

GAOZHONG WULI FUXI ZHIDAO

高中物理复习指导

上海教育出版社



责任编辑 方 荣

封面设计 赵文奎

高中物理复习指导

上海市中小学教材编写组编

上海教育出版社出版

(上海永福路123号)

新华书店上海发行所发行 上海群众印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 10.75 字数 239,000

1985年12月第1版 1985年12月第1次印刷

印数 1—88,000本

统一书号: 7150·3665 定价: 1.30元

说 明

本书是根据高中物理教学纲要(基本要求内容)和高中物理课本(试用本),按高中物理的知识体系分单元进行编写。

全书对中学物理的内容作了比较系统的归纳和整理,突出重点,剖析难点,重视实验。每单元后配有各种类型的练习题,供高中毕业班学生总复习使用。复习中要狠抓基础知识和基本技能,注意提高学生灵活运用所学知识的能力。

本书由林在珩、欧阳治中、周祖方、曹毓梁、张甫楠、周树珍、周崇业、吴瑞芳等同志编写,袁哲诚同志审阅。限于编者的水平,加以时间仓促,难免有不妥或错误之处,恳请广大读者批评指正。

上海市中小学教材编写组

1985年5月

目 录

第 一 单元	力 物体的平衡	1
第 二 单元	运动学	25
第 三 单元	运动定律	53
第 四 单元	圆周运动 万有引力	74
第 五 单元	机械能	86
第 六 单元	动量	110
第 七 单元	机械振动和机械波	126
第 八 单元	分子运动论、内能和气态方程	138
第 九 单元	电场	155
第 十 单元	稳恒电流	184
第十一单元	磁场	227
第十二单元	电磁感应	250
第十三单元	交流电	276
第十四单元	电磁振荡和电子技术	288
第十五单元	几何光学	295
第十六单元	光的本性	312
第十七单元	原子结构	323
习题答案		334

第一单元 力 物体的平衡

力学所要解决的中心课题是力和物体运动的关系。物体作机械运动的规律是由物体运动的初始状态和受力情况决定的。通过本单元的复习,对力的概念要有正确的理解;能正确分析物体的受力情况;要理解合力和分力的意义,掌握共点力的合成和分解的方法。在力学问题中,对物体的受力情况能不能正确分析,能不能熟练运用共点力的合成和分解法则,在解题中往往起着关键的作用。物体的平衡是物体受力的特殊情况。本单元内容不仅是力学的基础,并且与气态方程、静电学、磁场以及电磁感应等内容都有不同程度的联系,所以掌握好这一单元的基础知识,对于以后的复习会产生较大的影响。

一、力

力是物体对物体的作用。在国际单位制中,力的单位是牛顿,简称牛。常用的力的单位是千克力。 $1\text{千克力}=9.8\text{牛}$ 。

理解力的概念应注意以下几点:

1. 不能脱离物体对物体的作用来分析力。一个物体受到力的作用,一定有另一个物体施加这种作用。学习中不能只注意被研究物体的受力分析,而不注意施力物体是否确实存在。

2. 要注意力的作用效果。力的作用效果,一是使物体的

形状或体积发生改变,二是使物体运动状态发生变化,即产生加速度;认为力是维持物体运动的原因的观点是错误的。

3. 力是矢量。力的大小、方向和作用点叫做力的三要素。用有向线段表示一个力,称为力的图示法。表示力的方向的箭头所沿的直线称为力的作用线。

4. 物体之间的作用力是相互的。有作用力就一定有反作用力。在复习牛顿第三定律时,要严格区分作用力和反作用力与平衡力。要正确理解“作用力和反作用力总是大小相等,方向相反,作用在一条直线上”这一叙述的意义。作用力与反作用力是指两个物体相互作用时彼此作用的力,作用力与反作用力分别作用在两个不同的物体上,不可能存在平衡关系,并且它们是一对性质相同的力。比如作用力的性质是弹力时,反作用力的性质也就一定是弹力。平衡力是指一个物体平衡时所受到的力的关系,并且在同一个物体所受到的几个力中(不论物体处于平衡状态还是非平衡状态),都不可能存在一对作用力和反作用力。处于平衡的两个力,就力的性质来说与作用力和反作用力的关系也是不同的,它们不存在性质必然相同的关系。比如放在水平桌上的书本,它受到的重力和弹力是一对平衡力,可是这两力的性质并不相同。

