

北京市重点中学高考复习丛书

高考物理复习精粹与练习

廖启衡 主编

由于子弹射入 A 的时间不计过程弹簧没有发生形变,没有弹性量守恒 $mv_0 = (M+m)v_1$ $v_1 = \frac{m}{M+m}v_0$ 的内能就是整个过程系统机械能损失 $Q = \frac{1}{2}(M+m)v_1^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_1^2$ 误。

把子弹停在 A 内开始到弹簧原长又到原长的过程,这个过程

$$(M+m)v'_A + Mv'_B = \frac{1}{2}(M+m)v_1^2$$

$v_1 = mv_0 / (M+m)$ 解方程得

$$v_A = \frac{m^2}{(2M+m)(M+m)}v_0 \quad v_B = \frac{2mM}{(2M+m)(M+m)}v_0$$

6. 由机械能守恒得出 A 答案 比较三个球所受冲量,只须比较变化的矢量图,如图答十一—9 所

2. 物体在第一段: $S/2 = \frac{1}{2}a \cdot \Delta t_1^2$

物体在 t 秒内运动: $S = \frac{1}{2}at^2$ $t = \sqrt{\frac{2S}{a}}$

通过第二段的时间: $\Delta t_2 = t - \Delta t_1$

$$\Delta t_2 = \sqrt{\frac{2S}{a}} - \sqrt{\frac{S}{a}} = (\sqrt{2} - 1)\sqrt{\frac{S}{a}}$$

3. 根据动量定理: $(F - f) \Delta t = \frac{F - \mu mg}{m} t$

当物体的质量 m 减为原来的 $1/2$,速度不能等于 $2v$ 。由式中可 不能增加到 $2v$ 。只有采用 C、D 答

5. 子弹打入 A ,弹簧被压缩, 压缩;若 $v_A < v_B$ 时,弹簧开始伸长 被压缩得最短,这时产生弹性势能 根据动量守恒定律 $mv_0 = (M+m)v$

中国人事出版社

●北京市重点中学高考复习丛书●

高考复习精粹与练习

物 理



CS104006

主编：廖启衡

作者：张恩海 刘晓鹤 凌瑞骅

李唯一 储惠琬

重庆师范大学图书馆

中国人事出版社

(京)新登字 099 号

图书在版编目(CIP)数据

高考物理复习精粹与练习/廖启衡主编. —北京:中国人事出版社,1996.5

(北京市重点中学高考复习丛书)

ISBN 7-80076-799-X

I. 高… II. 廖… III. 物理课—高中—升学参考资料 IV. G634.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 20685 号

中国人事出版社出版

(100028 北京朝阳区西坝河南里 17 号楼)

新华书店经销

北京纳普电脑印务发展有限责任公司排版

河北省徐水县印刷厂印刷

*

1996 年 5 月 第 1 版 1996 年 5 月第 1 次印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:14

字数:220 千字 印数:1—10000 册

定价:14 元

28785

目 录

第一章、力、物体的平衡	(1)
一、重点辅导及例题	(1)
二、自我检测题	(10)
第二章、直线运动	(16)
一、重点辅导及例题	(16)
二、自我检测题	(23)
第三章、牛顿运动定律	(28)
一、重点辅导及例题	(28)
二、自我检测题	(36)
第四章、曲线运动、万有引力	(41)
一、重点辅导及例题	(41)
二、自我检测题	(52)
第五章、功和能	(58)
一、重点辅导及例题	(58)
二、自我检测题	(68)
第六章、动量	(74)
一、重点辅导及例题	(74)
二、自我检测题	(83)
第七章、机械振动和机械波	(88)
一、重点辅导及例题	(88)
二、自我检测题	(93)
第八章、分子运动论、热和功、气体的性质	(99)
一、重点辅导及例题	(99)
二、自我检测题	(106)
第九章、静电场	(113)
一、重点辅导及例题	(113)
二、自我检测题	(123)
第十章、稳恒电流	(129)
一、重点辅导及例题	(129)
二、自我检测题	(137)
第十一章、磁场	(143)
一、重点辅导及例题	(143)
二、自我检测题	(151)
第十二章、电磁感应	(157)

一、重点辅导及例题	(157)
二、自我检测题	(166)
第十三章、交流电 电磁振荡 电磁波	(174)
一、重点辅导及例题	(174)
二、自我检测题	(178)
第十四章 几何光学.....	(182)
一、重点辅导及例题	(182)
二、自我检测题	(191)
第十五章、光的本性、原子和原子核.....	(196)
一、重点辅导及例题	(196)
二、自我检测题	(201)
(157) .....	.....
(158) .....	.....
(159) .....	.....
(160) .....	.....
(161) .....	.....
(162) .....	.....
(163) .....	.....
(164) .....	.....
(165) .....	.....
(166) .....	.....
(167) .....	.....
(168) .....	.....
(169) .....	.....
(170) .....	.....
(171) .....	.....
(172) .....	.....
(173) .....	.....
(174) .....	.....
(175) .....	.....
(176) .....	.....
(177) .....	.....
(178) .....	.....
(179) .....	.....
(180) .....	.....
(181) .....	.....
(182) .....	.....
(183) .....	.....
(184) .....	.....
(185) .....	.....
(186) .....	.....
(187) .....	.....
(188) .....	.....
(189) .....	.....
(190) .....	.....
(191) .....	.....
(192) .....	.....
(193) .....	.....
(194) .....	.....
(195) .....	.....
(196) .....	.....
(197) .....	.....
(198) .....	.....
(199) .....	.....
(200) .....	.....
(201) .....	.....

