

四川省高考复习指导用书

四川省招生考试图书发行有限责任公司 编

MINGSHI JINGBIAN

高考直通车

名师精编

物理

考点透视

知识解析

分步练习

答案详解

命题趋势

方法集成

内含
四川高考试题
深度评析



中国出版集团 现代教育出版社

名师精编

四川省高考复习指导用书

高考直通车

四川省招生考试图书发行有限责任公司 编

物理



中国出版集团 现代教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

高考直通车. 物理/周昌鲜编. —北京:现代教育出版社, 2006. 8

ISBN 7-80196-354-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 093314 号

高考直通车——物理

主 编 周昌鲜

出 版 现代教育出版社

责任编辑 王春霞

特约编辑 刘 丹

封面设计 范海荣

社 址 北京市朝阳区安定门外安华里 504 号 E 座

邮政编码 100029

发 行 四川新华文轩连锁股份有限公司

开 本 285mm×210mm 1/16 印张 18

印 刷 成都时时印务有限责任公司

版 次 2006 年 8 月第一版

印 次 2006 年 8 月第一次印刷

定 价 22.00 元

书 号 ISBN 7-80196-354-7

如发现印装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换

电 话 (028)87444106

《高考直通车》系列丛书按高考科目分解为语文、数学、英语、历史、政治、地理、物理、化学、生物共九册，各学科均有吻合学科特点的编写框架，体现该学科具体的考试复习要求。作为四川考生高考复习指导用书，《高考直通车》汇集了四川省内各科名师最权威的教研成果和多年的辅导心得。

该丛书具有以下特点：

➤ 权威

——由四川省高考辅导资料的权威策划机构——四川省招生考试图书发行公司组织 29 位四川省特级教师、省市学科带头人倾力编写，尽显名校名师辅导精髓。

➤ 针对

——紧紧把握四川省高考自主命题方向，深度评析往年四川高考试题，展望当年四川高考自主命题趋势。

➤ 高效

——系统归纳、详细解读，精析精练，有效提升考生备考能力，助其在较短的时间内达到最佳的复习效果。

➤ 直达

——考点透视、方法集成、分步练习、命题猜想，步步为营，一脉贯通。

何谓“直通车”？省时、高效、直达目标，这就是《高考直通车》带给考生最直接的感受。

本套丛书虽经作者和编者反复审校、修改，也难免存在着疏忽和差漏之处，希望广大考生和读者批评指正。

各科作者

语文

主 编	邓文光	成都树德中学	成都市学科带头人	语文教研组组长
	刘一中	双流中学	四川省特级教师	
副 编	陈光明	棠湖中学	四川省特级教师	语文教研组组长
	钟 毕	成都八中	四川省特级教师	语文教研组组长
编 写	姜维平	绵阳南山中学	四川省特级教师	
	王启多	西北中学	成都市学科带头人	语文教研组组长
	唐 焱	成都石室中学	语文教研组组长	
	曾 伟	四川大学附中	语文教研组组长	
	廖 云	华西中学	语文教研组组长	
	熊光燕	熊星虎 罗小维	刘方敏 吴海音 王本志	
	叶松林	陈 婷 杨小全	李 职 彭科友 姚远富	
	阳小波	田雪梅 王 焰	廖文明 邓晓燕	

数学

主 编	刘裕文	彭州中学	全国著名教育专家	四川省特级教师
	殷相刚	成都石室中学		
副 编	黎方平	成都石室中学		
	许 勇	成都七中	四川省学科带头人	数学教研组组长
编 写	卢建义	自贡蜀光中学	四川省特级教师	
	青久俊	南充高中	四川省特级教师	数学教研组组长
	刘 杰	南充周口中	四川省特级教师	
	陆 珂	魏 华 方廷刚	颜红梅 傅雪惠 张 明	
	王永忠	陈明芬		

英语

主 编	雷家端	成都七中	四川省特级教师	
	倪 蓉	成都石室中学	成都市学科带头人	
副 编	李作诗	成都树德中学	成都市学科带头人	
	闫燕萍	成都七中		
编 写	彭长贵	成都实验外国语学校	英语教研组组长	
	杨 惠	成都七中	成都市学科带头人	
	陶家跃	倪 弛 张 弛	马智慧 刘 钰 朱文英	
	王国民	罗健康 刘凯华	刘 涛 刘 婷 贾朝艳	
	陈遐龄	李 洁 贺小燕	涂 鸣 田 涛 彭长江	
	欧祖铭	翟启航 李 娟	廖 薇 马怀平 马剑琴	
	黄林梅	胡 琴 李白莲		

