

根据国家教委最新教学大纲编写

《高考中考达标》丛书

高考 物理达标必读

丛书主编

云天陆研

本册主编

张继恒

航空工业出版社

根据国家教委最新教学大纲编写

《高考中考达标》丛书

高考物理达标必读

丛书主编 云 天 陆 研

本册主编 张继恒

本册编者 陶 澄 志 锋

航空工业出版社

1994

(京) 新登字161号

《高考中考达标》丛书

高考物理达标必读

丛书主编 云天陆研

本册主编 张继恒

本册编者 陶澄志 锋

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号)

—邮政编码: 100029—

全国各地新华书店经售

煤炭工业出版社印刷厂印刷

1994年1月第1版 1994年1月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12.5

印数: 1—4000 字数: 312千字

ISBN 7-80046-717-1/O·021

定价: 7.90元

编委会名单

(按姓氏笔画排列)

丛书主编	云天	陆研		
编委	云天	庄世群	李达荣	
	陆研	张继恒	孟广恒	
	周长生	祖津	陶卫	
	康振明			

前 言

《高考中考达标》丛书，是一套帮助考生复习备考，力争考试达到录取标准的复习指导丛书。

为了达此目的，编者在编写这套丛书时，作了如下努力：

第一，组成了一个由名师组成的编写核心队伍。因为只有由这些既有教学和指导中考、**高考复习**的丰富经验，又有编写教材和命题经验的教师组成的核心队伍来编此丛书，达标才有基本的保证。

第二，丛书选取了一个最佳的写作角度，即紧紧围绕达标这个中心组织材料，结构全书。那么，怎么才能达标呢？丛书遵循各科《教学大纲》和《考试说明》所规定的知识能力要求和考试的重点、难点，结合复习，对考生进行宏观指导，以使考生一开始就能把握复习要点，瞄准“达标”这个靶子。丛书根据教材的知识体系，结合考点、重点、难点，以单元练习的形式，全面、系统地对所学知识进行复习，使之“万无一失”认真备考，为达标奠定坚实的基础。丛书还以《考试说明》和近年中考、高考试题为蓝本，从不同角度出题模拟，对考生进行全面的应试演习，以增强其应试能力。我们想，通过这样的反复训练，达标便不会是一句空话了。

由此可见，达标丛书，是名师们献给广大中考、高考考生的一片爱心。这里有他们的心血，有他们的汗水，有他们的智慧，也有对考生达标的殷切期望。

我们热切地希望这套丛书能引导、伴随那些在学习道路上孜孜不倦、锲而不舍的考生，能够通过自己的努力，走向达标的成功之路。

云 天 陆 研

1993年11月于北京阳照寓所

目 录

第一章 力学	(1)
一、静力学.....	(1)
二、运动学.....	(24)
三、动力学.....	(39)
第二章 热学	(67)
一、分子运动论.....	(67)
二、气体的性质.....	(69)
三、固液体性质.....	(83)
第三章 电学	(89)
一、电场.....	(89)
二、恒定电流.....	(103)
三、磁场.....	(120)
四、电磁感应.....	(130)
五、电磁振荡和电磁波.....	(147)
六、电子技术初步.....	(148)
第四章 光学	(153)
一、光的反射和折射.....	(153)
二、光的本性.....	(164)
第五章 原子和原子核	(168)
一、原子结构.....	(168)
二、原子核.....	(168)
模拟练习题 (一)	(172)
模拟练习题 (二)	(178)
模拟练习题 (三)	(184)
参考答案	(190)

第一章 力 学

物理学是研究物质运动规律和物质结构的学科。高中物理的研究范围是机械运动、热运动、电磁运动及原子、原子核的运动规律，其相应部分为力学、热学、电学、光学、原子及原子核物理学，各种运动形式之间有区别亦有联系。因存在区别，在复习时，各部分独立成章，分开复习，但只有认识到内部的联系，才能综合运用，融会贯通。

纵观力学部分，可以分为三段，即静力学、运动学、动力学。

一、静 力 学

(一) 物体受力分析

1. 关于力的概念

静力学研究的是物体受力平衡的问题。自然界中的物体，彼此之间总是存在相互作用，物体之间的相互作用就是力。比如：在写字时，手握着笔，这样在手和笔之间就存在力的作用，因此在理解力时，应注意到，力存在时总要涉及一对物体（手和笔），其中一个物体称作施力物体，另一个物体为受力物体。若研究手握笔这个力，则施力物体是手，而笔是受力物体，区分施力物体与受力物体并不难，只要认真注意一下，研究的是哪个力就可以了。自然界根本不存在只有施力物体而没有受力物体的力；同样也不存在只有受力物体而无施力物体的力，有的同学分析被抛出去的球在空中运动过程中受的力时，认为球除了受重力外，还受一个向前的“力”，甚至还将此“力”称作冲力。其实，这样的分析，是经不起推敲的，对于重力，可以很容易地说出施力物体为地球，而球所受的向前的力的施力物体是谁呢？恐怕有人会认为这个力的施力物体是人的手，但仔细想来，我们研究的是“被抛出的球”，十分明显，这时球已与手脱离了接触，球手之间已无相互作用。因此分析物体受力时，一定要紧紧把握住“力是物体间的作用”这一概念，同时，注意所研究对象的具体情况，是拿在手里的球，还是被抛在空中的球。其实，只要认真地加以分析，这样的错误是不难避免的。

