点难点知识的疏解与典型题例相结合;精讲知识与怎样将知识转化为能力的点拨相结合;精选、精设典型题例与解题思路、解题方法的分析、揭示相结合;注重指导平时教学与适应高考实际需要相结合。因此,丛书是科学性、针对性、实用性、有效性的有机统一。编著此丛书的构想方案形成以后,华夏出版社为丛书出版竭尽心力,北京市原教育局长、中学教育专家陶西平同志欣然同意任丛书顾问,为此,我们由衷地表示谢意!由于时间紧,任务重,难度大,因此是否将美好的设想变成了现实,尚待广大中学师生在实践中去验证。

黄霭英 康锦屏

目 录

一	力.....	(1)
二	物体的运动	(31)
三	牛顿运动定律	(57)
四	机械能	(83)
五	机械振动和机械波.....	(111)
六	分子运动论、热和功	(141)
七	气体的性质.....	(154)
	练习题答案.....	(178)

— 力

能力基础和知识掌握

知识点、重难点

1. 知识点

力的概念,重力,万有引力,弹力,胡克定律,静摩擦力,滑动摩擦力、滑动摩擦力公式和滑动摩擦系数。力的合成,平行四边形法则。矢量和标量。力的分解。正交分解法。

在共点力作用下物体的平衡。

力矩。有固定转动轴物体的平衡。

2. 重点

力的概念,物体受力分析法。力的合成和分解,平行四边形法则和正交分解法。在共点力作用下物体的平衡。

3. 难点

物体受力分析法。力的合成和分解的平行四边形法则。

知识结构



能力形成和方法训练

对力的认识

力是物理学中的一个重要物理量,力学就是以力为基本概念的物理学分科。但是,什么是力?它是描述什么的物理量?这个问题对初学者来说回答起来比较困难,要真正理解它,需要从以下两个方面认识。

1. 力的产生:力是物体对物体的作用。对此要有三点理解:第一,力不能脱离物体而存在,有力必有施力物体和受力物体;第二,两物体间必须发生力的作用,作用的形式通常表现为吸引、排斥、压缩、拉伸、弯曲、扭转、摩擦等;第三,物体间的作用是相互的,两物体间一旦发生力的作用,两物体既是施力物体,同时也是受力物体。

2. 力的作用效果:力作用在物体上可产生两种效应:第一,使物体发生形变,这种效应称之为静力效应;第二,使物体的运动状态发生改变,这种效应称之为动力效应。力作用在物体上可能出现其中一种效应,也可能同时出现两种效应。这两种效应在中学只做初步研究,力的静力效应在本章研究,动力效应将在“牛顿运动定律”一章中研究。

在这里需要指出的是,研究力和物体的平衡与运动时,要掌握对物体形变的处理方法。不同的物体在相同的力的作用下,或同一物体在不同的力的作用下发生的形变大小一般是不同的。有些物体受力后形变明显,例如弹簧,有些物体受力后形变不明显,只有微小形变,例如静止在水平地面上的铁块。在研究具体问题时,对于有明显形变的物体,其形变一般不可忽略,对于形变不明显的物体,其形变可忽略。例如使一

铁块在光滑水平面上滑行,铁块发生形变对水平面产生压力,而水平面也发生形变对铁块产生支持力。如果考虑到铁块和水平面的形变,那么铁块的运动将是很复杂的。我们在处理这个问题时,由于铁块和水平面的形变大小与铁块和水平面的大小比较很小,忽略了它们的形变,则铁块将在光滑水平面上做匀速运动。像这种可以忽略形变的物体,在物理学中称为刚体,在研究力和物体的平衡与运动时,像铁块、木块、木板、地面、杆等一些物体,除专门研究它们的形变以外,一般都可以看成刚体。

分析物体是否受力的原则和依据

物体受力分析是力学中的重点,也是难点。在实际问题中,如何确定某个力是否作用在物体上,其原则为:力是物体对物体的作用,若物体受某个力,则该力必有施力物体,没有施力物体的力是不存在的。

例如,一个物体沿光滑斜面下滑(图 1-1),分析该物体受的力。某同学说物体受重力、斜面的支持力、沿斜面的下滑力。他说得对吗?先看看能否找到施力物体,重力的施力物体是地球,支持力的施力物体是斜面,下滑力呢?找不到施力物体,因此不存在下滑力。