〔例题〕 用绳牵一木箱,绳对木箱的拉力是 30 牛,方向与地面成 30° 角,如图 1-1 所示。试用力的图示法作出木箱受到绳的拉力和绳受到木箱的作用力。

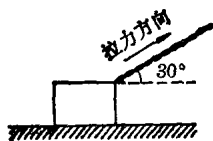


图 1-1

解 木箱受到绳的拉力,同时绳也受到木箱的拉力,这是一对作用力和反作用力。这两个力大小相等,方向相反,分别作用在木箱和绳子这两个物体上。作力图时,可以把两个物体分隔开,然

后选择适当的单位线段作为力的标度,画出物体受到的力,箭头要画在线段的末端,如图 1-2 所示。

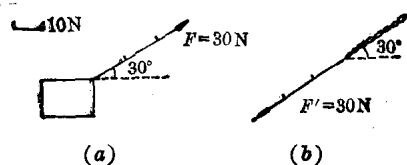


图 1-2

二、重力 弹力 摩擦力

(一) 重力

1. 重力是由于地球的吸引而使物体受到的力,方向竖直向下。重力的作用点叫做物体的重心。

2. 重力的大小在数值上等于物体静止时物体拉紧竖直悬绳的力,或者等于物体静止时压在水平支持物上的力。

(二) 弹力

1. 弹力产生在直接接触而且发生弹性形变的物体之间。通常说的支承面与物体之间的压力,绳子与物体之间的拉力,从力的性质来分类,都属于弹力。

2. 弹力的方向可以通过下面方法判断:

(1) 物体与物体相互挤压出现弹力(正压力)时,弹力的方向总是垂直于接触面而指向被挤压的物体。

(2) 细软绳与别的物体相互作用时,弹力(拉力)的方向总是沿着绳而指向绳收缩的方向。

(3) 弹力的大小与形变的关系较为复杂,在一般的问题中,弹力的大小是利用题目所给的条件来进行计算的。在弹

性限度以内，弹簧的弹力大小可以通过胡克定律 $f=kx$ 进行计算。公式中 x 是指弹簧的伸长量或压缩量，不是表示弹簧的长度。

〔例 1〕 如图 1-3 所示，在称量一个小桶的重量时，用一根每伸长 1 米需要 100 牛顿作用力的弹簧制成的测力计，测得弹簧的伸长量是 3.0 厘米。试分析小桶、测力计的受力情况以及各力的大小，指出这些力中哪些互为平衡力，哪些互为作用力和反作用力（测力计的重量可略去不计）。

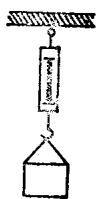
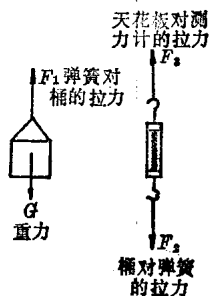


图 1-3

解 按题意分别作出小桶和测力计的受力图。要注意平衡力是作用在一个物体上的，而作用力与反作用力是分别作用在两个相互作用的物体上的。图 1-4 是小桶和测力计的受力图。

力图中互为平衡力的是： G 和 F_1 ； F_2 和 F_3 。互为作用力和反作用力的是： F_1 和 F_2 。其中 $F_1 = 100 \times \frac{3.0}{100}$ 牛 = 3.0 牛，又因 $F_3 = F_2$ ， $F_2 = F_1$ ， $F_1 = G$ ，所以以上各力大小均为 3.0 牛。



(a) (b)

图 1-4

〔例 2〕 图 1-5 中， B 球静止于光滑水平面上， A 球用细绳系住， A 球下摆过程中与 B 球相撞，设相撞时 A 、 B 两球的球心在同一水平线上。试分析撞击时两球分别受到哪些力的作用？这些力是属于什么性质的力？找出这些力的施力物体，这些力的反作用力作用在哪些物体上？再找一找在 A 、 B 两球的受力图中，哪些力互为作用力和反作用力？