历史

主 编	崔新萍	盐道街中学	四川省特级教师		
编 写	李 都	成都七中	四川省特级教师		
	王开元	成都七中	成都市学科带头人		
	刘建国	张力生	游 恒	刘莉华	王德伍 陈 诚

政治

主 编	王德强	成都十八中	四川省特级教师		
编 写	陈永洪	曾春人	范 勇	兰贵文	刘贵成 毛有余
	蒲 松	吴 峨	王 平	余国东	于 宁 邓西红
	张贵平	邹成林	章映剑		

地理

主 编	肖本朴	四川大学附中	成都市学科带头人		
	张建国	成都树德中学	成都市学科带头人		
编 写	钟世茂	刘家永	邓 杰	袁 蓉	

生物

主 编	孙会敏	四川师范大学附中			
编 写	赵广宇	四川大学附中	四川省特级教师		
	文 宗	成都七中	成都市学科带头人		
	吴光举	玉林中学	成都市学科带头人		
	蒋 毅	程 宇	郑达钊	陈 亮	胥芸萍 徐爱琳

化学

主 编	田 间	成都石室中学	成都市学科带头人		
编 写	杨为民	四川大学附中			
	王 勇	谭丽花	李 胜	甘大祥	周富光 伍学文

物理

主 编	周昌鲜	成都石室中学	四川省特级教师		
副主编	夏 进	成都七中	成都市学科带头人	物理教研组组长	
	何建明	成都石室中学			
编 写	陈吉萍	成都树德中学	四川省特级教师		
	张 玲	成都树德中学	成都市学科带头人		
	姜 原	成都石室中学	物理教研组组长		
	董泽敏	四川师范大学附中	物理教研组组长		
	吕 杲	吕 渊	湛瑞华	陈川芳	李亚飞 张森文
	熊李程	袁世明	邓学平	鲁道富	张家发 黄 钟
	杜 锋				

目 录

第一章 力 物体的平衡

一、力 力学中常见的三种力	(1)
二、力的合成与分解	(4)
三、共点力作用下的平衡问题	(8)
实验:验证力的平行四边形定则	(11)
章末练习	(14)

第二章 直线运动

一、描述运动的基本概念 匀速直线运动	(16)
二、匀变速直线运动 运动图像	(18)
三、自由落体运动 竖直上抛运动	(21)
专题:追及和相遇问题	(23)
实验:测定匀变速直线运动的加速度	(26)
章末练习	(28)

第三章 牛顿运动定律

一、牛顿运动定律	(30)
二、牛顿第二定律	(32)
三、超重和失重现象	(34)
专题 1:整体法、隔离法解连接体问题	(37)
专题 2:动力学的临界和极值	(39)
章末练习	(41)

第四章 曲线运动

一、曲线运动的条件 运动的合成与分解	(43)
二、平抛运动	(45)
三、圆周运动	(47)
专题:圆周运动中的临界问题	(50)
实验:研究平抛物体的运动	(52)
章末练习	(55)

第五章 万有引力定律

万有引力定律的应用	(57)
专题:天体运动的问题研究及预测	(60)
章末练习	(62)

第六章 功

一、功	(63)
二、功率	(66)
三、动能 动能定理	(68)
四、机械能守恒定律	(70)

实验:验证机械能守恒定律	(75)
章末练习	(76)

第七章 动量

一、动量、冲量和动量定理	(78)
二、动量守恒定律及应用	(81)
三、动量能量综合问题研究	(87)
实验:验证碰撞中的动量守恒	(94)
章末练习	(96)

第八章 机械振动

一、简谐运动 振动图像	(98)
二、振动中的能量转化 受迫振动和共振	(101)
专题:单摆	(103)
实验:用单摆测定重力加速度	(105)
章末练习	(107)

第九章 机械波

一、波的基本概念 波的图像	(109)
二、波特有的现象	(112)
专题:波动问题的归类分析	(114)
章末练习	(117)

第十章 分子运动论 气体

一、分子运动论 用油膜法估测分子的大小	(119)
二、物体的动能 能的转化和守恒定律	(121)
三、气体的状态参量	(124)
章末练习	(127)

第十一章 电场

一、库仑定律 电场强度	(128)
二、电场能的性质	(131)
三、静电屏蔽 电容器	(133)
四、带电粒子在电场中的运动	(136)
专题:带电粒子在交变电场中的运动问题	(141)
实验:电场中等势线的描绘	(145)
章末练习	(148)

第十二章 恒定电流

一、部分电路中的基本概念和基本规律	(150)
二、闭合电路的欧姆定律	(152)
三、电阻的测量	(155)

四、电表的改装	(160)
五、测量电源电动势和内阻 黑箱实验及传感器	(165)
章末练习	(168)