在理解力这个概念时，除了注意到在谈及力时要涉及一对物体之外，还应注意，力总是相互的，也就是力总是成对出现的，手握着笔时，除手对笔存在力作用，笔也有力作用于手，即笔也同时握手，这一点，只要注意一下手握笔时握着笔部分的手上的肌肉也发生了形变就能清楚地看出。对于这成对的力，分别称之为作用力和反作用力。这一对力中，究竟哪个是作用力，哪个是反作用力，这要由研究对象而定，如研究笔受力，则笔对手的力即是反作用力，而在研究手受力时，手对笔的力为反作用力，当然在分析一个物体受力及画受力图时，只应画出该物体所受的力，而该物体对施力物体的反作用力不应在图上画出，但在进行分析时，应同时注意到这个反作用力的存在，总起来说，在进行受力分析时，一定要认真注意在谈及力时，总是涉及一对物体和力总是成对出现的。在叙述力时，总要同时述及施力、受力物体，这样加强练习，就能较准确地把握住力的概念。

〔例1〕 分析悬挂在绳上的小球A所受力，并指出它们的反作用力(见图1-1)。

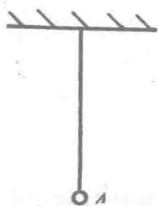


图 1-1

解：小球A受重力（地球吸引小球）和绳对小球的拉力。

它们的反作用力分别是小球吸引地球的力和小球对绳的拉力。

2. 力的合成和分解

力这个物理量有大有小，不同大小的力作用在同一物体上，引起的效果不同，这是显而易见的。同样大小，不同方向的力作用在同一物体上，力的效果也不相同，这一事实往往被人忽视。

对于像力这样的物理量来说，除了有一定大小外，还有方向，即力是矢量。像力这样的量还有很多，如速度、加速度、电场强度等。所以在处理这类物理量时，仅考虑大小而不注意其方向是不行的，还有的同学在处理矢量时，认为可以将量的大小和方向因素割裂开，先将两个量大小加、减再说，而后考虑其方向性。这也是一种天真的想法，实际上是办不到的，在研究力时力除了有大小和方向，力的效果还与作用点有关，相同大小、方向的力，作用在同一物体上时，作用点不同，效果也是不同的，在一些情况下，力学中研究的物体，常常可以简化成质点，这时强调力的作用点则无必要，但在研究物体转动时，作用点不同，力的作用效果不同的影响，十分突出，这个因素必须予以考虑。

由于力的方向性，所以在处理像力这一类的矢量（在中学阶段主要是在力的加与减）时，必须考虑其方向性，实验证明力的合成遵守平行四边形法则，同学们所熟悉的 $3+4=7$ 这样的代数法则，即处理标量的代数法则，由处理矢量的几何法则所取代，因此两个力的合力（即两个力的和）不再是两个分力数值的求和。由平行四边形法则可以清楚看出，当两个分力的数值给定之后，这两个分力的合力取决于这两个分力之间的夹角。两分力之间的夹角越大，则合力的值越小，仅当两个分力的方向相同时（即两分力之间的夹角为 0° ）合力的值最大，为两分力数值之和，两个分力方向相反时（即两分力之间的夹角为 180° ）合力值最小，为两分力数值之差。如果以一个公式表示，则 $F_1 - F_2 \leq F \leq F_1 + F_2$ ，式中各项为合力与分力数值，至于其方向和大小，当用作图法求时，为平行四边形对角线决定的方向，当用解析法求时，可以利用余弦定理及三角函数计算确定。由此可以看出，合力并不一定总比分力大。如两个分力分别为4N和3N时，合力数值可在7N与1N之间，可见，合力有可能比两个分力大，也可能比两个分力小。

还应注意，所谓求两个力的合力，实际上是以一个力（合力）而等效于两个力（分力）的作用，这就是力的合成，这种等效性反过来也成立，即以两个（分力）的作用等效于给定的一个力（合力）。这就是力的分解，即求一个已知力的分力，合成和分解绝不是对立的，而是一种法则的正逆运算。

〔例2〕 一辆汽车陷在泥潭中，怎样才能把汽车拉出泥潭（当时只有司机一人）？

解：比较简单可行的办法是用钢缆一端拴在汽车上，一端拴在较远的一棵树上，司机则在钢缆的中点沿垂直于钢缆方向用力，一般可以将汽车拉出泥潭（见图1-2）。

这一方法的原理是力的分解，前已述及，当两个分力间的夹角越大时合力越小。反过来说，一个较小的力，可以分解成两个较大的分力。当夹角接近 180° 时，分力可以是合力的几十倍（当夹角为 178° 时，分力是合力的50倍左右），是可以将汽车拉出泥潭的。