第一章 力、物体的平衡

一、重点辅导及例题

(一)、力的分类

按力的宏观产生原因分，可分为：万有引力（重力）、弹力、摩擦力、电磁力等。这些力都有明确的施力物体，是真实存在的，是按其性质命名的，因此也叫性质力。这些力是未被合成和分解的原始力。我们在进行受力分析时，就要依次地考虑这些性质力。

按力的作用效果分，可分为：压力、支持力、拉力、张力、下滑力、恢复力、向心力、冲力、动力、阻力等。这些力是上面所说的性质力根据其在一定情景下的作用效果来命名的。与性质力相比，它不是一种新的力，而是性质力在一特定的环境中的另一种称呼。它可以是某一个性质力单独提供，也可以是某一个性质力的分力或是几个性质力的合力。因此，它可能无法确定施力物体，也可能不是客观存在的真实力。所以在分析受力时，不要考虑这些效果力，不然就将和性质力重复。

按力的研究对象分，可分为：内力和外力。研究物体的受力情况时，只讨论外力，不讨论内力，因为内力不影响物体的运动状态。

按力与力的关系分，可分为：共点力、平行力；平衡力、相互作用力等。

有时还把不受运动状态或其它力影响的力称为主动力，反之，称为被动力。主动力很容易根据定义找到，而被动力则往往需要根据其它力的作用或根据物体的运动状态才能确定。

(二)、力的效果

力作用在物体上，其作用效果有两个：物体发生形状变化和物体的运动状态发生变化。

物体受的平衡力与它的形变对应。如弹性系数为 K 的弹簧，在每个力大小都为 F 的一对平衡力作用下发生弹性形变，弹簧的读数为 F （不是 $2F$ ，也不是 0 ），弹簧的形变大小 $x = \frac{F}{K}$ 。

物体受的非平衡力的合力与它运动状态的变化相对应，即牛顿第二定律： $\Sigma F = ma$ 。

(三)、三种力的比较

1、重力

产生原因：由于地球对物体的吸引。

大小： $G = mg$

在地球上随地球的自转一起运动的物体，需要一个垂直指向地轴的向心力，这个向心力是由地球对物体的引力的一个分力来提供，另一个分力就是重力。所以，在地球上的物体，重力并不完全是地球对物体的引力。 g 值在地球的不同地方有所不同，但相差不大，通常我们取 $g = 9.8$ 米/秒²。

在围绕地球转动的卫星，其重力就是地球对它的引力，引力充当向心力。 $g = \frac{GM}{r^2}$ ，



g 随卫星距地心距离 r 的平方反比而变化。 r 可以变化很大，因此就不能把重力看作是常量了。

方向：竖直向下（地球上的物体）或指向地心（地球外的物体）。

注意实重和示重的区别。实重就是重力，示重（或视重）是物体对悬绳的拉力或对水平面的压力，是我们测量重力时所能测到的力。只有当物体静止或匀速直线运动时，物体的示重才等于实重。所谓的超重和失重，并不是物体的重力增大或减小，物体仍受重力，大小仍为 mg ，只是示重发生了变化：超重是示重大于实重，失重是示重小于实重或示重为 0（完全失重）。

2. 弹力

产生条件：

① 物体间相互接触。

② 接触处有由于接触而产生的形变。

弹力总是出现在两个物体的接触处，有几个接触就可能有几个弹力、弹力的数目不会超过接触处的数目。接触处是否真有弹力，还要看接触处物体间是否有相互作用，有相互作用才产生形变，有形变才有弹力。如何判断是否有相互作用呢？可采取如下的办法：一种办法是，假设与之接触的物体不存在，看其状态是否发生变化（包括形变状态和运动状态），状态不变的，说明与之接触的物体对它没有力的作用。另一种办法是，假设弹力存在，看其运动状态是否与已知相符。

大小：弹力的大小与接触物间形变的大小有关。一般物体的形变很难确定，因此，只能通过物体受的其它力和物体的运动状态来确定。对于弹性体，如在弹性限度内的弹簧，可通过胡克定律 $F=K \cdot \Delta x$ 来计算。

方向：相互接触的物体间的弹力总是垂直于物体的接触面。

例 1：如图 1-1 所示，物体 A、B 叠放在一起自由下落。

A、B 间是否有弹力？

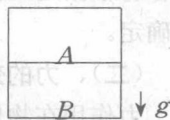
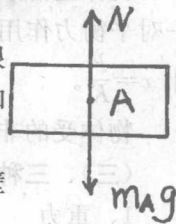


图 1-1

解：第一种方法，假设 A 不存在，B 只受重力，做自由落体运动，与两物体叠放在一起一同做自由落体运动状态完全相同。因此 A、B 间不存在弹力。

第二种方法，假设 A、B 间有弹力。A、B 的受力情况如图 1-2。根据牛顿第二定律可知，A 的加速度小于 g ，B 的加速度大于 g 。这与已知的运动状态不符。因此 A、B 间不存在弹力。



例 2：如图 1-3，均匀杆 AB 如图所示的放在内壁光滑的半圆形容容器内。讨论 AB 杆所受的弹力。

解：AB 杆与容器有两个接触。且两处都有相互作用。因此有两个弹力。杆 A 端与容器内壁是点与曲面的接触。其弹力方向垂直于过接触点的曲面的切线，即在过接触点的曲率半径上。杆与容器边缘接触的点 B 是点与面的接触，其弹力方向垂直于这个平面。

对于绳，弹力的方向总是沿绳的伸长方向。

对于相互连接的两个物体，连接处的弹力，情况比较复杂。一般先确定其它的力，再

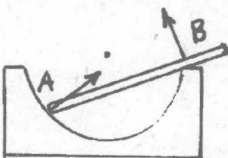


图 1-3

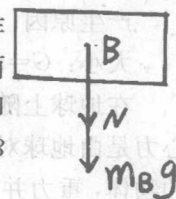


图 1-2

根据平衡条件或运动状态来确定。较为常见的是对于二力杆件的讨论，所谓二力杆件，就是不计重力只受两个力的轻杆。二力杆件的弹力方向总是沿着杆的伸长或压缩的方向。

3. 摩擦力

产生条件：

- ① 物体接触面间存在弹力，
- ② 接触面粗糙，
- ③ 接触面间存在相对运动或相对运动的趋势。前者产生滑动摩擦力，后者产生静摩擦力。

大小：当接触面间的滑动摩擦系数和正压力一定时，滑动摩擦力为一个定值，由公式 $f = \mu N$ 给出。也可根据力学方程来求解。而静摩擦力则有一个取值范围： $0 \sim f_{\max}$ ， f_{\max} 为最大静摩擦力，为一定值，一般来说 f_{\max} 略大于 f ，通常情况下认为两者相等。静摩擦力到底取何值，要由物体的受力情况和力学方程解得。

