

职工工业余文化学习辅导用书

高中物理

GAOZHONG WULI

上册

姚钟琪 蒋皋泉



上海科学技术出版社

职工业余入门

书

高中物理

上册

姚钟琪 蒋皋泉

上海科学技术出版社

职工业余文化学习辅导用书

高中物理

(上册)

姚钟琪 蒋皋泉

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷十二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 9.75 字数 215000

1985年12月第1版 1985年12月第1次印刷

印数: 1—110,600

统一书号: 13119·1275 定价: 1.30元

说 明

为辅导职工业余学习,以达到文化考核要求,我们根据教育部 1983 年颁发的职工业余高中物理教学大纲(草案)要求,编写了本书,供各类业余学校高中学生及教师参考。

本书紧扣课本内容,针对当前教学、考核的实际情况,对高中物理中重要的知识和难理解、易混淆的概念,以及解题时常会出现的错误,作了比较详细的分析说明,并有系统地对课本内容作小结和提示。在说明时,尽可能联系人们日常生活中的现象,穿插形象的图画,介绍简便易行的小实验,以及正误两种解答的对照,通俗易懂,便于自学。

本书分上、下两册,每册八章,共十六章,体例与现行课本紧密配合。每章配有例题分析一组,练习题和自我检查题各一套,便于读者检验每章内容掌握的程度和解答题目的能力。书末附有习题答案,还附有 1983 年高中物理课本(上册)(上海教育出版社出版)的习题答案,供读者核对正误。

本书在编写过程中,还得到汪思谦、李世珊、张甫楠、王振文等同志的大力支持和帮助,在此一并致谢。

对本书的错误和疏漏之处,希望广大读者批评指正。

编 者

1984 年 9 月

目 录

第一章 力 物体的平衡

1-1 力的概念.....1	平衡21
1-2 常见的三种力.....3	1-7 有固定转轴的物体的 平衡24
1-3 牛顿第三定律.....8	1-8 例题分析26
1-4 物体受力分析10	1-9 习题31
1-5 力的合成与分解16	1-10 自我测验题.....34
1-6 共点力作用下物体的	

第二章 直线运动

2-1 机械运动39	2-6 竖直上抛运动56
2-2 匀速直线运动41	2-7 例题分析58
2-3 变速直线运动46	2-8 习题63
2-4 匀变速直线运动50	2-9 自我测验题67
2-5 自由落体运动55	

第三章 牛顿运动定律

3-1 牛顿运动三定律的 内容72	3-4 牛顿运动定律的应用 ...82
3-2 力学单位制79	3-5 例题分析85
3-3 质量与重量80	3-6 习题94
	3-7 自我测验题98

第四章 曲线运动 万有引力

4-1 曲线运动.....101	4-3 平抛运动.....106
4-2 速度的合成和分解.....102	4-4 斜抛运动.....109

4-5 匀速圆周运动.....113	4-9 例题分析.....120
4-6 向心加速度.....115	4-10 习题.....126
4-7 向心力.....117	4-11 自我测验题.....128
4-8 万有引力定律.....119	

第五章 功 和 能

5-1 功和功率.....131	5-5 能的转化和守恒定律.....154
5-2 动能 动能定理.....139	5-6 例题分析.....156
5-3 势能.....143	5-7 习题.....162
5-4 机械能守恒定律.....150	5-8 自我测验题.....165

第六章 动 量

6-1 动量和冲量.....168	6-5 例题分析.....191
6-2 动量定理.....170	6-6 习题.....196
6-3 动量守恒定律.....176	6-7 自我测验题.....198
6-4 碰撞.....186	

第七章 机械振动和机械波

7-1 简谐振动.....201	7-7 波的图象.....216
7-2 用匀速圆周运动研究 简谐振动.....204	7-8 波的叠加原理 波的 干涉.....221
7-3 单摆.....208	7-9 波的衍射.....224
7-4 简谐振动的图线.....210	7-10 例题分析.....224
7-5 受迫振动 共振.....212	7-11 习题.....228
7-6 机械波.....214	7-12 自我测验题.....230

第八章 气态方程 热力学第一定律

8-1 气体的等温变化.....234	8-3 气体的等容变化.....241
8-2 气体的等压变化.....238	8-4 理想气体的状态方程.....243