虽说合成与分解是正逆运算的关系，但求两个已知力的合力的解是唯一的，求一个已知力的两个分力的解则是无穷多的，因此在进行力的分解时，需要考虑力的实际效果来进行分

解。例如，将放在斜面上的物体所受重力分解。在分解时，两个分力的方向确定为：沿斜面向下和垂直于斜面，之所以认为是这两个方向，完全是由实际效果出发。放在斜面上的物体，因受重力，因而有沿斜面下滑的趋势，同时也形成对斜面的压力，所以这样的分解，符合实际情况（见图1-3）。

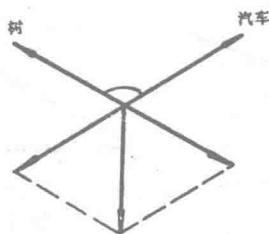


图 1-2

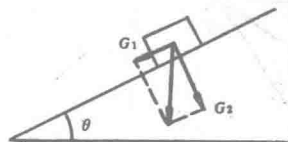


图 1-3

〔例3〕 已知一个合力和两个分力的方向，将该力分解。

解：自合力 F 的顶点分别做两个给定分力方向的平行线，可有两个交点 b 、 a ， F_1 、 F_2 即为所求（见图1-4）。

〔例4〕 已知一个合力及两个分力的大小，将该力分解。

解：分别以 F 的尾部与顶点为圆心，以 F_1 、 F_2 为半径画弧，交于一点，连接尾部与交点，此即 F_1 ，连接交点与顶点，即为 F_2 。 F_1 与 F_2 的合力为 F （见图1-5）。

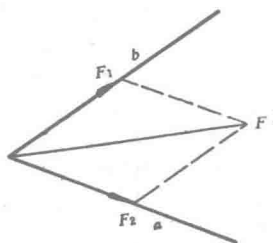


图 1-4

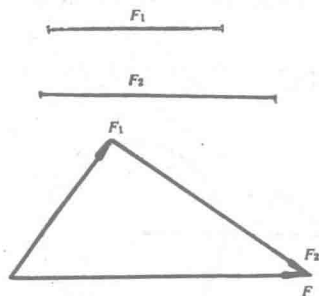


图 1-5

由此可以得出，求合力的另一种方法——三角形法。

例如求 F_1 与 F_2 的合力（见图1-6）。

做法：（1）做出 F_1 。

（2）将 F_2 平移，使 F_2 矢量的尾端与 F_1 的顶点重合。

（3）自 F_1 的尾端向 F_2 的顶点画出有向线段，此即为 F_1 与 F_2 的合力 F 。由图1-6 就可以看出三角形法与平行四边形法则的关系。

〔例5〕 已知合力及一个分力的方向与另一个分力的大小，将该力分解。

解：由力的三角形合成法可知 F_1 、 F_2 、 F 组成一个三角形，这样不难找出分解的方法：以合力 F 矢量箭头为圆心， F_2 为半径画弧，由此得出此题存在三种可能：（1）画弧时可与 F_1 方向的直线两次相交，这时本题有两组解： F'_1 、 F'_2 及 F''_1 、 F''_2 （见图1-7）。（2）画弧时，与 F_1 方向直线相切，这时只有一组解（见图1-8）。（3）画弧时，因半径太小，不能与 F_1 方向的直线

相交，这时本题无解（见图1-9）。

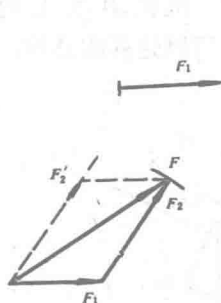


图 1-6

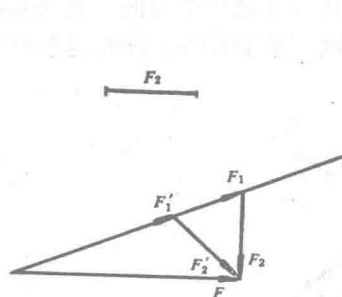


图 1-7

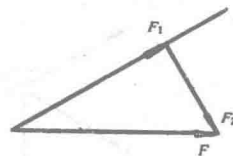


图 1-8

〔例6〕 已知合力及一个分力的方向，要求另一个分力最小，将该力分解，并求出两个分力的值。

解：根据三角形法可以清楚地看出当两个分力相互垂直时，另一个分力数值最小（见图1-10），且 $F_1 = F \cos \theta$ ， $F_2 = F \sin \theta$ 。