第十三章 磁场

一、磁场及磁场对电流的作用	(170)
二、磁场对运动电荷的作用	(173)
三、带电粒子在复合场中的运动	(178)
章末练习	(182)

第十四章 电磁感应

一、电磁感应现象 楞次定律	(185)
二、法拉第电磁感应定律 自感	(188)
专题 1: 电磁感应中的能量转化问题	(192)
专题 2: 电磁感应中的图像问题	(195)
章末练习	(198)

第十五章 交流电 电磁场 电磁波

一、交流电	(200)
二、变压器	(203)
三、电磁振荡 电磁波 感抗和容抗	(206)
四、交变电流与力学知识的综合应用	(209)
章末练习	(211)

第十六章 光的传播

一、光的直线传播 光的反射	(213)
---------------------	-------

二、光的折射	(216)
三、光的全反射和光的色散	(218)
实验: 测定玻璃的折射率	(221)
章末练习	(224)

第十七章 光的本性

一、光的波动性	(225)
二、光的粒子性	(227)
实验: 用双缝干涉测光的波长	(230)
章末练习	(232)

第十八章 量子论初步和原子核

一、玻尔的原子模型、能级	(234)
二、原子核	(236)
章末练习	(240)
参考答案	(242)

2006 年普通高等学校招生全国统一考试(四川卷)

物理科试题分析

2006 年普通高等学校招生全国统一考试(四川卷)

理科综合能力测试及参考答案

第一章 力 物体的平衡

一、力 力学中常见的三种力



课前提身

1. 一木箱放在水平地面上,请在下列关于木箱和地面受力的叙述中选出正确的选项 ()

- A. 地面受到了向下的弹力,是因为地面发生了形变;木箱没有发生形变,所以木箱不受弹力
 B. 地面受到了向下的弹力,是因为地面发生了形变;木箱受到了向上的弹力,是因为木箱也发生了形变
 C. 地面受到了向下的弹力,是因为木箱发生了形变;木箱受到了向上的弹力,是因为地面也发生了形变
 D. 以上说法都不正确

2. 运动员用双手握住竖直的竹竿匀速攀上和匀速下滑,他所受的摩擦力分别是 F_1 和 F_2 ,那么 ()

- A. F_1 向下, F_2 向上,且 $F_1 = F_2$
 B. F_1 向下, F_2 向上,且 $F_1 > F_2$
 C. F_1 向上, F_2 向上,且 $F_1 = F_2$
 D. F_1 向上, F_2 向下,且 $F_1 = F_2$

3. S_1 和 S_2 表示劲度系数分别为 K_1 和 K_2 的两根弹簧, $K_1 > K_2$, a 和 b 表示质量分别为 m_1 和 m_2 的两个小物块,且 $m_1 > m_2$. 将弹簧与物块按图 1-1-1 所示方式悬挂起来,要求两根弹簧的总长度最大,则应使 ()