方向：沿接触面的切向，与物体间的相对运动或相对运动趋势方向相反。

(四)、理想化模型

在力学阶段，有许多成功的理想化模型。如：质点、刚体、不可伸长的轻软绳、轻弹簧、光滑面……。

例3，如图1-4，质量为 $\sqrt{3}$ 千克的小球在细绳 AB, BC 的作用下处于静止状态，AB 与铅垂线成 30° ，BC 水平，求 BC 被剪断瞬间，小球的加速度大小和方向。

分析：小球平衡时，受力情况如图1-5。绳 BC 对小球的拉力 $T_2 = mgtg30^\circ = 10$ (牛顿)，绳 AB 对小球的拉力 T_1 和小球重力的合力与 T_2 等大反向。

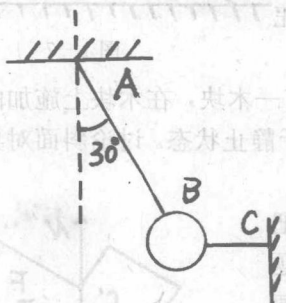


图1-4



图1-5

有的同学认为，小球被剪断的瞬间， T_2 消失， T_1 与 mg 不变，它们的合力仍为水平向左的 10 牛顿，因此，此时小球的加速度 $a = \frac{F}{m} = \frac{10\sqrt{3}}{3}$ (米/秒²)，方向水平向左。

这一结论是错误的。错误的原因在于没有搞清楚我们所谓的细绳是个什么样的物理模型。真实的绳在外力作用下一定要伸长，绳的伸长决定了它的张力，在恢复形变的过程中，张力随之变化，张力的变化需要一个时间过程。真实的绳又都是有重力的，绳上的张力处处不等。可见，真实的绳是个非常复杂的问题。

为了便于研究问题，必须把绳简化，我们把绳理想化为：不可伸长的轻质软绳。不可伸长，忽略了伸长形变，但张力不忽略。伸长忽略了，张力的变化也就不需要时间了。

因此，绳上张力的变化可以突变。轻质，忽略重力，使绳上的张力处处相等。软，认为绳是无限柔软的，只能提供沿绳方向的拉力，不能提供其它方向的力。理想化使问题简化，我们才得以研究。

此题的答案为：



BC 被剪断，AB 的拉力 T_1 发生突变。小球的运动将是圆周运动的一部分。受力图如图 1-6。

法向（半径方向）：根据圆周运动公式， $F_{向} = m \frac{v^2}{r}$ ，BC 被剪断瞬间，小球的速度 $v=0$ ，因此， $T_1 - mg \cos 30^\circ = 0$

$$T_1 = mg \cos 30^\circ = 15 \text{ (牛顿)}$$

$$\text{切向：} F = mg \sin 30^\circ = 5\sqrt{3} \text{ (牛顿)}$$

加速度为切向方向、大小为：

$$a = \frac{F}{m} = 5 \text{ (米/秒}^2\text{)}$$

图 1-6

这是一类问题，当平衡被破坏时，绳上的张力或接触面的弹力要发生突变。

如果此题中的 AB 绳改换成轻质弹簧，题解就要发生变化。弹簧的形变不能忽略，剪断 BC 绳的瞬间，弹簧来不及恢复，弹力不变，弹力和重力的合力仍为向左的 10 牛顿，其瞬间加速度也为水平向左。

(五)、分析受力的几种方法

1. 结合题目正确选择研究对象。

隔离物体受力分析，并不是说把题目中涉及到的所有物体都要隔离开来进行分析，而是要根据题目所求正确选择研究对象。

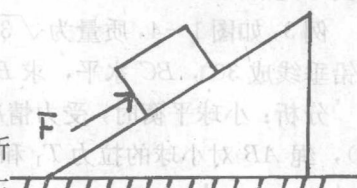


图 1-7

例 4，如图 1-7 所示，位于水平桌面上的斜面上有一木块，在木块上施加的一个沿斜面向上的力 F ， F 从 0 逐渐增大，木块和斜面始终处于静止状态。讨论斜面对桌面的压力和摩擦力如何变化。

分析：题目关心的是斜面和桌面间的力，如果我们把木块和斜面都分别隔离开进行受力分析，将增加一些题目不要求解的未知力，使解出正确结果增加难度。简便的做法是整体法进行受力分析。如图 1-8，木块和斜面作为一个整体，它们之间的相互作用变为内力，不影响这一整体对外界作用。这样选择研究对象使问题大大简化。画出它的受力图，很容易得出结果：当 $F=0$ 时，斜面对桌面的摩擦力 f （图中 f' 的反作用力）也为 0，斜面对桌面的压力 N （图中 N' 的反作用力） $N = (M+m)g$ （斜面和木块重力之和）。当 F 逐渐增大时， f 也逐渐增大， N 逐渐减小。

