

◎金牌奥赛

金牌奥赛经典教程

高一物理

总主编 耿立志摇中学奥林匹克竞赛金牌教练摇摇摇
中科国际奥赛研究中心副主任
国家首批骨干教师、全国特级教师

总审定 王永胜摇中小学奥林匹克竞赛研究专家
教育部新课程标准研究专家
博士生导师、教授

科学技术文献出版社

北京朝阳区麦子店街32号院1号楼100013

北摇京

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 044515 号

定 价 员 编 制 元

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 144号

《金牌奥赛》编委会

主 任 石丽杰 耿立志 摇摇摇摇摇摇摇摇摇摇

副 主 任 丁 岚(兼高中分册总主编、审定专家组组长)

何秀勤(兼初中分册总主编)

王爱军(兼小学分册总主编)

编 委 窦连辉 马 坤 陈正宜 黄建川

纪立伏 王晓静 刘小丽 张亚玲

本册主编 刘占明 王春玲 摇摇摇摇摇摇摇摇

编 者 刘占明 吕宝印 刘红伟 王春玲

龚志会 刘 巍 王 恺 符开广

《金牌奥赛》出版前言

全国第一部由国际奥赛金牌教练和竞赛命题研究专家联合主持编著的含小学、初中、高中三个系列的大型丛书。

全国第一部将国家“十五规划”教育科研子课题《研究性学习与奥林匹克竞赛有效整合》研究成果纳入丛书编著的经典力作。

全国第一部将奥赛与高考、中考有机结合并经实践证明既适合奥赛又适合中、高考的培优宝典。

丛书特点

权威性

摇摇作者群体由来自全国奥赛名校的国际奥赛金牌教练 ;参与奥赛命题和研究的大学知名教授、博士生导师 ;从事奥赛一线辅导的国家高级教练及主持中、高考命题研究的特级教师和教育专家组成。

标准性

丛书根据中、小学最新课程标准和全国奥赛竞赛规程编著 ,是对最新考试命题精神的标准解读和诠释。

典范性

丛书中每一道试题的编制和确定都经过多道关卡 ,即从作者编著、主编总纂到编辑审读、状元验题(聘请北大、清华等在读的曾在近年全国及国际奥赛中荣获金牌的本科、硕士、博士认真审读书稿并将全部试题重做一遍)、专家审定 ,层层把关。因而达到了题题新颖、题题规范、题题经典。



高效性

来自教学一线国际、国家奥赛金牌教练 ,总结自己的实践经验 ,结合专家的理论指导 ,鼎力打造完全实战性丛书 ,可迅速提升考试成绩 ,此卷在手 ,理想不再难求。

谨以此书 ,献给在求学路上奋力拼搏的学子们 !

金牌奥赛 ,点石成金 ,授之以渔 !

《金牌奥赛》编委会

圆源年 愿月于北京

摇

摇目摇录摇



第一章摇力摇物体的平衡	(圆)
第二章摇运动学	(圆)
第三章摇动力学	缘
第四章摇机械能摇动量	苑
第五章摇万有引力摇天体运动.....	员
第六章摇机械振动摇机械波	(员)
第七章摇热学	(员)

第一章 力 物体的平衡



目标菜单

【基础目标】

熟悉对物体所受常见力的受力分析

掌握共点力作用下物体的平衡条件

【拓展目标】

掌握力矩的概念,掌握有固定转动轴物体的平衡条件

能够应用力平衡、力矩平衡条件综合处理一般物体平衡的有关问题



备考链接

【高考点击】

一、三种常见的力

重力

(1)重力是由于物体受到地球的吸引而产生的

(2)重力的大小: $G = mg$ (质量 m 越大,重力 G 越大),重力的方向是竖直向下

(3)重心:通俗地讲,重心就是重力的作用点。就是在研究问题时,从效果上看,可以认为物体各部分受到的重力作用集中于一点,这一点就叫物体的重心。我们把物体的全部质量压缩成一点将不影响研究结果,这就是物理学的一种等效代替的思想。