总的来说，力的合成与分解中，应充分运用几何知识，以求出解答，由于力是矢量，一个合力，两个分力，总共有6个条件，只要已知四个，就可以求解。

求合力，一般都要按平行四边形或三角形法则。在求三个力合力时，一般要两次运用平行四边形法则，答案与合成顺序无关，这时，如果注意合成时的先后顺序，可简化求解过程。

〔例7〕 求图1-11所示三个力的合力。

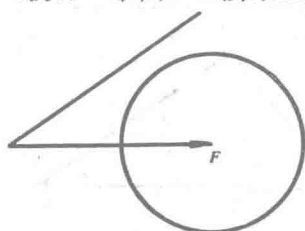


图 1-9

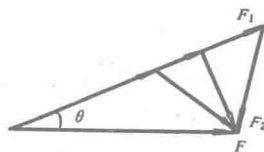


图 1-10

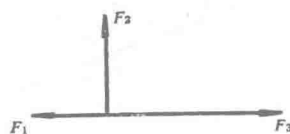


图 1-11

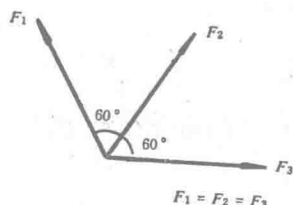


图 1-12

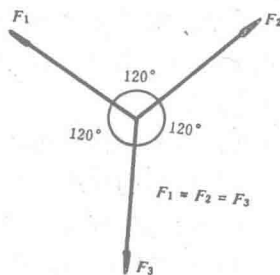


图 1-13

解：因为合成的顺序不会影响结果，当然可以先求 F_1 与 F_2 的合力 F_{12} ，再求 F_{12} 与 F_3 的合力，但如要求出合力的值，这样做就不很方便（需要解斜三角形）。

但如先求 F_1 与 F_3 的合力而后再求 F_{13} 与 F_2 的合力,则在求解时,运用勾股定理,合力的数值可以方便地算出。

例如求图1-12中三个力的合力,已知 $F_1 = F_2 = F_3$ 。若先求 F_1 与 F_2 的合力,求解的难度变大;若先求 F_1 与 F_3 的合力,其合力大小、方向与 F_2 相同,所以这三个力的合力为 $2F_2$ 。

再如求图1-13中三个力的合力,已知 $F_1 = F_2 = F_3$ 。利用平行四边形法则可得 F_1 与 F_2 的合力与 F_3 等值反向,所以该三个力的合力为零,即三个等值夹角互为 120° 的合力的力为零,或说这样的三个力是平衡力。

3. 几种常见力

在物理学中,力可以按不同的方式分类,如按性质分,在高中阶段重点讲到的力,可以分为场力(包括万有引力、电场力、磁场力)及接触型作用力(包括弹力、摩擦力)。当然,弹力与摩擦力源于分子力,而分子力源于电磁力。

场力是通过两个物体或两个带电体间的引力场、电场、磁场传递的相互作用,它们间尽管没有直接接触,相互间有作用力存在。

平常见得最多的重力,源于地球对物体的万有引力,重力对物体作用效果,使物体产生了重力加速度,所以重力的大小为 mg ,方向竖直向下。当一个物体的大小不能忽略时,物体的各个部分都要受到重力作用,可以认为重力作用集中在一点上,这一点称作物体的重心。应注意,物体的重心可以在物体内部,但也可以在物体之外。

带电体在电场中要受电场力,其大小与方向取决于带电体的电性和电量,正电荷受力方向与场强方向相同,负电荷受力方向与场强方向相反,运动的带电体在磁场中一般要受磁场力,其大小为 qBV (V 与 B 垂直时)方向可由左手定则确定。可见,磁场力的大小除与 q 、 B 有关外,还与带电体的运动速度有关,这恐怕是磁场力与电场力、重力的最大区别。

弹力与摩擦力属于接触力,两种力的存在都以接触为前提。由于弹力的产生源于物体的形变,物体形变之后,由于要恢复原状,所以对与它接触的物体产生弹力作用。判断两物体之间是否存在弹力,两物体之间相互接触是前提,两个接触物体是否发生形变才是确定物体间是否存在弹力的必要条件,如讨论两个放在水平面上靠在一起的小球时,两球之间虽相互接触,但并没有产生形变,因而两球之间并无弹力作用。同时,两个球都因受重力作用,两球与水平地面间相互挤压,所以每个球与地面接触的部位发生形变,所以每个小球都受地面的弹力作用。当这两个小球靠在一起,放在桌面上,但桌子被置于环绕地球运行的空间站内,这时两个小球处于“失重”状态,因而这时两个小球与桌面间并无挤压,在与桌面接触的部位也无形变,因而这时两个小球彼此间无弹力作用,且与水平桌面间也无弹力作用,可见讨论物体是否受弹力作用时,必须全面分析物体受力情况及物体的运动状况(见图1-14)。

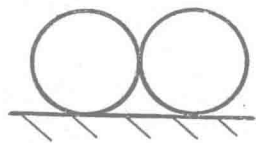


图 1-14

〔例8〕物体在水平地面匀速运动(图1-15(1));物体在水平地面和斜面加速运动(图1-15(2)~(7))。求在上述情况中,物体所受弹力。

解: (1) $N = mg$; (2) $N = mg$; (3) $N = mg - F \sin \alpha$; (4) $N = mg + F \sin \alpha$; (5) $N = mg \cos \theta$; (6) $N = mg \cos \theta + F \sin \theta$; (7) $N = mg \cos \theta + F$ 。