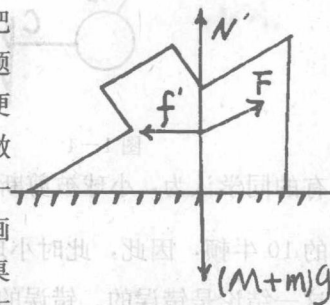


图 1-8

2. 分析受力先易后难。

遇到难以确定的力不妨先放一放，容易的力都明确了，难力也就不难了。我们分析受力的时候，一般要求按重力、弹力、摩擦力的顺序进行，就是遵循的先易后难的原则。

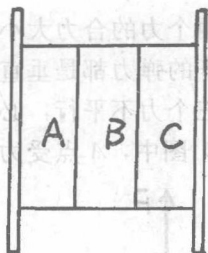


图 1-9

例 5, 如图 1-9, 双手对木板施加力, 夹住三块完全相同的砖 A、B、C。砖和木块都处于静止状态, 分析三块砖所受的力。

分析: 将砖 A、B、C 隔离开, 分析受力。先分析 A, A 受重力 mg , 竖直向下; 左木板给的压力 $N_{\text{木}}$, 水平向右; B 给的压力 N_B , 水平向左。这些力都很容易找到, A 所受的摩擦力是什么方向, 谁给的, 多大? 恐怕就不是马上能说出来的了。一时不好确定, 不妨先放一放, 分析 B 的受力。B 受重力 mg , A、C 分别给的压力, 摩擦力仍是个难点。再放一放, 分析 C, C 的摩擦力还是不好确定。回过头来再进行分析, 根据对称性, 位于中间位置的 B 的摩擦力只有两种可能: 要么不受 A、C 的摩擦, 要么同时受 A、C 同样大小, 同样方向的摩擦。根据平衡条件, B 受的摩擦只能是后者, 即 A 和 C 同时给 B 大小为 $\frac{1}{2}mg$, 方向向上的摩擦力。则 B 分别给 A、C 大小为 $\frac{1}{2}mg$, 方向向下的摩擦力。A、C 还分别受左右两木板给的大小为 $\frac{3}{2}mg$, 方向向上的摩擦力。至此, 所有的力就都非常清楚了。如图 1-10。

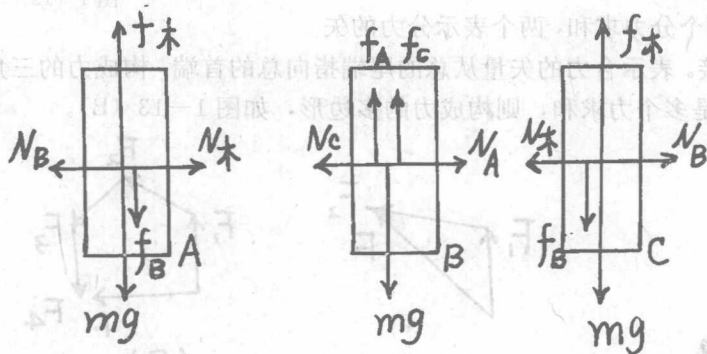


图 1-10

3、用假设法来确定一些力的方向。

有些力的方向一时难以确定, 用假设法往往可以迎刃而解。前面在分析二力杆受力时曾用到假设法, 把杆假设成轻软绳, 以判断二力杆受的是拉力还是压力。在判断静摩擦力的方向时, 也要用到假设法, 假设接触面光滑。接触面一旦光滑, 判断出物体间的相对运动。那么, 此时不光滑的接触面间的相对运动趋势也就确定了, 从而确定摩擦力的方向。

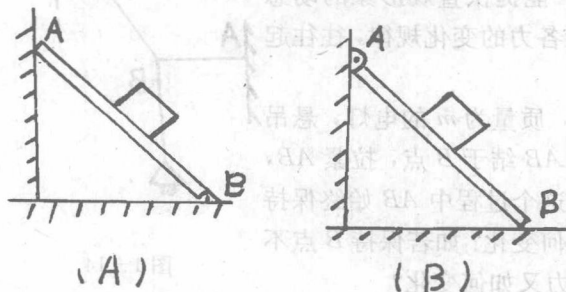


图 1-11

4、物体受三个力的作用而平衡, 这三个力不平行, 必共点。

例 6, 如图 1-11, 轻杆 AB、(A) 图, A 端靠在光滑的竖直墙上, B 端与地面绞接; (B) 图, A 端与墙绞接, B 端放在光滑的水平地面上。质量为 m 的重物静止在杆上。分析杆的受力。

分析: 以杆为研究对象, 重物静止

在杆上，重物给杆压力（垂直斜杆向下）和摩擦力（平行斜杆向下），两个力的合力大小等于重物的重力 mg ，方向竖直向下。两图中，光滑墙面和光滑地面给杆的弹力都是垂直于接触面的。杆在绞接处受力什么方向呢？由于杆受的是平衡力，这三个力不平行，必共点。所以，(A) 图中，B 点受力指向 mg 与 N 延长线的交点，而 (B) 图中，A 点受力沿墙面竖直向上，与其它两力平行，如图 1-12。

分析受力的常用方法还有许多，这需要同学们进一步总结和探索。

(六)、矢量的三角形法则

矢量问题是高中物理中的重点之一，也是难点。矢量的运算遵循平行四边形法则。平行四边形的对角线把平行四边形分成两个全等的三角形。因此，也可以用矢量三角形代替平行四边形，这样做往往更方便。力是矢量，力的三角形有两种典型的情况：

第一种，两个分力求和，两个表示分力的矢量首尾依次相接。表示合力的矢量从总的尾端指向总的首端，构成力的三角形。如图 1-13 (A)。如果是多个力求和，则构成力的多边形，如图 1-13 (B)。