①质量分布均匀的物体的重心,跟物体的形状有关

②质量分布均匀的形状不规则的薄板的重心可用悬挂法找到

弹力

(1)发生形变的物体,由于要恢复原状,对跟它接触的物体会产生力的作用,这个力



叫做弹力 弹力产生的条件 接触 发生弹性形变

(圆)胡克定律 弹簧弹力的大小 与弹簧伸长(或缩短)的长度 成正比 写成公式就是 $F = kx$ 其中 k 是比例常数 叫做弹簧的劲度系数

(猿)弹力的方向

①压力、支持力的方向总是垂直于接触面

②绳对物体的拉力总是沿着绳收缩的方向

③杆对物体的弹力不一定沿杆的方向 如果轻直杆只有两个端点受力而处于平衡状态 则轻杆两端对物体的弹力的方向一定沿杆的方向

(猿)摩擦力

(员)摩擦力产生的条件 两物体直接接触、相互挤压、接触面粗糙、有相对运动或相对运动的趋势 两物体间有弹力是这两物体间有摩擦力的必要条件

(圆)滑动摩擦力

①滑动摩擦力的大小 $f = \mu F_N$ 其中的 F_N 表示正压力 不一定等于重力 其中 μ 是比例常数 叫做动摩擦因数 摩擦因数是由制成物体的材料决定的 材料不同 两个物体间的动摩擦因数也不同 摩擦因数还跟接触面的粗糙程度有关 摩擦因数是两个力的比值 没有单位

②滑动摩擦力的方向总是与接触面相切 且与相对运动方向相反

(猿)静摩擦力

①静摩擦力的大小 必须明确 静摩擦力大小不能用滑动摩擦力的公式 $f = \mu F_N$ 计算 只有当静摩擦力达到最大值时 其最大值一般可认为等于滑动摩擦力 静摩擦力的最大值 叫最大静摩擦力

②静摩擦力的大小要根据物体的受力情况和运动情况共同确定 其可能的取值范围是

$$0 \leq f \leq f_{\text{max}}$$

③静摩擦力的方向总跟接触面相切 并且跟物体相对运动趋势的方向相反

④最大静摩擦力的大小与正压力成正比 $f_{\text{max}} = \mu_s F_N$ μ_s 是静摩擦因数 通常有 $\mu_s > \mu$ 计算中有时取 $\mu_s \approx \mu$

二、力的合成与分解

(员)合力和分力

(员)合力和分力是一种等效代替关系 即处理问题时 考虑了合力的作用就不能再考虑分力的作用 反之亦然 合力和分力作用对象是同一个物体

(圆)两个共点力的合力 随夹角的变化而变化 $F_{\text{合原}} \leq F_{\text{合}} \leq F_{\text{合原}}$

(猿)力的合成与分解法则

力的合成与分解都要遵守平行四边形定则

力的分解是力的合成的逆运算 利用平行四边形法则进行力的分解 力的分解从理论



上按照平行四边形定则分解是无数组的,实际分解时一般是根据合力的实际作用效果进行分解。

三、平行四边形定则

用表示两个力的有向线段为邻边作平行四边形,这两个邻边之间的对角线就表示合力的大小和方向。这就是力的平行四边形定则。平行四边形定则是一切矢量运算都遵守的规律,是一种非常重要的思维方法(等效的方法)。

四、物体的受力分析

明确研究对象

在进行受力分析时,研究对象可以是某一个物体,也可以是保持相对静止的若干个物体。在解决比较复杂的问题时,灵活地选取研究对象可以使问题简洁地得到解决。研究对象确定以后,只分析研究对象以外的物体施予研究对象的力(即研究对象所受的外力),而不分析研究对象施予外界的力。

按顺序找力

必须是先场力(重力、电场力、磁场力),后接触力;接触力中必须先弹力,后摩擦力(只有在有弹力的接触面之间才可能有摩擦力)。

只画性质力,不画效果力

画受力图时,只能按力的性质分类画力,不能按作用效果(拉力、压力、向心力等)画力,否则将出现重复。

需要合成或分解时,必须画出相应的平行四边形(或三角形)