应该注意,不能认为放在水平面上的物体所受弹力就是重力,弹力与重力是不同性质的力,而在(3)和(4)中,不难看出,两种情况下,地面的形变(物体也同样)并不相

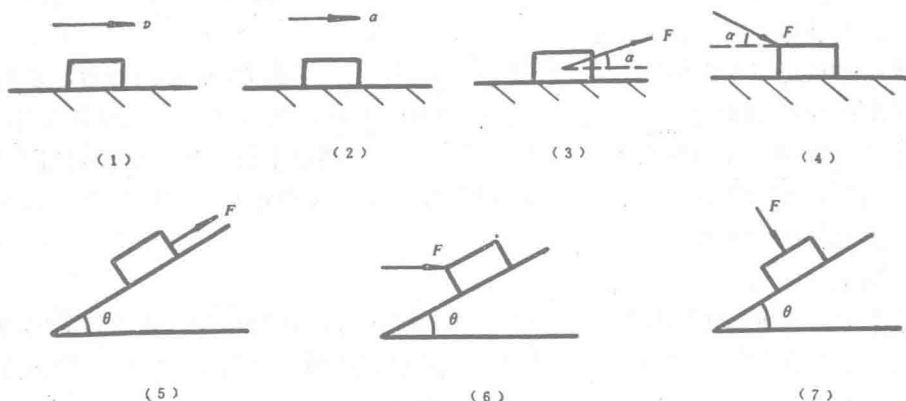


图 1-15

同，所以弹力不同。也不能武断地认为：凡放在斜面上的物体所受弹力就总是 $mg \cos \theta$ （见（5）、（6）、（7））。

〔例9〕 图1-16中A叠放在B上，分析B与地面间的弹力。

解：B受地面弹力的大小为 $(m_A + m_B)g$ ，但B受重力只能是 $m_B g$ ，B受地面弹力变大，是由于A放上之后，地面形变加大，故B受弹力变大。显然地面形变与B受重力无直接关系。

〔例10〕 考察升降机中的物体所受弹力（见图1-17）。

当升降机处于静止或匀速运动时，物体所受升降机底部作用的弹力 $N = mg$ ，当升降机

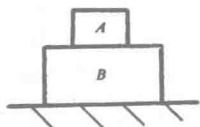


图 1-16

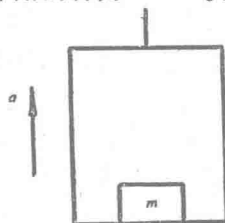


图 1-17

具有如图所示的加速度时， $N = m(g + a)$ ，可见弹力大小（也即底板的形变）与加速度 a 有关，可见考虑弹力时，必须注意周围环境（包括受力环境与运动状态）。

关于绳和杆的弹力。

绳在形变时，只能对绳两端的物体产生拉力，这是因绳只能在外力作用下产生拉伸形变，而不可能产生压缩形变。

杆则不然，它在外力作用下，既能产生拉伸形变，对连在杆上的物体产生拉力，又能产生压缩形变，对连在其上的物体产生压力，了解这一点在处理有关简单桁架结构问题分析弹力方向时较为有利。

摩擦力的产生需具备以下几个条件：物体间存在压力，接触面粗糙，两物体之间有相对运动或相对运动趋势。当两物体间有相对运动时，可能产生滑动摩擦力，若物体间为相对运动趋势，可能产生静摩擦力，摩擦力的方向沿接触面的切线方向，与相对运动或与相对运动趋势相反。

滑动摩擦力的大小 $f = \mu N$ 。

静摩擦力的大小在 0 与最大静摩擦力之间，而最大静摩擦力 $f_{\max} = \mu_0 N$ ， μ_0 为静摩擦系数，静摩擦系数大于滑动摩擦系数。在一般题目中，常常按这两个系数相等处理。

〔例11〕 如重为50牛的物体放在水平地面上，物体与地面间的静摩擦系数为0.2，当以2牛的水平力向右拉物体时，求物体所受摩擦力。

解：由题意可知，物体与地面间的最大静摩擦力 $f_{\max} = \mu_0 N = 0.2 \times 50 = 10$ (牛)，当以2牛水平力拉物体时，这时物体仅具有向右运动趋势，物体相对于地面静止，这种情况下，物体所受摩擦力为静摩擦力，大小为2牛，方向向左，若水平拉力为4牛时，物体仍保持静止，这时所受静摩擦力为4牛，当外力增大到大于10牛时，物体滑动，这时物体所受摩擦为滑动摩擦力，其数值为10牛。