解 分别作出 A 、 B 两球碰撞时的受力图，如图 1-6 所

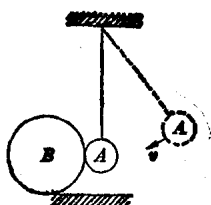


图 1-5

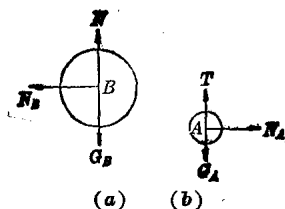


图 1-6

示。这个题的解用下面表格形式写出,有些空格,同学们可以自己分析结果填入,想一想: N_A 和 N_B 的方向是根据什么画出来的? G_B 和 N 是一对平衡力吗? G_A 和 T 是一对平衡力吗?

受力物体	力的名称	力的性质	施力物体	反作用力作用在什么物体上	力图中互为作用力和反作用力的有
A 球	重力 G_A	重力	地球	地球	A 对 B 的弹力 N_B 和 B 对 A 的弹力 N_A
	拉力 T	弹力	细绳	细绳	
	弹力 N_A	弹力	B 球		
B 球	重力 G_B	重力			
	弹力 N	弹力	水平面		
	弹力 N_B	弹力			

(三) 摩擦力

两个互相接触的物体,有相对运动趋势或发生相对运动时产生摩擦力。摩擦力的方向总是与物体的相对运动趋势或相对运动方向相反,并与接触面相切。摩擦力总是阻碍物体之间的相对运动。

复习摩擦力时应注意下面几个方面:

1. 静摩擦力是两个互相接触的物体有相对运动趋势时

产生的。放在水平面上的物体，受到的静摩擦力的大小随着水平外力的增大而增大，在开始滑动以前，始终跟水平外力保持平衡。当外力增大到使物体开始运动的一瞬间，静摩擦力达到最大值，叫做最大静摩擦力。

2. 滑动摩擦力是两个互相接触的物体间有相对运动时产生的摩擦力，滑动摩擦力的大小跟沿运动方向的外力无关，这一点与静摩擦力大小的量度是有根本区别的。滑动摩擦力用 $f = \mu N$ 计算。公式中 N 表示接触面之间的弹力（正压力），这要和物体的重力严格区分开。式中 μ 是比例常数，叫做滑动摩擦系数，它的数值决定于两个接触面间的材料性质和粗糙程度。

〔例 3〕 如图 1-7 所示，物体 A 的重量是 100 牛， $F_1 = 150$ 牛，物体和接触面之间的滑动摩擦系数 $\mu = 0.20$ 。问：

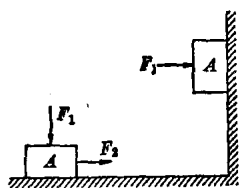


图 1-7

(1) F_2 的数值是多少时，水平面上的物体 A 能沿着 F_2 的方向作匀速直线运动？

(2) 物体 A 能沿着竖直墙匀速下滑，这时在竖直方向对物体所加的作用力 F_2 的大小及方向应是怎样的？

解 此题讨论的是匀速直线运动，物体所受各力的合力应为零。所以解题应从分析物体的受力情况着手，列出合力为零的方程就可以求解。解题时应该注意正压力 N 的计算，只有正确求出正压力 N 的大小，才有可能正确算出滑动摩擦力 f 的大小。

(1) 当物体在水平面上做匀速直线运动时，它的受力情况如图 1-8 所示。

$$N - (G + F_1) = 0,$$

$$N = G + F_1 = (100 + 150) \text{ 牛} \\ = 250 \text{ 牛}.$$

$$F_2 - f = 0,$$

$$F_2 = f = \mu N = 0.20 \times 250 \text{ 牛} \\ = 50 \text{ 牛}.$$

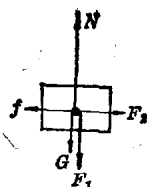


图 1-8

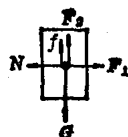


图 1-9

(2) 当物体沿墙向下做匀

速直线运动时,滑动摩擦力方向向上,而所加作用力 F_2 的方向是未知的,可以先计算出摩擦力 f 的大小,比较 f 和重力 G 的大小就可以确定作用力 F_2 的方向。物体的受力情况如图 1-9 所示。