在解同一个问题时,分析了合力就不能再分析分力;分析了分力就不能再分析合力,千万不可重复。

五、共点力作用下物体的平衡状态

几个力都作用在物体的同一点,或者它们的作用线相交于同一点,这几个力就叫做共点力。

一个物体在共点力的作用下,如果保持静止或者做匀速直线运动,我们就说这个物体处于平衡状态。

在共点力作用下物体的平衡条件是合力为零。在正交分解时常采用:

$$\sum F_x = 0; \sum F_y = 0$$

应用共点力平衡条件解题时常用的方法:力的合成法、力的分解法、相似三角形法、正交分解法。

结合例题总结求解共点力作用下物体平衡问题的解题步骤:

(1) 确定研究对象。

(2) 对研究对象进行受力分析,并画受力图。注意做到不多力,不丢力。



(根据物体的受力和已知条件,采用力的合成、分解、图解、正交分解等方法求解)
 题方法的选择:当物体在两个共点力作用下平衡时,则这两个力一定等值反向;当物体在三个共点力作用下平衡时,往往采用平行四边形定则或三角形定则;当物体在四个或四个以上共点力作用下平衡时,则往往采用正交分解法援

(源解方程,进行讨论和计算援

【奥赛拓展】

一、力

力作用效果有两种:一是使受力物体发生形变;二是使受力物体的运动状态发生变化援

力是滑移矢量,沿力的作用线,改变作用点的位置,力的作用效果不变援

二、摩擦力

静摩擦力不能超过某一最大值 $f \leq f_m$ (μ_s 为静摩擦因数)

滑动摩擦力的方向与相对运动方向相反,大小 $f = \mu_k N$ 援

大多数物体间的动摩擦因数小于 1,但有一些物体间的静摩擦因数大于 1,例如,橡皮与固体间的静摩擦因数在 1~2 之间,所以传动皮带用橡胶制作援

摩擦角

(1) 如用 f 表示滑动摩擦力, N 表示正压力, μ 为两接触面间的动摩擦因数,则 $\tan \varphi = \mu$ 就叫做滑动摩擦角,则 f 和 N 的合力云的方向确定(如图 1-1 所示),利用这一点有时解题会十分简洁援

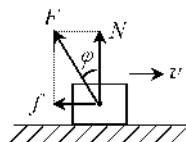


图 1-1

(2) 如用 f_m 表示最大静摩擦力, N 表示正压力, μ_s 为两接触面间的静摩擦因数,则 $\tan \varphi_s = \mu_s$ 就叫做静摩擦角,则静摩擦力 f 和 N 的合力云与 N 的夹角 $\alpha \leq \varphi_s$ (如图 1-2 所示),这一点在静平衡问题中常常用到援

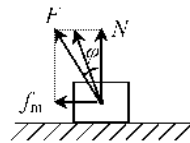


图 1-2

(3) 摩擦力作用的时间:两接触面间发生碰撞时,假设碰撞时间为 Δt ,但可能不需要 Δt 时间,两物体沿切线方向就达到了共同的速度,在剩下的时间内两物体虽然还接触,但互相之间已没有摩擦力了援

三、弹簧的串、并联

弹簧串联后,总劲度系数变小,若两根劲度系数分别为 k_1 和 k_2 的弹簧串联后总劲度系数为 k ,则 $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ 援



两根弹簧并联后,总劲度系数变大,若两根劲度系数分别为 k_1 和 k_2 的弹簧并联(原长相同,首首相连、尾尾相连)后总劲度系数为 k 则 $k = k_1 + k_2$

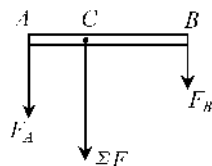


图 1.1.1

四、平行力的合成

(1) 同向平行力的合成:两个平行力 F_1 和 F_2 ($F_1 > F_2$) 相距 l , 则合力 ΣF 的大小为 $F_1 + F_2$, 方向和 F_1 同向, 作用点 C 满足 $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ 的关系(如图 1.1.2 所示)援

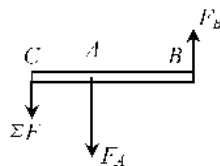


图 1.1.2

(2) 反向平行力的合成:两个大小不同的反向平行力 F_1 和 F_2 相距 l , 则合力 ΣF 的大小为 $|F_1 - F_2|$, 作用点 C 满足 $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ 的关系(如图 1.1.3 所示)援