再如：将一个物体紧贴在竖直的粗糙平面上，放手后，将落下，这一过程中，尽管物体与平面接触，但它们之间无压力作用，所以这个过程中，物体不受摩擦力作用。

〔例12〕 如图1-18，物体保持静止，由于有 F 作用，物体与墙间有压力作用，物体与墙间的静摩擦力与物体重力抵消。如果增加 F ，物体所受静摩擦力是否变化？

当 F 增加之后，物体与墙之间的压力加大，因而物体与墙间的最大静摩擦力增加，但物体所受静摩擦力不变，数值上仍等于物体所受重力。

应注意最大静摩擦力与物体实际所受的静摩擦力的区别。

〔例13〕 如图1-19，物体与传送带间保持相对静止，当传送带匀速、向右加速、向右减速时，物体所受静摩擦力。

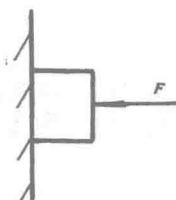


图 1-18

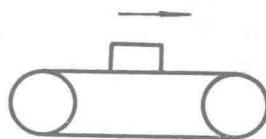


图 1-19

解：当匀速运动时，由于物体与传送带保持相对静止，传送带与物体均为匀速，两物之间既无相对运动，也无相对运动趋势，所以物体不受摩擦力。

当传送带向右加速时，如果物体与传送带接触是光滑的，则物体因惯性而保持原运动状态，由于传送带向右加速，物体势必相对传送带向左滑动，由于物体与传送带间并非光滑，所以它们间存在摩擦力，物体对传送带只有滑动趋势，所以受与滑动趋势相反的静摩擦力，正是这个摩擦力，使物体具有与传送带相同的加速度，由此可见，摩擦力绝不都是阻碍物体运动的阻力，本例中的摩擦力则是使物体产生加速度的动力，同理，当传送带减速时物体相对传送带有向前的运动趋势，所以物体受到向后的静摩擦力。

〔例14〕 如图 1-20， $m_A = 2$ 千克， $m_B = 3$ 千克， A 、 B 与地面间的摩擦系数均为0.2， g 取10米/秒²。

分析当 $F = 4$ 牛、8牛、10牛时， A 、 B 物体所受力。

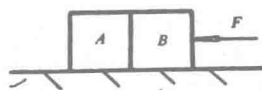


图 1-20

解: $F = 4$ 牛时:

B 物体受重力 30 牛、地面支持力 30 牛, 水平向左的外力 $F = 4$ 牛, B 与地面间的最大静摩擦力为 6 牛。可见 $F < f_{\max}$, 物体 B 保持静止不动。所以 A 、 B 之间并无相互作用, 所以 B 只受地面作用的静摩擦力 4 牛。 A 则只受 20 牛的重力与 20 牛的地面支持力。

$F = 8$ 牛时:

A 、 B 所受竖直方向上的外力不再讨论, 由于此时 $F > f_{\max}$, 若无 A 的存在, B 本应向左滑动, B 如果真的滑动, A 也必然向左滑动, 作为一个整体, A 、 B 与地面间的最大静摩擦力为 10 牛, 可见 $F < f_{\max}$, 作为整体的一部分, B 不会滑动, 但这时 A 、 B 之间有挤压发生形变, 产生压力, 所以 B 为保持静止, 除受向右的最大静摩擦力 6 牛外, 还受 A 给予的 2 牛向右的压力作用。

而 A 要受 B 给予的向左的 2 牛的压力, 这个力小于 A 的最大静摩擦力, 故 A 同时还受 2 牛向右的静摩擦力, 当 $F = 10$ 牛时的情况请同学们自己讨论。

从上述的讨论中可以看出, 物体所受的重力与弹力及摩擦力不同, 不论物体周围环境及受力情况如何, 物体受的重力总是 mg , 对弹力和摩擦力来说则不然, 物体所受弹力与摩擦力的情况与物体所受外力及物体的运动状态有关。所以一般称弹力及摩擦力为被动力, 有些同学在受力分析时产生错误的主要原因即在于此。见到要求出放在平面上的物体所受弹力就不问青红皂白地说是 mg , 放在斜面上的物体所受弹力也就统统认为是 $mg \cos \theta$, 对静摩擦力也总是爱使用公式 $f = \mu_0 N$ 计算, 这都是产生错误的根本原因之一。

在计算弹力与静摩擦力时, 一定要认真分析物体所受其他力的情况及物体运动状态, 然后根据物体平衡条件及牛顿定律加以计算, 切忌主观臆断。

(二) 物体平衡条件

一个物体在做机械运动时, 可以是平动, 也可以是转动, 当然也可以是静止。当物体处于静止状态, 或保持匀速直线运动或匀速转动时, 均称物体处在平衡状态。物体处于平衡状态需具备一定条件。

1. 在共点力作用下物体的平衡

两个共点力作用下的平衡分析如下。

如图 1-21, 悬挂在一根绳上的物体, 受两个共点力作用, 一为物体所受重力, 方向竖直向下, 一为绳对物体拉力, 方向竖直向上, 当小球处于平衡状态, 即对地球保持静止或对地球做匀速直线运动时, 这两个力大小相等, 方向相反, 作用在同一条直线上, 即这两个力是平衡力, 当然上述两个力各有反作用力。一为小球吸引地球的力, 一为小球向下拉绳的力。如果将绳换成弹簧秤, 因小球向下拉弹簧秤, 因此弹簧秤具有一定读数, 但一定注意, 弹簧