$$N - F_1 = 0,$$

$$N = F_1 = 150 \text{ 牛},$$

$$f = \mu N = 0.20 \times 150 \text{ 牛} = 30 \text{ 牛}.$$

因为 $G > f$, 所以作用力 F_2 的方向只有向上, 物体所受到的合外力才有可能为零, 并向下作匀速直线运动。列出竖直方向的合力为零的方程, 即可求出 F_2 。

$$F_2 + f - G = 0,$$

$$F_2 = G - f = (100 - 30) \text{ 牛} = 70 \text{ 牛}.$$

三、共点力的合成 力的分解

(一) 共点力的合成 平行四边形法则

1. 在解决实际问题中, 往往要把作用于一个物体上的几个共点力用一个合力来代替, 从而使问题简化。求几个力的合力, 叫做力的合成。力是矢量, 力的合成要用平行四边形法则。

2. 合力是处理问题时所用的一个物理概念,它往往不是一个单独的力,合力只表示它产生的效果跟几个力共同产生的效果相同。它不象重力、弹力等是物体对物体的作用,合力往往是找不出一个对应的施力物体的,所以在分析物体的受力情况时,一般不应该把合力也作为一个单独的力来分析。

3. 两个共点力的合力的大小范围是:

$$|F_1 - F_2| \leq F_{\text{合}} \leq F_1 + F_2$$

〔例题〕 物体重 200 牛,放在水平地面上,物体上的 O 点系着两根细绳,一根细绳系于竖直墙的 B 点,另一细绳用手拉着,当物体对地面恰好没有压力时,量得两绳与竖直方向都成 45° 角,如图 1-10 所示。问这时手用多大的力拉细绳?

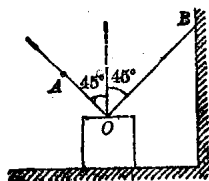


图 1-10

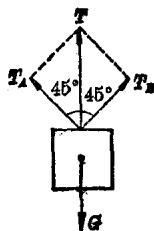


图 1-11

解 物体对地面恰好没有压力,就是地面对物体恰好没有弹力,这时物体受到重力和两根绳子对它的两个拉力。从平衡观点来看,物体受到的各力的合力必为零。三个共点力平衡时其中任意两个力的合力必与第三个力大小相等,方向相反。可以作出相应的力图,如图 1-11 所示, T_A 与 T_B 的合力 T 的方向与 G 相反,大小与 G 相等。

$$T = G = 200 \text{ 牛,}$$

$$T_A = \frac{T}{\sqrt{2}} = 200 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ 牛} = 141 \text{ 牛.}$$

手的拉力大小和 T_A 相等,即等于 141 牛。

(二) 力的分解

在实际问题中,除了用力的合成观点解题以外,又常需要用几个力来代替一个已知力,这几个力就叫做这个已知力的分力。同样分力也找不到它的施力物体,所以分析物体受力时,不应该把一个力的分力作为一个单独的力加以分析。力的分解是力的合成的逆运算,一个力如果不加任何条件,按平行四边形法则可以分解成无数对分力,因此在具体问题中,力的分解要按题目所给的条件来进行,常用的有:

1. 已知一个力和它的两分力的方向,求两个分力的大小。
2. 已知一个力和它的一个分力的大小和方向,求另一个分力的大小和方向。
3. 把一个已知力或几个共点力按两个相互垂直的方向进行分解。

四、共点力作用下物体的平衡

物体受到几个共点力的作用,如果合力为零,则物体在共点力作用下平衡。这时物体保持原来的运动状态,即匀速直线运动状态或静止状态。

〔例 1〕如图 1-12 所示,重量是 5.0 牛的电灯,通过电线悬挂在天花板上的 B 点,现用一细绳的一端拉住电线的 O 点,另一端固定在竖直墙的 A 点上,绳呈水平状态。这时电线 OB 与水平面成 30° 角。求电线 OB 和细绳 OA 受到的拉力大小(电线和绳的重量都略去不计)。