8-5 气体分子运动论.....	248	8-8 习题.....	258
8-6 热力学第一定律.....	250	8-9 自我测验题.....	261
8-7 例题分析.....	255		
【附录一】 职工业余中等学校高中物理课本上册(上海教育出版 社出版)习题答案264			
【附录二】 本书习题和自我测验题答案292			

第一章 力 物体的平衡

要使物体处于平衡状态必须满足一定的条件，这个条件就是作用在物体上的合外力等于零($\sum F=0$)，或合力矩等于零($\sum M=0$)。

要了解物体平衡的条件，关键在于正确分析物体的受力情况。而要了解物体的受力情况，又必须对力的概念有一个正确的理解。下面我们就以力的基本知识作为本章的开始。

1-1 力的概念

一、力是物体间的相互作用

力是一个物体对另一个物体的作用，这种作用能使物体改变运动状态或改变物体的形状(即发生形变)。

力的作用方式通常有两种：一是物体互相直接接触而发生作用，称为接触力，如弹力、摩擦力；二是通过“场”而发生作用，称为场力，如重力、电磁力。

必须注意：(1)既然力是物体间的相互作用，那么力必然发生在两个物体之间，没有脱离物体的作用而独立存在的力。(2)在分析物体受力情况时，每分析一个力，必须找出这个力是哪个物体施予的。如果找不到施力物体，那么这个力是不存在的。

二、力作用于物体的效果，决定于力的三个要素

力是一个矢量。力的大小、方向和作用点的位置是影响

作用效果的三个因素。如果其中一个因素改变了，力的作用效果也随之改变。

由于力的作用效果是由力的三个要素共同决定的，因此在进行物体的受力分析时，必须对每一个力的三个要素都要做出正确的分析。在具体画一个力的图示时，对力的数值大小的分析一般不易发生问题，而对力的方向及力的作用线的分析往往容易出现差错。实际上，力的方向和作用线的分析是有一些规律可遵循的。

例如，绳索、皮带、链条等（通称为柔体）与物体相连接，物体所受的作用力，一定作用在连结点上，作用线沿着绳索、皮带或链条，作用力方向则背离受力物体，且只能是拉力，如图 1-1 中的拉力（张力） T_1 和 T_2 。

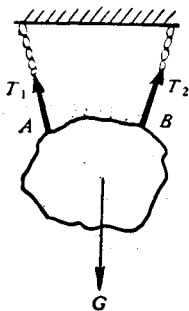


图 1-1

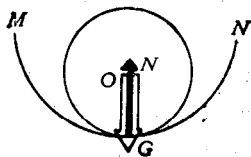


图 1-2

又如图 1-2 所示，光滑凹面对物体的支承力，一定作用在凹面与被支承物体表面的接触处，作用线的方向一定和这两个表面接触处垂直，指向被支承的物体，并且只能是压力，图 1-2 中 N 即是。

我们也可以利用平衡条件，来判定物体平衡时该物体所

受的力。如图1-3, AB 为不计质量的直杆, 平衡时, 由实际效果知道, 杆的两端受力, 且都是压力, 起支撑作用。 A 、 B 两端所受的力 F_A 和 F_B 的作用线沿着 AB 连线, 即沿着 AB 杆本身的轴线, 两力的方向相反。

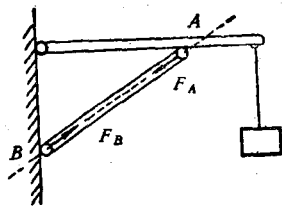


图 1-3

1-2 常见的三种力

重力、弹力、摩擦力是力学中常见的三种力。在力学范围内对物体进行受力分析, 主要是分析这三种力。为此, 要着重弄清这些力是怎样产生的? 作用在哪个物体上? 这个作用来自哪个物体? 大小、方向如何?