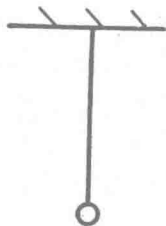


图 1-21

秤的读数, 指示的是小球拉弹簧的力 (当然与弹簧拉小球的力相等), 至于这个力的大小与小球重力大小相等, 仅当小球处于平衡时才成立。有的同学把这一相等条件, 任意推广, 从而认为只要把重物挂在弹簧秤上, 弹簧秤读数就是小球受的重力, 因而对失重与超重不能正确领会。这一点务必注意。

当物体受三个共点力时的平衡分析如下。

如图1-22, 质量为 m 的物体, 静止在倾角为 θ 的斜面上, 这时物体(将物体看作质点)受三个共点力而平衡, 这三个力分别是: 物体所受重力, 方向竖直向下; 物体所受斜面支持力, 方向垂直接触面(斜面)向上; 物体具有沿斜面下滑趋势, 因而受沿斜面向上的静摩擦力。

在处理三个共点力平衡问题时, 应灵活运用力的合成分解法则, 就本例而言, 在将物体所受重力分解时, 可分解为沿斜面向下的力 $mg \sin \theta$ 和垂直于斜面向下的力 $mg \cos \theta$, 斜面支持力与 $mg \cos \theta$ 平衡, 因此支持力的大小为 $mg \cos \theta$, 静摩擦力与 $mg \sin \theta$ 平衡, 因此静摩擦力大小为 $mg \sin \theta$ 。

如果改变斜面倾角(比如使 θ 增加)但物体仍静止在斜面上。分析物体所受三力大小变化情况, 因 $\cos \theta$ 是减函数, 当 θ 加大时, 支持力减小, $\sin \theta$ 是增函数, 因而 θ 加大时静摩擦力加大。

当倾角为 θ_0 时物体沿斜面匀速下滑, 这时物体所受各力仍是平衡力, 但摩擦力为滑动摩擦力, 所以 $f = \mu N = \mu mg \cos \theta_0$ 。滑动摩擦力应与重力沿斜面向下分量平衡, 所以 $\mu mg \cos \theta_0 = mg \sin \theta_0$, 由此可得 $\mu = \tan \theta_0$ 。可见, 当物体沿某一斜面自由匀速下滑时, 摩擦系数为斜面倾角的正切, 此即为某些题中的隐含条件。

〔例1〕图1-23中两个光滑斜面倾角相同, 两个小球也完全相同, 比较挡板与斜面对小球作用力的大小。

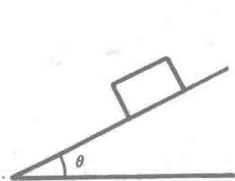
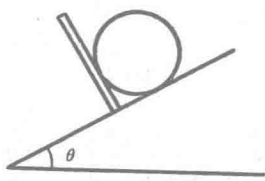
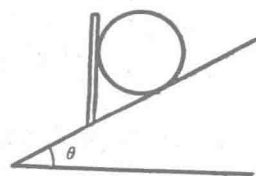


图 1-22



(1)



(2)

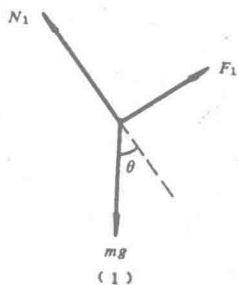
图 1-23

解: 将小球所受各力的力图画出如图1-24。

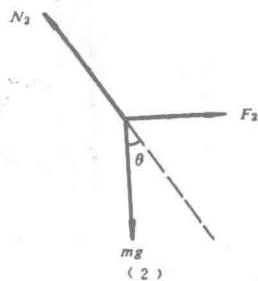
当受三个共点力而平衡时, 则三个力中的任意两个力的合力一定与第三个力等值反向, 由(1)可以看出 $N_1 = mg \cos \theta$, $F_1 = mg \sin \theta$, 由(2)

可以看出 $N_2 = \frac{mg}{\cos \theta}$, $F_2 = mg \tan \theta$,

可见, $N_2 > N_1$, $F_2 > F_1$, 至于为什么会出现这样的情况, 请读者自己分析。



(1)



(2)

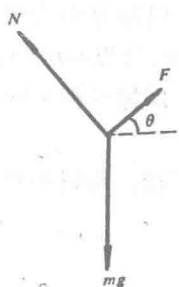
图 1-24

上题中, 如果挡板由垂直底面逐渐变为垂直斜面, 挡板及斜面对小球的力如何变化

呢？如果仍然照上述办法解决，将要画许多个三力平衡图，逐个分析，十分繁琐。解这类题，可以变化一下方法，采用三角形法，如果一个物体受三个力而平衡，那么，按力的合成的三角形法则，代表物体所受的三个力的线段如果首尾相接一定组成一个封闭三角形，上题的图（1）中的受力图可以改画如图1-25。