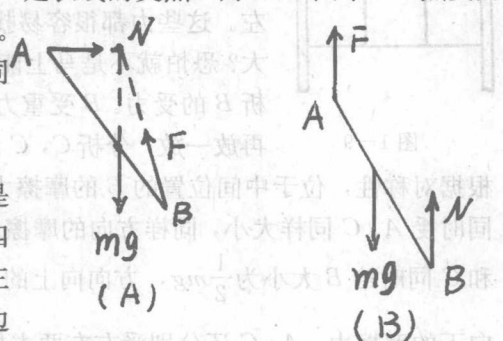


图 1-12

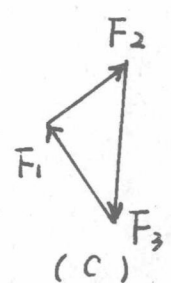
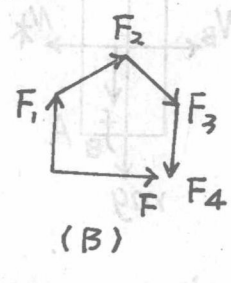
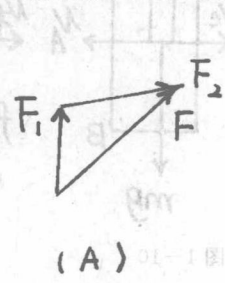
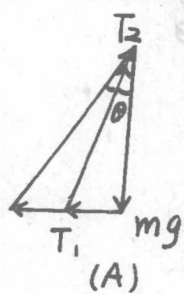
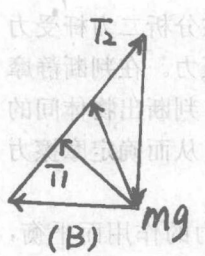


图 1-13



第二种，物体受三个共点力作用平衡时，合力为零，表示力的三个矢量首尾依次相接，构成闭合三角形。如图 1-13 (C)。这种闭合三角形在我们解三力共点平衡时，能提供直观形象的动态图象，迅速准确地判断各力的变化规律，往往起到事半功倍的效果。

图 1-15

例 7，如图 1-14，质量为 m 的电灯，悬挂在天花板上一点 O ，为改变照明，用细线 AB 结于 B 点，拉紧 AB ，使电线与竖直方向夹角增大至 θ ，假设在这个过程中 AB 始终保持水平方向不变，那么 AB ， OB 上的张力如何变化？如若保持 B 点不动，向上移动 A 点，则 AB ， OB 上的张力又如何变化？

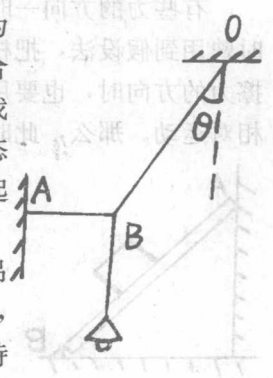


图 1-14

分析：研究结点 B ，受三个力而平衡，画出力的闭合三角形，如图 1-15 (A)，三个力中，始终保持不变的是： mg 的大小和方向及绳 AB 拉力 T_1 的方向。由矢量图可知，

随着 OB 拉力 T_2 与竖直方向夹角 θ 的不断增大, T_1 、 T_2 都随之增大。

第二个过程中, 除 mg 的大小、方向为不变量外, θ 角也为不变量, A 点上移, T_1 先变小, 后变大, 当 AB 与 OB 垂直时, 有最小的力。而 T_2 始终在减小, 图 1-15 (B) 所示。

(七)、正交分解法

正交分解法是矢量问题标量化处理的一种手段, 把矢量间既有大小又有方向的关系转化为代数方程, 用代数方程解矢量问题。物体受较多的力作用时, 用正交分解法要比用矢量三角形法更具优越性。正交分解法同三角形法则一样, 是同学们必须掌握的解力学问题的重要方法。关于它的应用在下面的例题中会看到。

(八)、两种平衡问题

(1) 共点力的平衡

物体在共点力作用下的平衡, 是指受力物体可做为质点, 或虽不能看做质点, 但其受力延长线都交于一点的, 处于静止或匀速直线运动的物体。

平衡时, 满足合力为零的条件, 即

$$\sum F = 0$$

这是个矢量方程, 可用矢量三角形来解, 也可用正交分解法, 由分量式求解:

$$\sum F_x = 0, \sum F_y = 0$$

例 8, 如图 1-16, 质量为 m 的光滑球放在斜面上被挡板挡住, 斜面倾角为 α , 挡板与斜面的夹角为 β 。

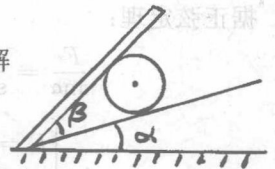


图 1-16

讨论挡板对球的压力 F 和斜面对球的支持力 N 。

解法 1、(正交分解法)

分析球受力: mg , N , F 。建坐标系 Oxy

找到各力与坐标轴夹角关系: N 与 y 轴夹角 α , F 与 y 轴夹角 $(\alpha + \beta)$ 。

$$\text{正交分解: } \begin{cases} N \\ F \end{cases} \begin{cases} N_x = N \cdot \sin \alpha \\ N_y = N \cdot \cos \alpha \\ F_x = F \cdot \sin (\alpha + \beta) \\ F_y = F \cdot \cos (\alpha + \beta) \end{cases}$$

\therefore 平衡

$$\therefore \sum F = 0 \begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

$$\text{即: } \begin{cases} F \cdot \sin (\alpha + \beta) = N \sin \alpha \\ N \cdot \cos \alpha = F \cdot \cos (\alpha + \beta) + mg \end{cases}$$

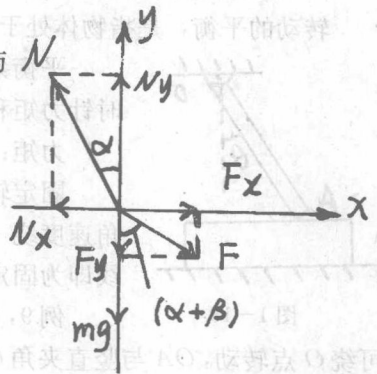


图 1-17 (a)

$$\text{解得: } \begin{cases} F = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} mg \\ N = \frac{\sin (\alpha + \beta)}{\sin \beta} mg \end{cases}$$