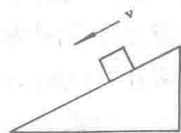


图 1-1

确认一个物体是否受某个力可依据以下两点:第一,力的产生条件;第二,力的作用效果,物体状态及状态变化规律。

不同性质的力产生的原因和条件不同,重力是由于地球的吸引而产生的;万有引力是由于物体有质量而产生的;弹力

是由于相互接触的物体发生形变而产生的；静摩擦力是由于相互作用的两物体间有相对滑动趋势而产生的；滑动摩擦力是由于相互挤压的两物体间有相对滑动而产生的。在分析物体受力时，如果力的产生条件容易确定，则力是否存在也容易确定，如果条件不易确定，力是否存在可依据作用效果确定。

重力、万有引力是可以直接确定的力，只要在地面附近的物体一定受重力。任意两个有质量的物体间一定有万有引力。在分析重力和万有引力时要明确两点：(1)重力是由于地面附近的物体受到地球的万有引力而产生的，但是重力并不就是地球对物体的万有引力，重力是地球对物体引力的一个分力，这在以后的学习中会得到论证。我们在分析地球与物体之间的相互作用力时，一般情况是，在地球表面附近的物体受到的是重力，方向竖直向下；而远离地面的物体，如天体、人造卫星受到的是万有引力，其方向指向地心。(2)通常的物体与天体比较质量很小，两物体间万有引力也很小，与我们常分析的重力、弹力、摩擦力比较都极其微小，在一般情况下可不予考虑。

在弹力中，由于弹簧形变明显，产生弹力的条件易于确定，因此与弹簧发生作用的物体所受弹簧的弹力是否存在容易判定。但是形变不明显的物体要根据形变判定弹力是否存在显然很困难，甚至于无法判定。例如把一本书放在水平桌面上保持静止，桌对书产生竖直向上的支持力，这个力是由于桌面发生形变而产生的，但是你看到桌面发生形变了吗？一般情况下观察不到，那么怎么判定桌面对书产生了支持力呢？实际上是根据力的作用效果，重力和支持力对书的共同作用使书保持静止。如果把桌面撤掉，书失去支持力，书将竖直落下。在一般情况下，发生微小形变的物体产生的弹力，都是根据力的

作用效果确定有无的。

关于摩擦力,首先要确定两个接触物体之间有无压力。若无压力则不存在摩擦力;若有压力,且两物体间有相对滑动,则产生滑动摩擦力的条件已很充分,可确定有滑动摩擦力。至于静摩擦力,需要判定两物体间有无相对滑动的“趋势”,这种判断往往很困难,因此在一般情况下也是根据力的作用效果判定是否存在静摩擦力的。

例1. 如图1-2所示,A、B、C三个长方体叠放在水平地面上,现对B施一水平向右的恒力 F ,但三个物体仍保持静止,关于A、C受的摩擦力,下面说法中正确的是:

- (A) A 受到 B 给的水平向右的摩擦力;
- (B) A 不受摩擦力;
- (C) C 只受到 B 给的水平向右的摩擦力;
- (D) C 受到两个摩擦力,一个是 B 给的水平向右的摩擦力,另一个是地面给的水平向左的摩擦力。

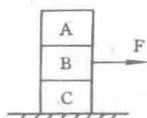


图 1-2

分析与思考

三个物体都静止,如果有摩擦力,一定是静摩擦力。根据力的作用效果和物体的平衡可以判定,物体A与B之间、B与C之间、C与水平面之间有相互作用的压力和支持力,具备了产生摩擦力的必要条件。关于摩擦力判定如下:

物体A:如图1-3所示,如果A受到B给的水平向右的摩擦力 f_1 ,但是在水平方向上又不再有别的力作用,那么物体A将从静止开始向右运动,这与题目所给三个物体保持静止不符,因此 f_1 不存在,根据力作用的相互性,A对B也没有

摩擦力。

物体B:如图1-4所示,物体B在水平方向上受到拉力 F ,由于B保持静止,那么一定还受到水平向左的作用力,可是A对B在水平方向上没有作用力,那么可以肯定C一定给B一个水平向左的静摩擦力 f_2 。根据力的作用的相互性,B给C水平向右的摩擦力 f_2' 。



图 1-3

物体C:如图1-5所示,C受到B给的水平向右的摩擦力 f_2' ,C也保持静止,可以肯定在水平方向上一定还受到一个水平向左的作用力,只能是地面给的水平向左的静摩擦力 f_3 。