解 解法一:

如图 1-13 所示,在分析 O 点受力情况后,把 O 点受到的

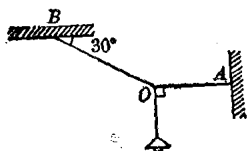


图 1-12

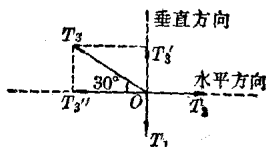


图 1-13

各力按两个相互垂直的方向分解，然后再根据这两个方向的合力分别为零进行求解。这两个相互垂直的方向的选择是任意的，但为了方便，可以按水平和竖直两个方向分解力，这样，只需要分解 T_2 ，一个力就可以了。由于 O 点是受力平衡的，因此分别写出水平方向和竖直方向合力为零的方程，就可求解：

$$\begin{aligned} T_2' &= T_2 \sin 30^\circ, & T_2'' &= T_2 \cos 30^\circ; \\ T_2' - T_1 &= 0, & T_2 \sin 30^\circ - T_1 &= 0, \\ T_2 \sin 30^\circ - G &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

$$T_2 - T_2'' = 0, \quad T_2 - T_2 \cos 30^\circ = 0 \quad (2)$$

从①式中解得：

$$T_2 = \frac{G}{\sin 30^\circ} = \frac{5.0}{0.5} \text{ 牛} = 10 \text{ 牛},$$

从②式中解得：

$$T_2 = T_2 \cos 30^\circ = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ 牛} = 8.7 \text{ 牛}.$$

电线 OB 和细绳 OA 受到的拉力分别与 O 点所受到的拉力 T_2 和 T_1 大小相等。

解法二：

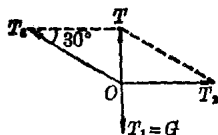


图 1-14

利用共点力平衡求解， O 点受到三个不同方向的拉力 T_1 、 T_2 和 T 的作用而保持平衡，如图 1-14 所示。其中任意两个力的合力必与第三个力平衡。如 T ，

和 T_2 这两个力的合力 T 一定与第三个力 T_1 平衡。利用这个概念作出相应的力图, 根据这个图就可以解得:

$$T_2 = \frac{T}{\sin 30^\circ} = \frac{T_1}{\sin 30^\circ} = \frac{G}{\sin 30^\circ} = \frac{5.0}{0.5} \text{ 牛} = 10 \text{ 牛}.$$

$$T_2 = \frac{T}{\tan 30^\circ} = \frac{T_1}{\tan 30^\circ} = \frac{G}{\tan 30^\circ} = \frac{5.0}{\sqrt{3}/3} \text{ 牛}$$

$$= 5.0 \times \sqrt{3} \text{ 牛} = 8.7 \text{ 牛}.$$

解法三:

由于不计重量的绳(杆)受到的拉(压)力方向总是沿着绳(杆)的方向, 因此从力的作用效果出发, 可以把 O 点受到的向下的拉力 T_1 沿着绳 OA 的方向和沿着电线 OB 的方向分解, 直接求解, 如图 1-15 所示。

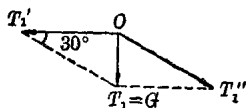


图 1-15

电线 OB 所受到的拉力大小与 T_1'' 相同。

$$F_{OB} = T_1'' = \frac{T_1}{\sin 30^\circ} = \frac{G}{\sin 30^\circ} = \frac{5.0}{0.5} \text{ 牛} = 10 \text{ 牛}.$$

绳 OA 所受到的拉力大小与 T_1' 相同。

$$F_{OA} = T_1' = \frac{T_1}{\tan 30^\circ} = \frac{G}{\tan 30^\circ} = \frac{5.0}{\sqrt{3}/3} \text{ 牛} = 5.0 \times \sqrt{3} \text{ 牛}$$

$$= 8.7 \text{ 牛}.$$

〔例 2〕 图 1-16 中, 物体的重量 $G=2.0$ 牛, 弹簧秤、绳子和滑轮的重量均略去不计, 摩擦力也略去不计。

(1) 比较(e)、(f)两个图中的弹簧秤读数。

(2) 哪几个图中弹簧秤的读数是相同的?