五、重心(或质心)的求法

求质心的方法有分割法和贴补法(负质量法),第一种方法是将对象分割成一个个可确定其质心的单元,然后用同向平行力的合成规律找到质心,或用坐标法 $\Sigma x_i m_i = \Sigma x \cdot m$, 第二种方法是将对象补上一部分,补成可确定质心的规则几何体,然后用反向平行力的合成规律找到质心援

六、共点力作用下物体的平衡

物体在三个互不平行的力的作用下处于平衡,则这三个力必为共点力(表示这三个力的矢量首尾相接,恰能组成一个封闭三角形)援这一结论又称为三力汇交原理援在已知两力的交点要确定第三个力的方向时,利用这一结论往往是一条捷径援

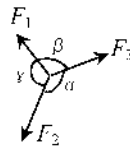


图 1.1.3

物体在三个互不平行的力的作用下处于平衡,其中任一力与另外两个力的夹角的正弦之比值相等,这一结论称为拉密定理(如图 1.1.4 所示)援

$$\frac{F_1}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin \beta} = \frac{F_3}{\sin \gamma}$$

七、力矩、固定转动轴物体的平衡条件、力偶

力臂

力和转动轴之间的距离,即从转动轴到力的作用线的距离,叫做力臂援

力矩

(1) 定义:力 F 与其力臂 l 的乘积叫做力对转动轴的力矩援用字母 M 表示援

(2) 单位:牛·米(牛·皂)

(3) 力矩作用效果:改变物体的转动状态,不是产生转动或维持转动的原因援



§1 固定转动轴物体的平衡条件

当所有使物体向顺时针方向转动的力矩之和等于所有使物体向逆时针方向转动的力矩之和时,物体处于转动平衡状态。

通常规定使物体沿逆时针方向转动的力矩为正,使物体向顺时针方向转动的力矩为负,则有固定转动轴物体的平衡条件是力矩的代数和等于零。

即 $\sum M = 0$ 或者 $\sum M_{\text{顺}} = \sum M_{\text{逆}}$

§2 力偶与力偶矩

两个大小相等、作用线不重合的反向平行力组成的力系称为力偶,力偶中两力之间的垂直距离称为力偶臂,力偶所在的平面称为力偶的作用面。

力偶对物体产生的力矩叫力偶矩,它只能对物体产生转动的作用。力偶不存在合力,用任何一个单独的力都不能代替力偶的作用。(如图 1-15 所示)

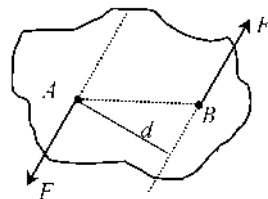


图 1-15

力偶等效变换的两条重要性质:

① 力偶可以在其作用面内任意转移,而不改变它对物体的作用,即力偶对物体的作用与它在作用面内的位置无关。

② 只要保持力偶矩不变,可以同时改变力偶中的力的大小和力臂的大小,这样几个力偶就是等效的。

八、物体平衡的一般条件

如果物体没有固定的转动轴,所受的外力又不是共点力,而这些力的作用线都在同一个平面内,这些力就叫平面力。物体受平面力作用时平衡的条件是:

合力等于零,即 $\sum F_x = 0$; $\sum F_y = 0$

对任意一点的合力矩为零, $\sum M = 0$ 。解题时往往取未知力的作用点为支点,可以减少列方程时未知数的个数,使解题简便。

九、物体平衡的种类

§1 稳定平衡

当物体稍稍偏离平衡位置时,有一个力或力矩使之回到平衡位置,这样的平衡叫稳定平衡。处于稳定平衡的物体,稍稍偏离平衡位置时,重心一般是升高的,即重力势能增加。例如位于光滑碗底的小球处于稳定平衡。

§2 不稳定平衡

当物体稍稍偏离平衡位置时,有一个力或力矩使它的偏离继续增大,这样的平衡叫不稳定平衡。处于不稳定平衡的物体稍稍偏离平衡位置时,重心一般是降低的,即重力势能减小。例如位于光滑球形顶端的小球处于不稳定平衡。