一、重力

重力也叫做物体的重量。重力属于万有引力, 是由于地球的吸引而作用在物体上的力。重力的方向竖直向下。在国际单位制中, 重力的单位是牛顿。质量为 1 千克的物体, 它的重力为 9.8 牛顿。

二、弹力

当两个物体相互接触并且发生弹性形变时会产生一种恢复原来形状的作用, 这种作用就叫做弹力。物体间的压力、拉力以及绳子所受的张力都属于弹力。对于弹力主要应掌握以下的特点:

(1) 物体只有发生形变才有弹力产生, 没有形变便没有弹力出现。如两个弹性球放在一起, 仅相互接触而无形变, 便没有弹力产生。若相互挤压或相互碰撞, 球发生了形变, 则有

弹力产生。如图 1-4 所示, 静止放置于水平和竖直的两光滑

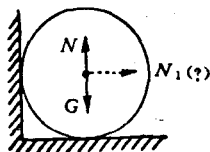


图 1-4

平面间的球体, 球体在重力作用下与水平面紧压在一起, 水平面受到压力而产生微小形变, 因而对球体产生垂直于接触面方向向上的弹力 N 。那么是否会产生弹力 N_1 呢? 显然不可能

产生, 如果产生的话, 球体就会向右运动, 这与实际情况不符。因此“接触”仅仅是产生弹力的必要条件, 必须在接触面间有力的作用而发生形变时, 才能产生弹力。

(2) 弹力的方向就是使受力物体恢复原来形状的方向。

(3) 弹力的大小随物体的形变的大小而改变。对弹簧来说: 实验证明, 在弹性限度内, 弹力 F 与弹簧的伸长量 ΔL (或缩短量) 成正比, 即弹力的大小 $F = -K \Delta L$, K 为弹簧的倔强系数。 K 的大小由弹簧的具体形状和材料的性质决定的。

在应用公式 $F = -K \Delta L$ 解题时, 有的人常常把 ΔL 当作弹簧的长度代入公式计算, 结果就错了。式中 ΔL 是指弹簧的伸长量 (或缩短量), 即弹簧发生形变后的长度与形变前的长度之差 ($\Delta L = L - L_0$)。

例如一弹簧长为 5 厘米, 拉伸后长为 7 厘米, 弹簧的倔强系数为 $K = 300$ 牛顿/米, 由此产生的弹力为

$$F = -K \Delta L = -300 \times (7 - 5) \times 10^{-2} = -6 \text{ (牛顿)},$$

负号表示弹力的方向与弹簧伸长 (或压缩) 的方向相反。

(4) 通常所说的“张力”、“压力”等实际上都是弹力。它们分别与物体的拉伸及压缩形变有关。关于“张力”的理解必须注意如下一些特点:

① 绳 (或杆) 作用于物体的张力永远沿着绳 (或杆), 它的指向则是离开物体的方向。

② 若绳(或杆)的质量可忽略不计,则不论绳(或杆)处于平衡状态还是处于运动中,各点的张力相等。

③ 绳子绕过滑轮,若绳、滑轮本身的质量和滑轮轴处的摩擦均不计,则跨过滑轮的两段绳中的张力总是相等,如图1-5中的张力 T 。

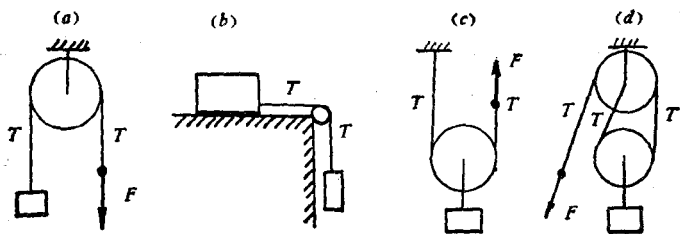


图 1-5

(5) 压力和重力是两个本质不同的力。如图1-6所示,静止于桌面上的木块,由于受重力 G 的作用而对桌面产生压力 N 。但初学者往往以为 N 是 G 所引起的,认为 $N=G$,误认为“压力就是重力”或“重物的重力压到了支承面上”,且把这种错误观念到处运用。实际上虽然两者在数值上有时相等,但性质完全不同。

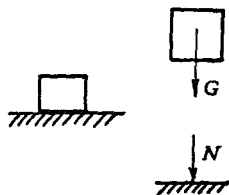


图 1-6

① 受力物体不同:重力 G 的受力物体是木块,弹力 N 的受力物体是桌面。

② 施力物体不同: G 的施力物体是地球, N 的施力物体是木块。

③ 力的性质不同: G 属于万有引力, N 为弹力。

因此,作用在重物上的重力是决不会作用到支承面上去

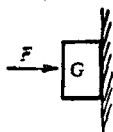


图 1-7

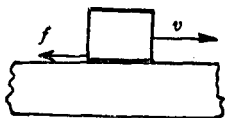


图 1-8

的。在某些情况下,压力和重力的数值大小也并不相等,甚至毫无关系。如图 1-7 所示的情况,当木块受压而停在墙面上时,墙面所受的压力 $N = F$, 与木块的重量无关。