- A. S_1 在上, a 在上 B. S_1 在上, b 在上
 C. S_2 在上, a 在上 D. S_2 在上, b 在上

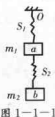


图 1-1-1



基础知识

一、力的概念

1. 定义

力是物体对物体的作用。

2. 力的基本特征

(1) 力的物质性:力不能脱离物体而独立存在。

(2) 力的相互性:力的作用是相互的。

(3) 力的矢量性:力是矢量,既有大小,又有方向。

(4) 力的独立性:力具有独立作用性,用牛顿第二定律表示时,则有合力产生的加速度等于几个分力产生的加速度的矢量和。

3. 力的分类

(1) 按力的性质分类:如重力、电场力、磁场力、弹力、摩

擦力、分子力、核力等。

(2) 按力的效果分类:如拉力、推力、支持力、压力、动力、阻力等。

二、常见的三类力

1. 重力

(1) 定义:重力是由于地球的吸引而使物体受到的力。

(2) 大小: mg

(3) 方向:竖直向下。

(4) 重心:一个物体的重力集中作用在某一点上,这一点就称为物体的重心。

① 质量分布均匀形状规则的物体的重心在物体的几何中心。

② 不规则薄物体的重心可用悬线法求出重心位置。

2. 弹力

(1) 定义:发生弹性形变的物体,由于要恢复原状,对跟它接触的物体会产生力的作用,这种力叫做弹力。

(2) 产生条件:①物体直接相互接触;②物体发生弹性形变。

(3) 方向:跟物体恢复形变的方向相同。

(4) 大小:与形变大小有关,弹簧的弹力 $F = kx$ 。

3. 滑动摩擦力

(1) 定义:一个物体在另一个物体表面上相对滑动的时候,要受到另一个物体阻碍它们相对滑动的力,这种力叫做滑动摩擦力。

(2) 产生条件:①接触面粗糙;②两物体接触面上有压力;③两物体间有相对滑动。

(3) 方向:总是沿着接触面的切线方向与相对运动方向相反。

(4) 大小:与正压力成正比,即 $F_f = \mu F_N$ 。

4. 静摩擦力

(1) 定义:当一个物体在另一个物体表面上有相对运动趋势时,所受到的另一个物体对它的力,叫做静摩擦力。

(2) 产生条件:①接触面是粗糙的;②两物体有相对运动趋势;③两物体接触面上有压力。

(3) 方向:沿着接触面的切线方向与相对运动趋势方向相反。

(4) 大小:由受力物体所处的运动状态根据平衡条件或牛顿第二定律来计算。



重要能力

1. 弄清滑动摩擦力与静摩擦力大小计算方法的不同

【例1】如图1-1-2所示,质量为 m ,横截面为直角三角形的物块ABC, $\angle ABC = \alpha$, AB边靠在竖直墙面上, F是垂直于斜面BC的推力, 现物块静止不动, 则摩擦力的大小为_____。



图1-1-2

解析:物块ABC受到重力、墙的支持力、摩擦力及推力四个力作用而平衡, 由平衡条件得出静摩擦力大小为 $f = mg + F \sin \alpha$ 。

【例2】如图1-1-3所示, 质量分别为 m 和 M 的两物体P和Q叠放在倾角为 θ 的斜面上, P、Q之间的动摩擦因数为 μ_1 , Q与斜面间的动摩擦因数为 μ_2 , 当它们从静止开始沿斜面向下运动时, 两物体始终保持相对静止, 则物体P受到的摩擦力大小为_____。

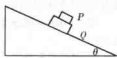


图1-1-3

- A. 0
B. $\mu_1 mg \cos \theta$
C. $\mu_2 mg \cos \theta$
D. $(\mu_1 + \mu_2) mg \cos \theta$

解析:当物体P和Q一起沿斜面向加速下滑时, 其加速度为: $a = g \sin \theta - \mu_2 g \cos \theta$ 。

因为P和Q相对静止, 所以P和Q之间的摩擦力为静摩擦力, 不能用公式 $f = \mu N$ 求解。对物体P运用牛顿第二定律得: $mg \sin \theta - f = ma$, 求得: $f = \mu_2 mg \cos \theta$ 。正确选项为C。

2. 弄清静摩擦力的有无和大小及判断方法

【例3】(2004·上海)物体B放在物体A上, A、B的上下表面均与斜面平行(如图1-1-4所示), 当两者以相同的初速度沿光滑固定斜面C向上做匀减速运动时_____。

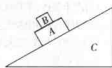


图1-1-4

- A. A受到B的摩擦力沿斜面方向向上
B. A受到B的摩擦力沿斜面方向向下
C. A、B之间的摩擦力为零
D. A、B之间是否存在摩擦力取决于A、B表面的性质

解析:由于斜面光滑, 且A、B表面平行, 从A、B整体看, 二者靠惯性沿斜面向上做匀减速运动, 故A、B具有相同的加速度 $a = g \sin \theta$, 且初速度亦相同。A、B不存在相对运动或相对运动的趋势, 故无摩擦力, C选项正确。

3. 弹力方向的判定

【例4】如图1-1-5所示, 固定在小车上的支架的斜杆与竖直杆的夹角为 θ , 在斜杆下端固定有质量为 m 的小球, 下列关于杆对球的作用力F的判断中, 正确的是_____。



图1-1-5

- A. 小车静止时, $F = mg \sin \theta$, 方向沿杆向上
B. 小车静止时, $F = mg \cos \theta$, 方向垂直杆向上
C. 小车向右以加速度 a 运动时, 一定有 $F = ma / \sin \theta$
D. 小车向左以加速度 a 运动时, $F = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}$ 。

方向斜向左上方, 与竖直方向的夹角为 $\alpha = \arctan(a/g)$

解析:小车静止时, 由物体的平衡条件知杆对球的作用力方向竖直向上, 且大小等于球的重力 mg 。

小车向右以加速度 a 运动, 设小球受杆的作用力方向与竖直方向的夹角为 α , 如图1-1-6所示。根据牛顿第二定律有: $F \sin \alpha = ma$, $F \cos \alpha = mg$, 两式相除得 $\tan \alpha = a/g$ 。