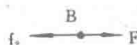


图 1-4

正确答案为(B)、(D)。

注意与说明

在根据力的作用效果和物体的状态及状态变化规律分析一个力是否存在时,常用的思考方法是,可以先假设有这个力,或没有这个力,看看物体的状态及状态变化是否符合规律,如果符合规律则假设成立,否则假设不成立。也可以直接根据规律判定有无此力。

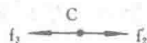


图 1-5

共点力的合成和分解方法

平面共点力:在实际问题中,作用在物体上的力往往不只一个,而是多个力。如果所有的力的作用线都交于一点,这些力称为共点力系;如果所有的力的作用线都平行,这些力称为平行力系。如果所有的力的作用线在同一平面内,称为平面力系;如果所有的力的作用线不在同一平面内,称为空间力系。平面共点力系是各种力系中最简单的一种,在

本专题中只讨论平面共点力系的合成和分解的几种方法与法则。

1. 力的合成的平行四边形法则

力是矢量,力的合成遵守矢量合成的法则,即平行四边形法则。实验证明,作用在物体上的两个互成角度的共点力,它们的合力的大小和方向,可以用表示这两个力的有向线段作邻边画出的平行四边形的对角线表示,对角线的长度表示合力的大小,对角线的方向就是合力的方向,这个结论叫做力的平行四边形法则。若已知共点的两个力 F_1 、 F_2 的大小和方向,根据平行四边形法则,可以用作图法和计算法求出它们的合力 F 的大小和方向。

例 2. 甲、乙两人拉一条船,甲用力 F_1 的大小为 50 牛,乙用力 F_2 的大小为 30 牛,两个力的夹角 θ 为 60° ,求它们的合力。

分析与思考

先根据 F_1 、 F_2 的大小选取适当的标度,然后取一点 O 表示两个力的交点或受力物体,根据 F_1 、 F_2 的大小和方向作 F_1 、 F_2 的图示,再以表示 F_1 、 F_2 的有向线段为邻边作平行四边形,以 O 为尾端画出对角线,在对角线的另一端标上箭头表示合力 F 的方向,用直尺量出对角线的长度与选定的标度比较,求出合力 F 的大小,用量角器量出合力 F 与力 F_1 或 F_2 之间的夹角表示合力 F 的方向。

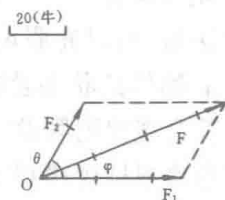


图 1-6

解法一(作用法):

如图 1-6 所示,选 10 毫米长的线段表示 20 牛的力,取 O 点表示小船,根据平行四边形法则作图求出表示 F_1 、 F_2 合力 F 的对角线。

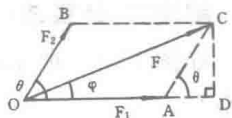


图 1-7

量得表示 F 的对角线长 35 毫米,所以合力的大小:

$$F = 20 \text{ 牛} \times \frac{35 \text{ 毫米}}{10 \text{ 毫米}} = 70$$

牛,

用量角器量得 F 与 F_1 的夹角 $\varphi \approx 22^\circ$

注意与说明

用作图求合力的方法比较简单,但大小和方向是量出来的,所以结果一定会有误差。

分析与思考

如图 1-7 所示,力 F_1 、 F_2 分别用有向线段 OA 和 OB 表示,它们的夹角为 θ ,合力 F 用有向线段 OC 表示,则 OACB 构成平行四边形。过 C 点作 OA 延长线的垂线,垂足为 D,在 $\triangle OAC$ 中,根据余弦定理可得 F 与 F_1 、 F_2 的大小关系:

$$\begin{aligned} F^2 &= F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos(180^\circ - \theta) \\ &= F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta \end{aligned}$$

所以合力的大小

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta} \dots\dots\dots (1)$$

用 F 与 F_1 的夹角 φ 表示合力的方向,则:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{CD}{OD} = \frac{CD}{OA + AD} = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta} \dots\dots\dots (2)$$

在本题中,根据(1)(2)两式就可以求出合力 F 的大小和方向。

解法二(计算法):

如图 1-7 所示, F 表示力 F_1 与 F_2 的合力,则合力 F 的大小

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta} \\ &= \sqrt{50^2 + 30^2 + 2 \times 50 \times 30 \times \cos 60^\circ} \\ &= 70 \text{ 牛} \end{aligned}$$