三、摩擦力

当两个互相接触的物体,发生相对运动或具有相对运动趋势时,在它们的接触面上所产生的阻碍相对运动的力称为摩擦力。它的方向永远沿着接触面的切线方向,如图 1-8。

在理解与掌握摩擦力时,应着重注意以下几点:

(1) 静摩擦力和最大静摩擦力都是阻碍物体间相对运动趋势的力,但决定它们大小的因素是不同的。静摩擦力是一个随外力变化而变化的力,例如用较小的力推桌子,桌子未动,根据二力平衡条件,静摩擦力和较小的推力相等;用较大的力推,桌子仍然不动,静摩擦力就和较大的推力相等。可见静摩擦力随推力的变化而变化,它的作用是阻碍物体发生相对运动,而且它的大小和正压力的大小无关。但静摩擦力并不能无限地增加,当我们逐渐增加推力,最后,桌子终于动起来了。在从静止到运动的一刹,静摩擦力不再继续增加了,达到了最大值,这个最大值就叫做最大静摩擦力,用符号 f_m 表示。实验证明,它与支承面间的正压力 N 成正比,即

$$f_m = \mu_0 N。$$

μ_0 为静摩擦系数,是一个没有单位的数。

有人说“静摩擦力等于 $\mu_0 N$ ”,这是错误的,正确的说法

是“最大静摩擦力等于 $\mu_0 N$ ”。

(2) 滑动摩擦力的数值总是与正压力成正比, 即 $f = \mu N$ (μ 为滑动摩擦系数)。但决不能认为静摩擦力的数值也总是与正压力成正比。只有最大静摩擦力才与正压力成正比 ($f_m = \mu_0 N$)。初学者往往用滑动摩擦力的作用规律去处理静摩擦力的问题而引起错误。因此, 把这两种摩擦力作一比较, 对避免上述错误是有益的。

	滑 动 摩 擦 力	静 摩 擦 力
发生的条件	相互接触的两物体间有相对运动。	相互接触的两物体间有相对运动趋势。
产生的效果	阻碍相对运动的进行。	阻碍相对运动的产生。
方 向	总和相对运动的方向相反。	总和相对运动趋势的方向相反。
数 值	总是和正压力成正比。	可以在由零到最大静摩擦力这一范围内变化; 最大静摩擦力和正压力成正比。

(3) 公式 $f = \mu N$ 中的 N , 是指物体的正压力。所谓正压力就是垂直于接触面方向上的压力。前面已指出过, 正压力与物体的重量是两回事, 因此不要盲目地把物体的重量当成正压力而代入公式进行计算。

例如, 试计算图 1-9 中重力为 G 的物体, 与周围接触面间的正压力。

(4) 物体与物体接触面之间的摩擦力是相互的。如图 1-10 所示, 木块 A 在桌面 B 上以速度 v 向右运动时, 桌面对木块产生摩擦力 f_1 , 方向向左, 与木块运动方向相反; 同时, 木块 A 对桌面 B 也产生一个摩擦力 f_2 , 方向和 f_1 相反, 它们是一对作用力与反作用力。

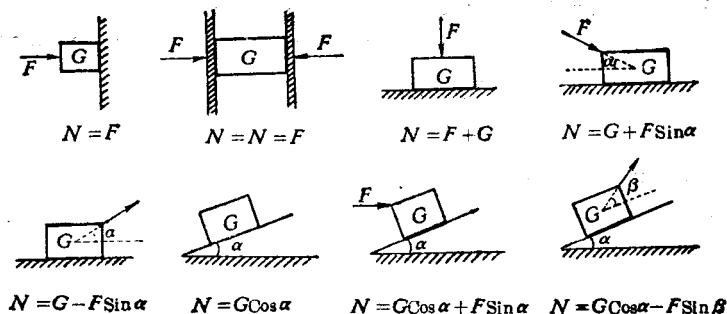


图 1-9

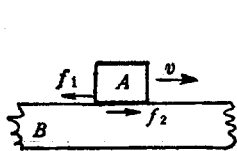


图 1-10

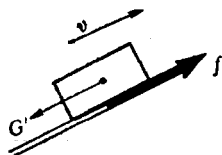


图 1-11

(5) 静摩擦力有时可以做为动力,使受力物体产生运动。这种情况下,摩擦力的方向有可能和受力物体运动方向一致。

如图1-11所示,传送带把工件运到高处去,工件所受静摩擦力的方向就与工件的运动方向一致。这种现象与静摩擦力的作用规律之间并无矛盾。因为工件在重力的分力 G' 作用下,相对于传送带有沿传送带下滑的趋势,于是沿传送带面向上的静摩擦力 f ,防止了它的下滑,保证了工件随传送带一起向高处运动。