讨论: α 、 β 取不同值时, F , N 随之变化。我们取几个典型的值。

当 $\alpha = \beta$ 时, $F = mg$

$$N = 2mg \cos \alpha$$

当 $\alpha + \beta = 90^\circ$ 时, (挡板竖直)

$$F = mg \cdot \tan \alpha$$

$$N = mg / \cos \alpha$$

当 $\beta = 90^\circ$ 时, (挡板与斜面垂直)

$$F = mg \cdot \sin \alpha$$

$$N = mg \cdot \cos \alpha$$

当 $\alpha + \beta = 180^\circ$ 时, (挡板水平)

$$F = mg$$

$$N = 0$$

解法 2: (力的三角形法) 球受力 mg , N , F

\therefore 平衡

\therefore 三力组成闭合三角形, 如图 1-17 (b), 并找出它们之间的角度关系。

据正弦定理:

$$\frac{F}{\sin \alpha} = \frac{mg}{\sin \beta} = \frac{N}{\sin [180^\circ - (\alpha + \beta)]}$$

$$\therefore \begin{cases} F = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} mg \\ N = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \beta} mg \end{cases}$$

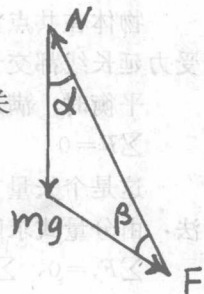


图 1-17 (b)

从力的三角形讨论 F 、 N 的变化更是显而易见, 留给同学们自己进行。

(2) 有固定转动轴的平衡

转动的平衡, 是指物体处于静止或匀速转动状态。

平衡条件: 合力矩为零: $\sum M = 0$ 。或者说逆时针力矩和等于顺时针力矩和: $\sum M_+ = \sum M_-$ 。

力矩: 力乘力臂。

固定转动轴: 物体上各点能以相同的角速度绕一固定直线做圆周运动, 这一直线即为固定转动轴。

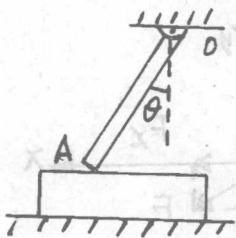


图 1-18

例 9, 如图 1-18, 质量为 M 的棒 OA 可绕 O 点转动, OA 与竖直夹角 θ , 棒与木块间的摩擦系数为 μ , 木块放在光滑的水平地面上。

求: ① 用力 $F = ?$ 时, 才能把木块从左端抽出?

② 若从右边抽出, $F' = ?$

分析: ① 分别分析棒 OA 及木块的受力, 图 1-19, O 为转动轴, 轴上的力可不考虑。能抽出的最小力 $F = f$, OA 棒为转动平衡, $\sum M = 0$

$$N \sin \theta + f \cos \theta = mg \cdot \frac{l}{2} \sin \theta$$

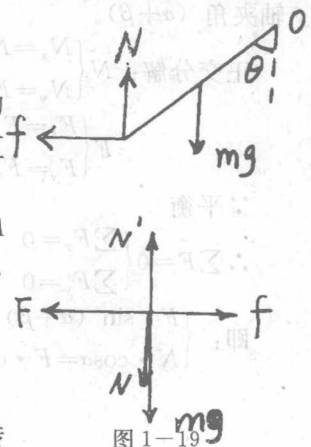


图 1-19

$$f = \mu N$$

$$\therefore F = \frac{\mu mg}{2(1 + \mu \cdot \text{ctg}\theta)}$$

当 $\theta \uparrow \rightarrow \text{ctg}\theta \downarrow \rightarrow F \uparrow$

$$\theta \rightarrow 90^\circ, F \rightarrow \frac{1}{2} \mu mg$$

② 从右边抽出

$$F' = f$$

$$N \sin\theta = f \cos\theta + mg \cdot \frac{l}{2} \sin\theta$$

$$f = \mu N$$

$$\therefore F' = \frac{\mu mg}{2(1 - \mu \text{ctg}\theta)}$$

当 $\theta \uparrow \rightarrow F' \downarrow$

$$\theta \rightarrow 90^\circ \text{ 时, } F' = \frac{1}{2} \mu mg$$

当 $\theta \downarrow \rightarrow F' \uparrow$

$\mu \cdot \text{ctg}\theta \rightarrow 1$ 时, $F' \rightarrow \infty$, 用多大的力也不能从右边拉出, 能

拉出的条件: $\theta > \text{tg}^{-1} \mu$.

例 10, 如图 1-21 所示, AB、BD 均为轻杆, A、B、C 三点均铰接。AB 水平, BD 与水平成 60° , C 为 BD 中点。质量为 m 的小物体能静止在 BD 上。求下列三种情况, 杆 AB 受力的大小和方向。

(1) m 置于 BC 中点; (2) m 置于 C 点; (3) m 置于 CD 中点。

分析和解:

(1) BD 为研究对象, 其受力如图 1-22 (a), F 为 m 对 BD 压力和摩擦力的合力, $F = mg$, N_1 为 AB 对杆的支持力, N_2 为 C 轴对 BD 的支持力, 三力共点于 O。

正交分解法, 建坐标系如图 1-22 (b)。

\therefore 平衡 $\therefore \sum F = 0$

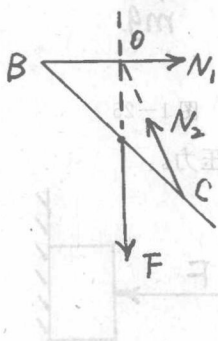


图 1-22 (a)

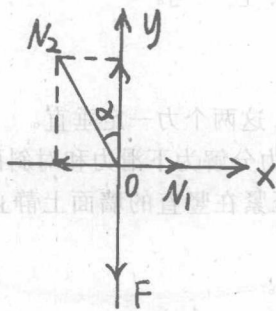


图 1-22 (b)