用 F 与 F_1 的夹角 φ 表示合力的方向,则:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}\varphi &= \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta} = \frac{30 \times \sin 60^\circ}{50 + 30 \times \cos 60^\circ} = 0.3997 \\ \varphi &= 21^\circ 47'。 \end{aligned}$$

注意与说明 根据(1)式可以看出,当力 F_1 和 F_2 大小一定时,合力 F 的大小跟两个力的夹角 θ 有关:

当两个力的方向相同时, $\theta = 0^\circ$, $\cos\theta = 1$, 则 $F = F_1 + F_2$, 合力的大小等于两个分力的大小之和,合力的方向跟两个分力的方向相同(图 1-8)。

当两个力的方向相反时, $\theta = 180^\circ$, $\cos\theta = -1$, 则 $F = F_1 - F_2$, 即合力的大小等于两个分力的大小之差,而方向跟两个分力中较大的那个力的方向相同(图 1-9)。如果两个力大小相等,则合力等于零。



图 1-8



图 1-9

当两个力之间的夹角 θ 在 0° 到 180° 之间时, θ 越大, $\cos\theta$ 越小, 则它们的合力越小, 合力的方向也随夹角 θ 的变化而变化(图 1-10)。

但要注意, 表示合力方向的夹角 φ 并不一定随 θ 的变大而一直变大, 或一直变小, 由(2)式可以看出, φ 的变化不仅与 θ 有关, 还与 F_1 和 F_2 的大小有关。

2. 力的合成的三角形法则

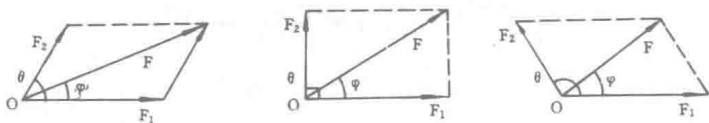


图 1-10

根据平行四边形对边平行且相等的性质, 求两个共点力的合力时, 也可以不作平行四边形, 只要作出一个三角形就可以了。由两条有向线段构成的三角形的两条边分别表示力 F_1 和 F_2 , 第三边的长度就表示合力 F 的大小, 第三边的方向就表示合力的方向, 这个结论称为力的合成的三角形法则。如例 2 中, 分力 F_1 、 F_2 与合力 F 的矢量关系见图 1-11, (甲) 图为平行四边形法, (乙)、(丙) 两图为三角形法。注意比较它们的区别: 用平行四边形法作图时, F_1 与 F_2 共始端 O , 合力 F 也以 O 为始端; 而且三角形法作图时, 要以 O 为始端先画出两个力中的任意一个力图, 再以这个力矢的末端作为第二个力的始端画出第二个力图, 最后连接第一个力矢的始端 O 和第二个力矢的末端, 其线段长表示合力 F 的大小, 合力的方向从第一个力矢的始端 O 指向第二个力矢的末端。

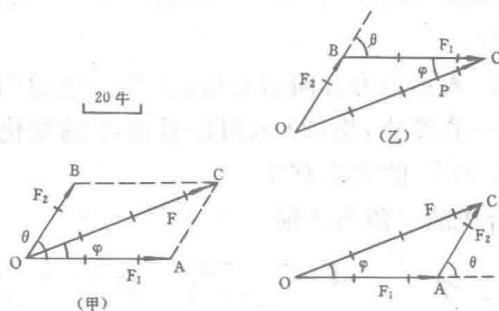


图 1-11 (丙)

如果一个物体受到两个以上的共点力的作用,要求出它们的合力,用力的平行四边形法则可先求出其中任意两个力的合力,再求这个合力与第三个力的合力,这样依次求下去,最后可求出作用在物体上的所有共点力的合力。如图 1-12 所示, F_1 、 F_2 、 F_3 是作用在物体 O 上的三个共点力, F 就是用这种方法求出的三个力的合力。对图 1-12 所示的共点力 F_1 、 F_2 、 F_3 、也可以用三角形法求它们的合力,如图 1-13 所示,先求出 F_1 、 F_2 的合力,再求出这个合力与 F_3 的合力, F 就是 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力。

3. 力的分解

力的分解是合成的逆运算,同样遵守平行四边形法则,已知力为平行四边形对角线,两个分力是两条邻边。根据平行四边形的特点,

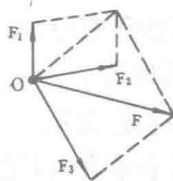


图 1-12

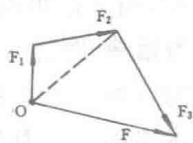


图 1-13