图1-1-6



图1-1-7

只有当球的加速度 $a = g \cdot \tan \theta$ 时, 杆对球的作用力才沿杆的方向, 此时才有 $F = ma / \sin \theta$ 。小车向左以加速度 a 运动, 根据牛顿第二定律知小球所受重力 mg 和杆对球的作用力下的合力大小为 ma , 方向水平向左。根据力的合成知三力构成图1-1-7所示的矢量三角形, $F = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}$, 方向斜向左上方, 与竖直方向的夹角为: $\alpha = \arctan(a/g)$ 。正确选项为D。

4. 双解问题

【例5】如图1-1-8所示, 一劲度系数为 k_1 的弹簧竖直放在桌面上, 上面压一质量为 m 的物体, 另一劲度系数为 k_2 的弹簧竖直地放在物体上面, 其下端与物体的上表面连接在一起, 两根弹簧的质量都不计, 要想使物体静止时, 下面弹簧承受物体重力的 $\frac{2}{3}$, 那么应将上面弹簧的上端竖直向上提高多少距离?



图1-1-8

解析:由于只知道下面弹簧承受物体重力的 $\frac{2}{3}$, 但不知道弹簧是处于拉伸还是压缩状态, 所以分两种情况进行讨论:

(1) 设弹簧 k_2 在压缩状态, 当下面弹簧承受物体重力的 $\frac{2}{3}$ 时

对弹簧 k_1 进行研究得 $k_1 x_1 = mg/3$

对弹簧 k_2 进行研究得 $k_2 x_2 = 2mg/3$

当弹簧 k_1 处于自然状态即弹力为零时, $k_2 x_3 = mg$

弹簧 k_1 的上端竖直向上提高距离为

$$\Delta x = (x_3 - x_2) + x_1 = \frac{mg}{3} \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$$

(2) 同理可得: 当 k_2 在拉伸状态时

$$\Delta x = x_1 + x_2 + x_3 = \frac{5mg}{3} \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$$

5. 由已知条件推未知条件的问题

【例6】(2005·天津)如图1-1-9所示, 表面粗糙的固定斜面顶端安有滑轮, 两物块P、Q用轻绳连接并跨过滑轮(不计滑轮的质量和摩擦), P悬于空中, Q放在斜面上, 均

处于静止状态。当用水平向左的恒力推Q时,P、Q仍静止不动,则 ()

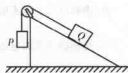


图 1-1-9

- A. Q受到的摩擦力一定变小
B. Q受到的摩擦力一定变大
C. 轻绳上拉力一定变小
D. 轻绳上拉力一定不变

解析: 已知条件是P始终处于二力平衡状态,轻绳上拉力一定不变且始终等于重力,未知条件是水平向左的恒力、Q的重力和轻绳上的拉力这三者的合力沿斜面方向的合力的方向不能确定,即摩擦力的方向不能确定,正确选项为D。

6. 从静到动的问题

【例7】 如图1-1-10所示,长木板的左端有固定转动轴,靠近木板右端处静止放有一个木块。现将木板的右端提升使木板从水平位置开始缓慢地逆时针转动。发现当木板的倾角 α 达到 25° 时,木块开始沿斜面向下滑动。那么在 α 从 0° 逐渐增大到 40° 的过程中,下列说法中正确的是 ()



图 1-1-10

- A. 木块受的摩擦力先减小后增大
B. 木块受的摩擦力先增大后减小
C. 木块受的合外力不断增大
D. 木块受的合外力始终为零

解析: 当木板的倾角 α 小于 25° 时,木块受到静摩擦力 f_1 的作用,且静摩擦力的值等于木块的下滑力,即 $f_1 = mg \sin \alpha$ 。可见,当 α 增大时, f_1 增大;当木板的倾角 $25^\circ < \alpha < 40^\circ$ 时,木块受到滑动摩擦力 f_2 的作用, $f_2 = \mu N = \mu mg \cos \alpha$ 。当 α 增大时, f_2 减小;由于木块在木板倾角 α 小于 25° 时处于平衡状态,所以木块受到的合外力在木板倾角 α 小于 25° 时为零。正确选项为B。



高考前瞻

1. 整体与隔离的技巧

【例8】 一气球下系一小重物G,重物只在重力和绳的拉力作用下作匀速直线运动,不计空气阻力和风力影响,而重物匀速运动的方向如图1-1-11中箭头所示的虚线方向,图中气球和重物G在运动中所处的位置正确的是 ()

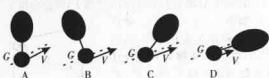


图 1-1-11

解析: 由于气球受到的浮力不知道,所以不用整体法而采用隔离法,选小重物进行研究,其受到的重力方向竖直向下,由二力平衡问题知,绳中弹力的方向应竖直向上,正确选项为A。