当挡板角度变化时，重力方向及大小均不改变，且支持力的方向也不改变，但 F 的方向要发生变化（始终与挡板垂直）

如将图1-24中的两个图画在一起（按三角形法则画出）就不难看出，当挡板由垂直底面变成垂直斜面时，挡板的作用力如图1-26所示由 F_2 变为 F_1 ，图中虚线为正改变为某个角度时的情况，从图中可以看出，这一过程中，挡板的作用力是逐渐减小的，与此同时，斜面支持力也是逐渐减小，由图中还不难看出，当挡板与斜面的夹角大于 90° 时，挡板作用力又从 F_1 开始逐渐加大，但斜面支持力却一直减小，这就是采用三角形法所显示的优越性，从三角形法可以清楚看出各力变化的趋势。



改画成



图 1-25

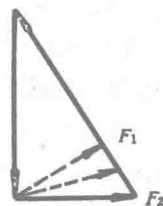


图 1-26

又如图1-27，墙面光滑，求墙及细绳对小球的作用力。

当细绳逐渐加长时，分析墙及绳对小球的作用力如何变化。请读者练习运用三角形法加以分析。

〔例4〕 如图1-28，求两根细绳对小球的作用力。



图 1-27

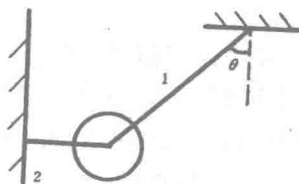


图 1-28

解：小球（视作质点）受三个共点力而平衡，一为小球受重力，另外两个是绳对小球拉力，受力图如图1-29。

由图可见 $T_1 = \frac{mg}{\cos \theta}$, $T_2 = mg \tan \theta$ ，当把水平细绳剪断时，绳 1 对小球拉力多大？

在剪断水平绳时, T_2 消失, 剪断的瞬间, 小球尽管速度为零, 但这时小球并不再是平衡状态, 这时小球只受 mg 与 T_1 作用, 为求 T_1 的大小, 显然应将 mg 分解, 此时应将 mg 向什么方向分解, 成为解本题的关键, 水平绳剪断后, 小球应由此开始做圆周运动, 小球的速度大小及方向都要发生变化, 这时小球在合力作用下, 既有改变速度方向的加速度, 又应有改变速度数值的加速度, 由这点考虑, 重力分解应按图1-30所示方法。

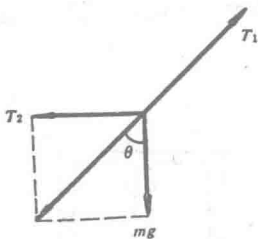


图 1-29

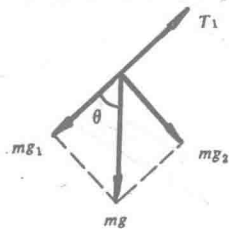


图 1-30

图中 T_1 与 mg_1 的合力产生的加速度改变速度方向, 即 $T_1 - mg_1 = m \frac{v^2}{R}$, 由于该状态的即时速度为零, 所以 $T_1 - mg_1 = 0$, $T_1 = mg_1 = mg \cos \theta$, mg_2 产生的加速度将改变速度的数值。

在水平绳未剪断之前, 绳 1 对小球的拉力为 $mg / \cos \theta$, 剪断时为 $mg \cos \theta$, 所以绳对小球的拉力发生了突变。假如将绳 1 改换成弹簧, 当水平绳剪断时, 弹簧的形变来不及变化, 这时弹簧对小球拉力将仍保持原数值 $mg / \cos \theta$ 。

〔例3〕当物体沿静止的斜劈匀速下滑时, 分析斜劈是否受水平地面的摩擦力 (见图1-31)。

解: 当物体匀速下滑时, 所受三个力 (重力、支持力、滑动摩擦力) 平衡, 三个力分别为 $G = mg$, $N = mg \cos \theta$, $f = \mu N = \mu mg \cos \theta = mg \sin \theta$ 。斜劈受物体的反作用力为物体对斜劈压力 $mg \cos \theta$, 物体对斜劈的滑动摩擦力 $mg \sin \theta$, 方向如图1-32所示, 按一般解题思路, 需将 N' 与 f' 分解为水平、竖直分力, 以比较 f' 、 N' 水平分力的大小, 再决定斜劈的运动趋势。本题如采用合成方法答案更为简单、明确, 对物体来说, f 及 N 两个力的合力与物体重力等值反向, 由此可知 f' 及 N' 这两个力的合力为竖直向下, 其大小为物体重力, 因此斜劈没有运动趋势, 斜劈不受地面的摩擦力作用。

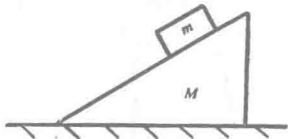


图 1-31

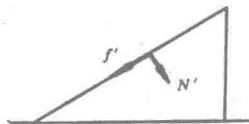


图 1-32

〔例4〕如图1-33, 放在粗糙斜面上的物体, 在沿斜面向上的力 F 作用下保持静止, 分析物体所受各力大小。

解: 物体受重力 mg , 斜面的支持力 $mg \cos \theta$, 至于物体所受的摩擦力, 问题比较复杂,