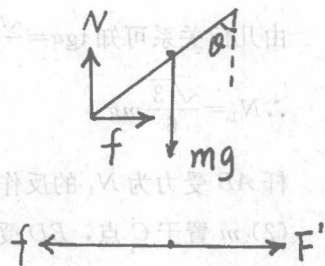


图 1-20

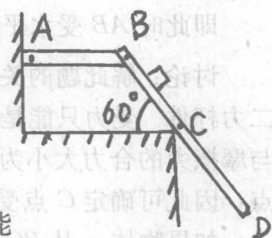


图 1-21

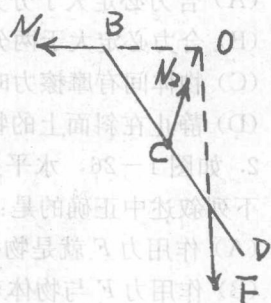


图 1-23

图 1-24

$$\begin{cases} N_1 = N_2 \sin\alpha \\ N_2 \cos\alpha = mg \end{cases}$$

由几何关系可知 $\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sqrt{3}}{6}$

$$\therefore N_1 = \frac{\sqrt{3}}{6} mg$$

杆 AB 受力为 N_1 的反作用力，方向水平向左，大小为 $\frac{\sqrt{3}}{6} mg$ 的压力。

(2) m 置于 C 点， BD 受力 F ， N_2 ，如图 1-23，两力平衡，杆 AB 受力为 O 。

(3) m 置于 CD 中点， BD 受力如图 1-24，同样可解得， $N_1 = \frac{\sqrt{3}}{6} mg$ 但方向与 (1) 相反。

即此时 AB 受水平向右的大小为 $\frac{\sqrt{3}}{6} mg$ 的拉力。

讨论：解此题的关键在于分析各力的方向。 AB 为轻杆，只在 A 、 B 端受力，因此是二力杆件。受力只能是水平方向的拉力或压力。小物体 m 静止在杆上，其对斜杆的压力与摩擦力的合力大小为 mg ，方向竖直向下。 BD 平衡，受三个力，这三个力不平行即共点，因此可确定 C 点受力。根据平衡条件 $\sum F = 0$ ，还可确定 B 点受力方向。

如果物体 m 从 BC 中点匀速滑至 CD 中点，用力的三角形法能更清晰表明 N_1 、 N_2 的变化，如图 1-25 所示， mg 、 N_1 、 N_2 组成闭合三角形， mg 的大小、方向和 N_1 的水平取向不变，当 m 下滑使 α 逐渐减小时 N_1 、 N_2 都逐渐减小， $\alpha = 0$ 时， $N_1 = 0$ 、 $N_2 = mg$ 。 m 过 C 点继续下滑， α' 逐渐增大， N_1 反向，逐渐增大， N_2 逐渐增大，三个力组成首尾依次相接的闭合三角形。

此题用有固定转动轴的平衡问题来解也很方便，同学们不妨一试。

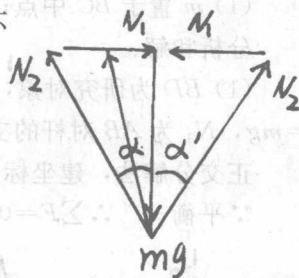


图 1-25

二、自我检测题

(一)、单选题

- 对力的叙述，下列说法中正确的是：[]。
 - 合力必定大于分力。
 - 合力必定大于两分力之差。
 - 物体间有摩擦力时，必定有弹力，这两个力一定垂直。
 - 静止在斜面上的物体，可以把重力分解为下滑力和对斜面的压力。
- 如图 1-26，水平外力 F 把一物压紧在竖直的墙面上静止不动，下列叙述中正确的是：[]。
 - 作用力 F 就是物体对墙面的压力。
 - 作用力 F 与物体对墙面的压力是一对平衡力。
 - 作用力 F 越大，墙面对物体的静摩擦力越大。
 - 物体的重力跟物体对墙面的静摩擦力大小相等，方向相同。
- 一木块放在水平桌面上，在水平方向共受到三个力作用： $F_1 = 10$ 牛，方向向右， $F_2 = 2$ 牛，方向向左，还有摩擦力，木块处于静止

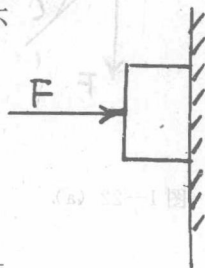


图 1-26

状态。若撤去 F_1 ，则木块在水平方向上受到的合力为 []。

- (A) 10 牛，方向向左。 (B) 6 牛，方向向右。
(C) 2 牛，方向向左。 (D) 零

4. 两个物体 A 和 B，质量分别为 M 和 m ，用跨过定滑轮的轻绳相连，A 静止于水平地面上，如图 1-27 所示，不计摩擦，A 对绳的作用力的大小与地面对 A 的作用力的大小分别为 []。

- (A) mg , $(M-m)g$ (B) mg , Mg
(C) $(M-m)g$, Mg (D) $(M+m)g$, $(M-m)g$

5. 用轻质细线把两个质量未知的小球悬挂起来，如图 1-28 所示，今对小球 a 施加一个向左偏下 30° 的恒力，并对小球 b 施加一个向右偏上 30° 的同样大小的恒力，最后达到平衡，表示平衡状态的图可能是：[]。

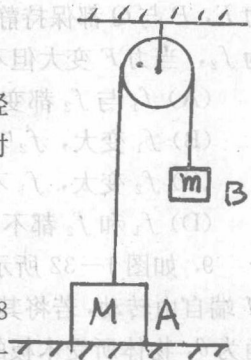


图 1-27

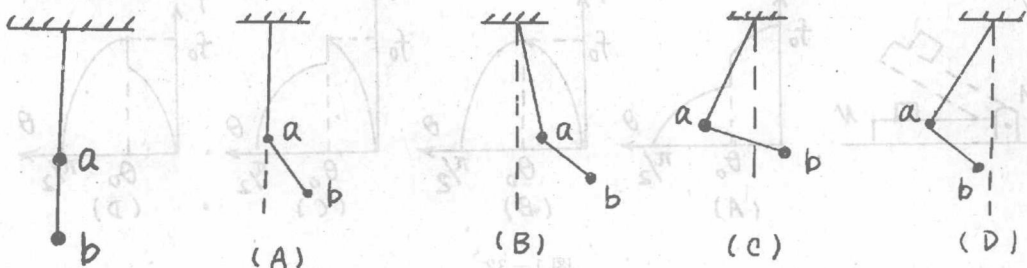


图 1-28

6. 一均匀的直角三角形木板 ABC，可绕垂直纸面通过 C 点的水平轴转动，如图 1-29，现用一始终沿直角边 AB 的，作用于 A 点的力 F ，使 BC 边缓慢地由水平位置转至竖直位置。在此过程中，力 F 的大小随 α 角变化的图线是 []。