§3 随遇平衡



当物体稍稍偏离平衡位置时,它所受的力或力矩不发生变化,它能在新的位置上再次平衡,这样的平衡叫随遇平衡。处于随遇平衡的物体稍稍偏离平衡位置时,重心一般是不变,重力势能不变。例如均质圆柱体、球体在水平面上是随遇平衡。



题型扫描

【基础示例】

例 1 如图 15-16 所示,斜劈 B 置于地面上静止,物块 A 置于斜劈 B 上静止,求地面对斜劈 B 的摩擦力。

参考答案: 零。

方法一: 分别选 A、B 为研究对象进行受力分析,可以求得地面对斜劈 B 的摩擦力为零。

方法二: 选整体为研究对象进行受力分析,可迅速得出地面对斜劈 B 的摩擦力为零。

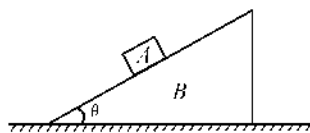


图 15-16

此题可变为: (1) 斜劈 B 置于地面上静止,物块 A 在斜劈 B 上沿斜面匀速下滑,求地面对斜劈 B 的摩擦力。利用上述方法一,受力情况完全相同,所以地面对斜劈 B 的摩擦力为零。

(2) 倾角为 θ 的斜劈 B 置于地面上静止,物块 A 在沿斜面向上恒力的作用下沿斜面匀速上滑,求地面对斜劈 B 的摩擦力。分别选 A、B 为研究对象,进行受力分析,可以求得地面对斜劈 B 的摩擦力为零。

思路启迪: 可见,一道简单的题目,可以做得较复杂,也可以做得相当简单。此题关键在于研究对象选取是否巧妙。此外,若采用方法一,必须能熟练运用作用力与反作用力的知识。这两种方法,学生都应该熟练掌握。

例 2 如图 15-17 所示,重力不可忽略的均匀杆被细绳拉住而静止,试画出杆所受的弹力。

参考答案: A 端所受绳的拉力 F_1 沿绳收缩的方向,因此沿绳向斜上方; B 端所受的弹力 F_2 垂直于水平面竖直向上。

由于此直杆的重力不可忽略,其两端受的力可能不沿杆的方向。

杆受的水平方向合力应该为零。由于杆的重力 G 竖直向下,因此杆的下端一定还受到向右的摩擦力 f 作用。

思路启迪: 当杆的两端受力时,弹力的方向不一定沿着杆的方向。

例 3 如图 15-18 所示,重为 G 的光滑小球静止在固定斜面和竖直挡板之间。若挡板逆时针缓慢转到水平位置,在该过程中,斜面和挡板对小球的弹力的大小 F_1 、 F_2 各如何变化?

参考答案: 由于挡板是缓慢转动的,可以认为每个时刻小球都处于静止状态,因此所

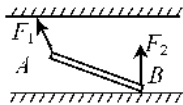


图 15-17



受合力为零,如图 1-1-10 所示,应用三角形定则, F_1 、 F_2 、 G 三个矢量应组成封闭三角形,其中 F_1 的大小、方向始终保持不变; F_2 的方向不变; G 的起点在 F_1 的终点处,而终点必须在 F_2 所在的直线上,由作图可知,挡板逆时针转动过程中, F_2 矢量也逆时针转动,因此 F_1 逐渐变小, F_2 先变小后变大(当 $F_1 \perp F_2$, 即挡板与斜面垂直时, F_2 最小)

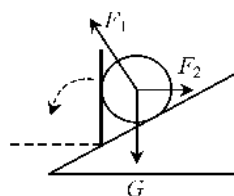


图 1-1-10

思路启迪:三力平衡问题,一定要分清哪个力是大小、方向都不变的,哪个力是方向确定而大小不确定的,哪个力大小、方向都不确定,这是进行受力分析过程中最关键的步骤,利用力平行四边形定则的推论三角形定则,巧妙地解决了动态变化过程的问题