1-3 牛顿第三定律

牛顿第三定律是说: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。这个定律用公式可表示为 $F =$

- F' 。在理解和应用牛顿第三定律时,应注意以下几点:

(1) 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,同时存在,同时消失,决不会单独出现。

有人对作用力和反作用力总是大小相等表示怀疑,并举例说:“应该讲人推车的作用力大于车推人的反作用力,不然为什么车会前进,而人不后退呢?”

应该认为,人推车的作用力和车推人的反作用力,其大小是相等的,而车向前进,人不后退的原因可以这样来分析:人和车的运动情况是由它们各自所受合外力决定的,除了人和车之间的相互作用外,还要考虑地面作用在人或车上的摩擦力。由于人推车的力大于地面作用在车上的摩擦力,所以车从静止而开始运动了。地面对人的摩擦力(此力向前),大于车对人的反作用力,所以人不会后退,而随车一起向前运动。可以设想,如果车向前运动时所受的阻力很大,而此时人站在冰面上,冰面对人的摩擦力很小,在这种情况下去推车,车不会前进,人反而向后滑倒了。同理,“鸡蛋碰石头,鸡蛋破了,石头完好”;“子弹射敌人,子弹可以射穿敌人的胸膛”等实例并不能说明作用力大于反作用力,只能说明大小相等的作用力和反作用力,分别作用在不同的物体上,由于物体各自所处的条件不同,所受合外力也不同,以致产生了不同的作用效果。

(2) 作用力和反作用力分别作用在两个不同的物体上,所以它们不是一对平衡力(平衡力作用在同一物体上)。

有人常常把作用力和反作用力与平衡力混为一谈,并举例说:“地面放一重物,由于地球对物体的作用力(吸引力)和地面对物体的反作用力平衡,所以物体静止在地面上”。这句话错在把地球对物体的作用力,和地面对物体的反作用力混淆为一对作用力和反作用力了。

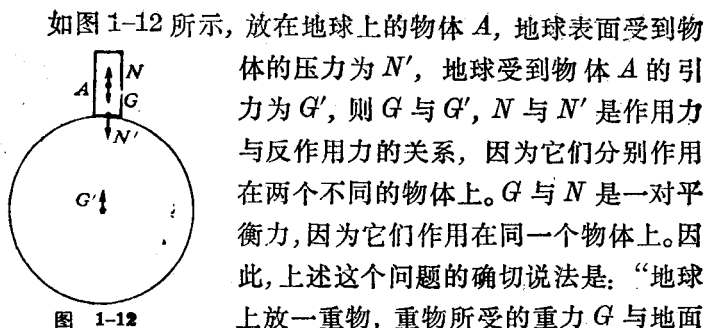


图 1-12

地球上放一重物，重物所受的重力 G 与地面对物体的弹力 N 平衡，所以物体静止在地面上”。

(3) 作用力和反作用力一定是属于同一性质的力，重力和弹力，弹力和摩擦力，重力和摩擦力由于不属同一种性质的力，因此决不可能是一对作用力与反作用力。明确这一点，在分析物体受力过程中很有好处。

1-4 物体受力分析

一、什么叫物体的受力分析

物体受力分析，就是分析某个物体受到周围其他物体的哪些作用力。

为了正确分析物体的受力情况，我们必须熟练掌握重力、弹力、摩擦力的特征和方向：重力的方向竖直向下；柔软的绳索所产生的弹力，是沿着绳子方向的一种拉力；不论是水平面还是斜面支持物体时，支承力（弹力）的方向垂直于支持面；摩擦力一定沿接触面的切线方向。

二、怎样画物体的受力图

通常在一个物体上，同时有几个力作用着。为了便于分析物体的受力情况，常用物体受力图形象地表示出来。画物体