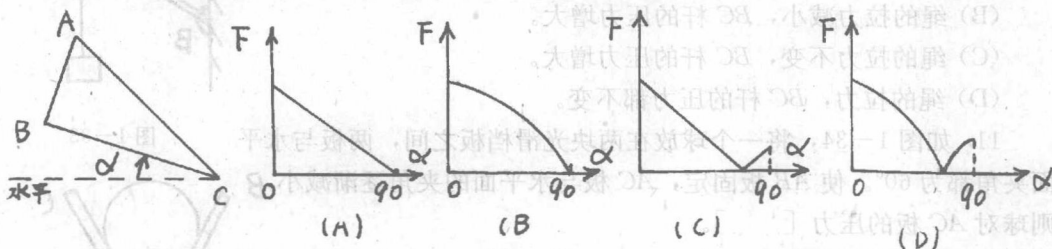


图 1-29

7. 如图 1-30 所示，在拉力 F 作用下，物体 A 向右运动过程中，物体 B 匀速上升，如果记 A 对地面的压力为 N ，A 所受摩擦力 f ，绳子对 A 拉力 T ，那么在运动过程中， N 、 f 、 T 的变化情况，下面说法中正确的是 []。

- (A) N 增大， f 增大， T 增大。
(B) N 增大， f 增大， T 不变。
(C) N 减小， f 减小， T 减小。
(D) N 增大， f 减小， T 不变。

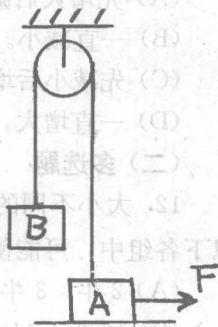
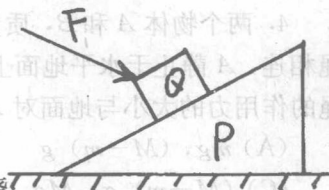


图 1-30

8. 如图 1-31 所示, 斜面体 P 放在水平面上, 物体 Q 放在斜面上, Q 受到一个作用力 F , P 与 Q 都保持静止, 这时 Q 受到的摩擦力大小为 f_1 , P 受到水平面的摩擦力大小为 f_2 , 当力 F 变大但不破坏 P 、 Q 的静止状态时, 则 []。

- (A) f_1 与 f_2 都变大。
- (B) f_1 变大, f_2 不一定变大。
- (C) f_2 变大, f_1 不一定变大。
- (D) f_1 和 f_2 都不一定变大。



9. 如图 1-32 所示, 物体放在粗糙的木板上, 木板可绕 M 端自由转动, 若将其 N 端缓慢抬起, 木板与水平地面的夹角为 θ , 物体所受木板的摩擦力为 f , 那么物体所受摩擦力 f 的大小随 θ 角变化的图线是下列图中的图 []。

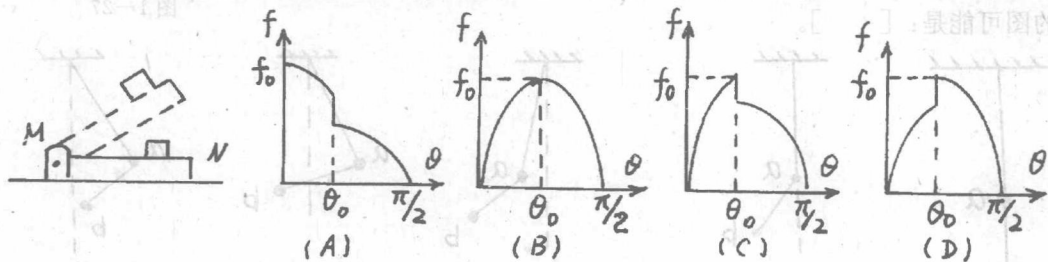


图 1-32

10. 如图 1-33 所示, 支杆 BC 一端用铰链固定于 B , C 端为一滑轮, 重物用绳通过 C 固定于墙上 A 点, 若杆、滑轮及绳子的质量摩擦均不计, 将绳端 A 点沿墙稍向下移, 再使之平衡时, 则 []。

- (A) 绳的拉力, BC 杆的压力都增大。
- (B) 绳的拉力减小, BC 杆的压力增大。
- (C) 绳的拉力不变, BC 杆的压力增大。
- (D) 绳的拉力, BC 杆的压力都不变。

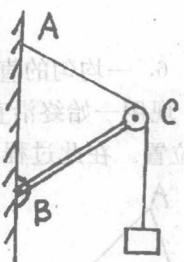


图 1-33

11. 如图 1-34, 将一个球放在两块光滑挡板之间, 两板与水平面夹角都为 60° 。使 AB 板固定, AC 板与水平面的夹角逐渐减小, B 则球对 AC 板的压力 []。

- (A) 先增大后减小。
- (B) 一直减小。
- (C) 先减小后增大。
- (D) 一直增大。

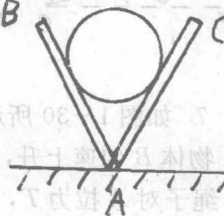


图 1-34

(二) 多选题

12. 大小不同的在同一平面上的三个力, 作用在同一物体上。

以下各组中, 可能使物体平衡的是: []。

- (A) 2 牛, 3 牛, 6 牛。
- (B) 35 牛, 15 牛, 25 牛。
- (C) 10 牛, 11 牛, 2 牛。
- (D) 5 牛, 15 牛, 25 牛。