2. 动态问题

【例9】 假定跳伞运动员在下落过程中所受空气阻力与下落速率的平方成正比。在降落伞未打开时其比例系数为 $K_1 = 1.5 \frac{N \cdot s^2}{m^2}$,在降落伞打开后,其比例系数为 $K_2 = 24 \frac{N \cdot s^2}{m^2}$ 。试问质量为60kg的运动员作高空表演时未开伞的平稳下落速率和开伞后的着地速率。

解析: 未开伞时的空气阻力 $f_1 = K_1 v^2$,开伞后空气阻力为 $f_2 = K_2 v^2$,运动员从高空开始跳伞后,仅受重力和变化的空气阻力作用,故在开始下落阶段,由于运动员所受重力大于空气阻力,运动员将加速下落,速率不断增大,同时阻力 f_1 也不断增大,当 v 增大到某一速率 v_1 时,可使阻力 $f_1 = K_1 v_1^2 = mg$,运动员所受的二力达到平衡,使运动员进入匀速状态而平稳下落。此时开伞,因 $K_2 > K_1$,空气阻力大于运动员所受重力,运动员将减速下落而导致速率由 v_1 不断减小,直到减小到某一值 v_2 时,可有 $K_2 v_2^2 = mg$,运动员所受二力重新平衡而匀速着地, v_2 即为运动员着地速率。

$$K_1 v_1^2 = mg, v_1 = \sqrt{mg/K_1} = 20 \text{ m/s}$$

开伞后,运动员着地速率为 v_2 , $K_2 v_2^2 = mg$

$$v_2 = \sqrt{\frac{mg}{K_2}} = 5 \text{ m/s}$$

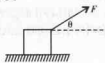


科学诊断

1. 双层巴士靠站后,上车乘客向上层的后方走动,此时,车的重心 ()

- A. 向前上方移动
B. 向后上方移动
C. 向上移动
D. 不变

2. 如图1-1-12所示,水平地面上的物体A,在斜向上的拉力F作用下,向右作匀速直线运动,则下列说法中正确的是 ()



- A. 物体A一定受到四个力作用
B. 物体A一定只受到三个力的作用
C. 物体A受到的滑动摩擦力的大小为 $F \cos \theta$
D. 水平地面对A的支持力的大小为 $F \sin \theta$

3. 如图1-1-13所示,位于斜面上的物块m在沿斜面向上的推力F作用下处于静止状态,则斜面作用于物块的摩擦力 ()



图 1-1-13

- A. 方向可能沿斜面向上
B. 方向可能沿斜面向下
C. 大小不可能为零
D. 大小可能等于F

4. (2004·全国)如图1-1-14所示,四个完全相同的弹簧都处于水平位置,它们的右端受到大小皆为F的拉力作用,而左端的情况各不相同:①中弹簧的左端固定在墙上;②中弹簧的左端受大小也为F的拉力作用;③中弹簧的左端挂

一小物块,物块在光滑的桌面上滑动;④中弹簧的左端拴一小物块,物块在有摩擦的桌面上滑动.若认为弹簧的质量都为零,以 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 依次表示四个弹簧的伸长量,则有

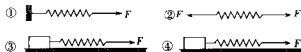


图 1-1-14

- A. $l_2 > l_1$ B. $l_4 > l_2$ C. $l_4 > l_3$ D. $l_2 = l_4$

5. 如图 1-1-15 所示,将质量为 m_1 和 m_2 的两个物体放在质量为 M 的斜面体的两侧,它们均处于静止状态,已知 $m_1 > m_2$,斜面 $\alpha < \beta$,下列判断中正确的是 ()

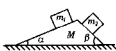


图 1-1-15

- A. m_1 对 M 的压力一定大于 m_2 对 M 的压力
B. m_1 对 M 的摩擦力一定大于 m_2 对 M 的摩擦力
C. 水平面对 M 的支持力一定等于 $(m_1 + m_2 + M)g$
D. 水平面对 M 的摩擦力一定等于零

6. 如图 1-1-16 所示,粗糙水平面上叠放着物体 A 和 B, A 和 B 间的接触面也是粗糙的. 如果用力 F 拉 B, 而 B 保持静止, 则此时



图 1-1-16

- A. B 和地面间的摩擦力为零, B 和 A 间的摩擦力也为零
B. B 和地面间的摩擦力为零, B 和 A 间的摩擦力等于 F
C. B 和地面间的摩擦力为 F , B 和 A 间的摩擦力也等于 F
D. B 和地面间的摩擦力为 F , B 和 A 间的摩擦力等于零

7. 重物放在倾斜的皮带传送机上, 它和皮带没有打滑, 如图 1-1-17 所示, 关于重物受到的静摩擦力的大小, 下列说法正确的是 ()