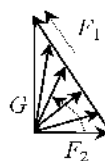


图 1-1-11

例 1-1-1 如图 1-1-12 所示,墙面竖直且光滑,悬绳 AB 的长度等于球的半径,球的重力为 G ,求绳对球的拉力和墙对球的弹力

参考答案:分析球的受力情况如图 1-1-13 所示

解法一:合成法

如图 1-1-13 所示,绳的拉力 F_1 和墙的弹力 F_2 的合力 F 应与重力 G 构成平衡力,所以 F 的大小等于 G ,方向竖直向上,则:

$$F_1 = \frac{G}{\cos \theta}, F_2 = G \tan \theta$$

解法二:分解法

如图 1-1-14 所示,根据力的作用效果,将重力分解成 G_1 和 G_2 两个分力,其中 G_1 与 F_1 平衡, G_2 与 F_2 平衡,则 $F_1 = \frac{G}{\cos \theta}$; $F_2 = G \tan \theta$

解法三:三角形定则

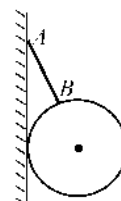


图 1-1-12

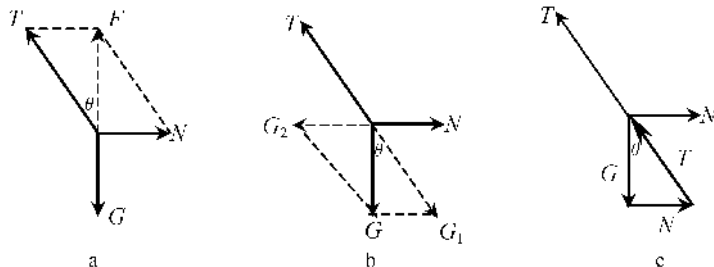


图 1-1-13

如图 1-1-14 所示,重力 G 不动,平移 F_1 和 F_2 得到图示三角形,直接解三角形, $F_1 = \frac{G}{\cos \theta}$, $F_2 = G \tan \theta$

思路启迪:以上三种方法大同小异,最简捷的方法是直接应用三角形定则

例 1-1-2 如图 1-1-15 所示,质量为 m 的物体放在倾角为 θ 的斜面上,在水平恒定的推力 F 的作用下,物体沿斜面匀速向上运动,则物体与斜面之间的摩擦因数为_____



参考答案:分析物体受力情况,建立直角坐标系如图 15-10 所示,根据共点力平衡条件:

在 x 轴方向: $F \cos \theta = mg \sin \theta$
在 y 轴方向: $F \sin \theta = mg \cos \theta$
又 $F = \mu mg$

由以上三式, $\mu = \tan \theta$

思路启迪:应用正交分解法,解决力的平衡问题,是解决多个力平衡的基本方法,需要熟练掌握。

例 15-1 有一个直角支架 AOB , AO 水平放置,表面粗糙, OB 竖直向下,表面光滑。 A 上套有小环 P , B 上套有小环 Q , 两环质量均为 m , 两环由一根质量可忽略、不可伸长的细绳相连,并在某一位置平衡(如图 15-11 所示)。现将 P 环向左移一小段距离,两环再次达到平衡,那么将移动后的平衡状态和原来的平衡状态比较, AO 杆对 P 环的支持力 N 和摩擦力 f 的变化情况是

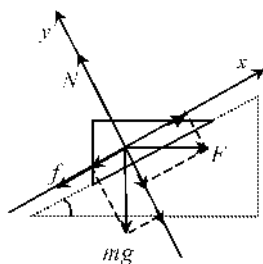


图 15-10

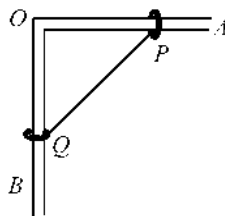


图 15-11

摇摇 N 不变, f 变大 摇摇 N 不变, f 变小
悦 N 变大, f 变大 闷 N 变大, f 变小

参考答案:选 B

方法一:整体法与隔离法结合。以两环和细绳组成的整体为研究对象求 N , 因竖直方向上整体始终二力平衡, 可知 N 不变; 再用隔离法, 以 Q 环为对象, 如图 15-12 所示, 在重力、细绳拉力 T 和 OB 杆压力 N_1 作用下平衡, 设细绳和竖直方向的夹角为 α , 则 P 环向左移的过程中 α 将减小, T 也将减小。再以整体为对象, 水平方向只有 OB 杆对 Q 的压力 N_1 和 AO 杆对 P 环的摩擦力 f 作用, 因此 f 也减小。