解 图 1-16(e) 中弹簧秤的读数是 1.0 牛, 即等于物体重量的二分之一。因为动滑轮两边的绳子是平行的, 它们分

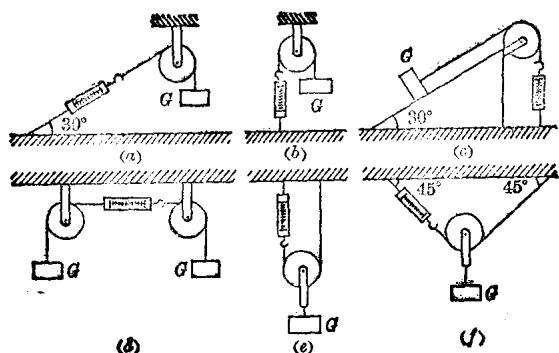


图 1-16

别承担物体的重量的一半。图 1-16(f) 中动滑轮的两边绳子互成 90° ，计算绳子拉力时，可把动滑轮看作一个点 O ，这样，

动滑轮 O 受到 F 、 T_1 、 T_2 三个拉力的作用而保持平衡，(其中 T_1 和 T_2 的大小相等，因为同一根绳子的拉力必相等) 根据 T_1 和 T_2 的合力 T 必与向下的拉力 F 大小相等方向相反，作出相应的力图(图 1-17)，就可以解得

$$T_1 = T \cos 45^\circ = F \cos 45^\circ = G \cos 45^\circ$$

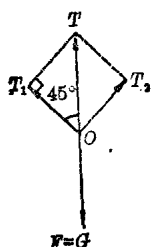


图 1-17

$$= 2.0 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ 牛} = 1.4 \text{ 牛}.$$

所以图(f)中的弹簧秤读数大于图(e)中的弹簧秤读数。

(a)、(b)、(d)中的弹簧秤读数相同，都是 2.0 牛，即等于物体重量 G 的数值。图(c)、(e)中的弹簧秤读数也相同，都是 G 值的一半，即 1.0 牛。其中图(a)中的 30° 角与所讨论的问题无关，因为定滑轮不改变力的大小，只改变力的方向。图(a)与图(b)的区别是定滑轮的轴所受到的压力不同。同学们如有兴趣，可以比较一下这两个图中的定滑轮的轴所受到的

压力大小和方向有什么不同。

〔例 3〕 如图 1-18 所示,物体 A 的重量是 4.0 牛,斜面的倾角是 30° ,物体和斜面之间的滑动摩擦系数是 0.20,现在用一与斜面平行斜向上的推力 F [图 1-18(a)] 或用一与水平面平行的推力 F' [图 1-18(b)] 使物体 A 沿斜面向上做匀速直线运动。问:

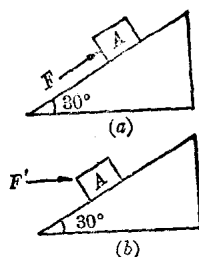


图 1-18

(1) 两种情况下,物体对斜面的压力分别是多大?

(2) 两种情况下,推力 F 和 F' 分别是多大?

解 应注意物体对斜面的压力大小,即物体在斜面上受到的弹力大小并不是恒为 $G\cos 30^\circ$,而应从受力分析着手,根据题目所给的条件来进行计算。对于作匀速直线运动的物体,仍应写出合外力为零的方程来求解。

图(a)中的物体共受到 G 、 N 、 f 、 F 四个力的作用,如图 1-19 所示。如果把力沿着平行于斜面的方向和沿着垂直于斜面的方向分解,那么只要分解重力 G 就可以了,再按这两个方向列出合力为零的方程:

$$N - G_2 = 0, \quad N = G_2 = G \cdot \cos 30^\circ = 4.0 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ 牛} = 3.5 \text{ 牛},$$

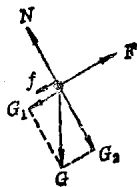


图 1-19

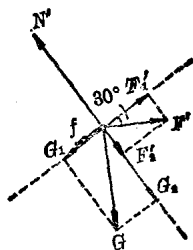


图 1-20