图 1-1-17

- A. 物体静止时受到的摩擦力一定小于它斜向上运动时受到的摩擦力

- B. 重物斜向上加速运动时, 加速度越大, 摩擦力一定越大
C. 重物斜向下加速运动时, 加速度越大, 摩擦力一定越大
D. 重物向上运动的速度越大, 摩擦力一定越大

8. 如图 1-1-18 所示, A、B 两木块质量分别为 1 kg 和 0.5 kg , A 与水平桌面间的最大静摩擦力为 2 N , 加在 A 上的水平拉力应为多大, 才能使 A、B 保持静止 ()



图 1-1-18

- A. 1 N B. 3 N
C. 6 N D. 9 N

9. 如图 1-1-19 所示, 水平地面的物体 M 上放着一个小物体 m , M 与 m 之间有一处于压缩状态的轻弹簧, 整个装置处于静止状态, 下列叙述中正确的是 ()

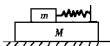


图 1-1-19

- A. M 对 m 的摩擦力方向向右
B. m 对 M 的摩擦力方向向左
C. 地面对 M 的摩擦力方向向右
D. 地面对 M 无摩擦力作用

10. 总质量为 M 的热气球, 半径为 R , 正在匀速下降, 已知气球内、外的空气密度分别为 ρ_1 、 ρ_2 , 为使气球匀速上升, 须从气球中减少多少质量的负荷?

11. 如图 1-1-20 所示, 两木块的质量分别为 m_1 和 m_2 , 两轻质弹簧的劲度系数分别为 k_1 和 k_2 , 上面木块压在上面的弹簧上 (但不拴接), 整个系统处于平衡状态. 现缓慢向上提上面的木块, 直到它刚离开上面弹簧. 在这过程中下面木块移动的距离为多少?

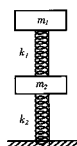


图 1-1-20

二、力的合成与分解



课前热身

1. (2005 · 江苏) 有两个共点力, $F_1 = 2\text{ N}$, $F_2 = 4\text{ N}$, 它们的合力 F 的大小可能是 ()

- A. 1 N B. 5 N C. 7 N D. 9 N

2. 如图 1-2-1 所示, 物块 M 通过与斜面平行的细绳与小物块 m 相连, 斜面的倾角 α 可以改变, 讨论物块 M 对斜面的摩擦力的大小, 则有 ()

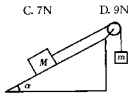


图 1-2-1

- A. 若物块 M 保持静止, 则 α 角越大, 摩擦力一定越大

- B. 若物块 M 保持静止, 则 α 角越大, 摩擦力一定越小
C. 若物块 M 沿斜面下滑, 则 α 角越大, 摩擦力越大
D. 若物块 M 沿斜面下滑, 则 α 角越大, 摩擦力越小

3. 如图 1-2-2 所示, 硬杆 BC 的一端固定在墙上的 B 点, 另一端装有滑轮 C, 重物 D 用绳拴挂通过滑轮固定于墙上的 A 点, 若杆、滑轮及绳的质量和摩擦均不计, 将绳的固定端从 A 点稍向下移, 则在移动过程中



图 1-2-2

- A. 绳的拉力不变, 滑轮对绳的作用力增大
B. 绳的拉力减少, 滑轮对绳的作用力增大
C. 绳的拉力、滑轮对绳的作用力都增大

D. 绳的拉力、滑轮对绳的作用力都不变

4. 如图1-2-3所示,轻绳的一端系在质量为 m 的物体上,另一端系在一个套在粗糙水平横杆MN上的圆环上,现用水平力 F 拉绳上一点,使物体从图中实线位置缓慢下降到图中虚线位置,但圆环仍保持在原来位置不动,则在这一过程中,水平拉力 F 、环与横杆的摩擦力 f 和环对杆的压力 N 的变化情况是 ()

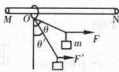


图 1-2-3

- A. F 逐渐增大, f 保持不变, N 逐渐增大
 B. F 逐渐增大, f 逐渐增大, N 保持不变
 C. F 逐渐减小, f 逐渐减小, N 保持不变
 D. F 逐渐减小, f 逐渐增大, N 逐渐减小



基础知识

1. 合力与分力

某一个力产生的效果如果跟几个力同时作用产生的效果相同,则这个力就叫做那几个力的合力,那几个力就叫做这个力的分力。合力和它的分力从力的作用效果上可以相互等效替代。

2. 力的合成与分解

(1) 求几个力的合力叫力的合成,求一个已知力的分力叫力的分解,力的合成和力的分解互为逆运算,都遵守平行四边形定则。

(2) 力的合成与分解除平行四边形定则外,还可以用力的三角形定则、正交分解法进行。

3. 力的平行四边形定则

用表示两个共点力 F_1 和 F_2 的线段为邻边作平行四边形,那么,这两个邻边之间的对角线就表示合力 F 的大小和方向。

(1) 两个共点力 F_1 和 F_2 的合力 F 的大小范围: $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$ 。