方法二:用隔离法。分别对 P 环、 Q 环的受力情况进行分析, 如图 15-13

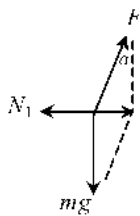


图 15-12



图 1-1-1 先取 甲 为研究对象 , 当 乙 左移时 , 绳与竖直方向夹角变小 , 拉力变小 ; 再取 乙 为研究对象 , 知 乙 减小 , 甲 不变援

思考与拓宽 : 在处理力的平衡问题时 , 直接选取整体为研究对象 , 对整体进行受力分析 , 根据力的平衡条件对整体列方程常可使问题得到简化援

在方法二中 , 对 乙 进行分析 , 利用正交分解法 , 再结合 甲 的受力情况 , 虽也可求解出力 乙 , 但不如整体法来得直接援运用整体法 , 可避免分析求解物体间的相互作用力 , 应为解题首选援必要时可整体法与隔离法灵活交替应用 , 以便解题更为快捷、简便援

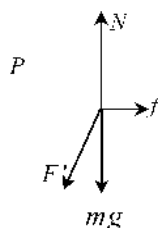


图 1-1-1

【奥赛示例】

例 1 如图 1-1-2 所示 , 一个半径为 R 的均质金属球上固定着一根长为 L 的轻质细杆 , 细杆的左端用铰链与墙壁相连 , 球下边垫上一块木板后 , 细杆恰好水平 , 而木板下面是光滑的水平面援由于金属球和木板之间有摩擦 (已知摩擦因素为 μ) , 所以要将木板从球下面向右抽出时 , 至少需要大小为 F 的水平拉力援试问 : 现要将木板继续向左插进一些 , 至少需要多大的水平推力 ?

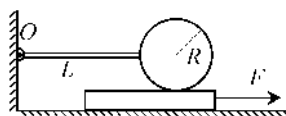


图 1-1-2

参考答案 $\frac{\mu R}{L}$

以球和杆为对象 , 研究其对转轴 O 的转动平衡 , 设木板拉出时给球体的摩擦力为 f , 支持力为 N , 重力为 G , 力矩平衡方程为 :

$$fL = G \cdot \frac{L}{2} \quad (1)$$

球和板已相对滑动 , 故 :

$$f = \mu N \quad (2)$$

解①②可得 : $f = \frac{\mu R}{L}$

再看木板的平衡 , 云 $f = \mu N$

同理 , 木板插进去时 , 球体和木板之间的摩擦力 $f = \mu N$

越云

规律探究 这是一个典型的力矩平衡的例题援

例 2 如图 1-1-3 所示 , 在水平地面上放置着两个相互靠在一起的相同的圆柱形木头 , 在它们的上面放置同样的圆木 , 问圆木之间的摩擦因数至少为何值时 , 它们才不会滚开 ? 设圆木和地面无滑动现象发生援

参考答案 :

对圆木 乙 受力分析如图 1-1-4 所示 , 由于圆木 乙 不转动 , 则

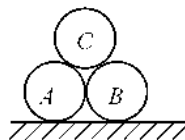


图 1-1-3

①

②

$$\mu \geq (\text{圆原}/\text{猿})$$

冬 冬 冬 冬

A diagram of a sphere of radius R on a horizontal surface. A vertical line passes through the center of the sphere, with an upward arrow labeled N_2 and a downward arrow labeled G . A horizontal line from the center to the right has an arrow labeled f_2 . A force vector F is shown acting on the sphere, with its horizontal component f_1 and vertical component N_1 . The angle between F and the vertical is θ . A dashed line connects the center of the sphere to the point of application of F on the surface.

图 5-2-1

θ 越縁殺

解法三：

束伊(则垣)則(殺)越(伊)伊(殺)

体会各种解法的灵活应用

图 5-2-10

蘊早. 蘊_圓越爭早 蘊原_圓造

例 源 摇一支杆秤,其秤锤已丢失,仅留下秤杆及一根细线,不用其他器材,如何确定丢