(2) F 随两个力的夹角 θ 的增大而减小 ($0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$)。

① 当 $\theta = 0^\circ$ 时最大,当 $\theta = 180^\circ$ 时最小,可见合力不一定大于分力;② 当 $\theta = 90^\circ$ 时, $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$;③ 当 $\theta = 120^\circ$ 且 $F_1 = F_2$ 时, $F = F_1 = F_2$ 。

4. 力的分解条件

(1) 按力产生的作用效果进行分解;

(2) 按问题的需要进行分解。

【例1】将一个20N的力进行分解,其中一个分力的方向与这个力成 30° 角,试讨论:

(1) 另一个分力的大小不会小于多少?

(2) 若另一个分力的大小是 $\frac{20}{3}\sqrt{3}$ N, 则已知方向的分力的大小是多少?

解析:(1) 根据已知条件,可作图1-2-4(a)如下,合力 F 与它的两个分力要构成一个三角形, F 的末端到直线 OA 的最短距离表示那个分力的最小值,即过 F 末端作 OA 的垂线,构成一个直角三角形,如图1-2-4(b)所示,由几何关系知: $F_2 = 10$ N。

(2) 当另一个分力大小为 $\frac{20}{3}\sqrt{3}$ N 时,由于 $10\text{N} < \frac{20}{3}\sqrt{3}\text{N} < 20\text{N}$, 根据力的三角形法则,则可以组成两个不同的三角形,如图1-2-4(c)所示。

根据正弦定理,可以求出 $F_1 = \frac{40\sqrt{3}}{3}$, $F_1' = \frac{20\sqrt{3}}{3}$ N

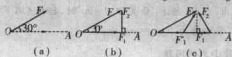


图 1-2-4



重要能力

1. 共点力的合成

【例2】如图1-2-5所示,均匀杆AB重为 G ,A端用细绳吊在O点,在B端加一个水平力 F ,使AB静止,此时杆与水平方向夹角为 α ,细绳与竖直方向成 θ 角,则 ()

- A. 拉力 F 一定大于 G
 B. 绳子拉力 T 一定大于 G
 C. AB 杆与水平夹角 α 必小于 θ
 D. F 足够大时,细绳可在水平方向上

图 1-2-5

解析: 杆AB受到重力、OA细绳的弹力和水平力 F ,由共点力作用下物体的平衡条件知:此三个力的作用线一定交于一点,由力的平行四边形定则可得如图1-2-6的受力分析图,在直角三角形中,斜边 T 大于 F 和 G ,答案为B。

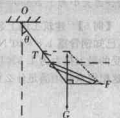


图 1-2-6

2. 关于运用图解法分析力的动态变化问题

【例3】如图1-2-7所示,质量为 m 的球放在倾角为 α 的光滑斜面上,试分析挡板OA与斜面间的倾角 β 多大时,OA所受压力最小?

解析:虽然题目问的是挡板OA的受力情况,但若直接以挡板为研究对象,因挡板所受压力均为未知力,将无法得出结论。

以球为研究对象,球所受重力 G 产生的效果有两个:对斜面产生了压力 F_1 与对挡板产生了压力 F_2 ,根据重力

产生的效果分解,如图1-2-8所示。



图1-2-7



图1-2-8

当挡板与斜面的夹角 β 由图示位置变化时, F_1 大小改变,但方向不变,始终与斜面垂直; F_2 的大小、方向均改变,图中画出一系列虚线表示变化的 F_2 ,由图1-2-8可以看出,当 F_2 与 F_1 垂直即 $\beta=90^\circ$ 时,挡板 OA 所受压力为最小,最小压力 $F_{\min}=mg \sin \alpha$ 。

3. 最小力的问题

【例4】甲乙两人分别在两岸用绳拉小船在河流中行驶,如图1-2-9所示,已知甲的拉力为 800N,方向与航向夹角为 30° ,要保持小船能在河流正中间沿直线行驶,乙怎样用力最小? 其最小的力为多大? 此时小船受到两人拉力的合力为多大?



图1-2-9

解析:要使小船能沿河流正中间直线行驶,两个拉力的合力方向应指向航向,因此,本题属于已知一个分力的大小和方向以及合力的方向,求另一个分力最小时的大小和方向的问题。根据题意作出平行四边形,当 F_2 与航向垂直时,乙用力最小,且最小的力为 $F \sin 30^\circ=400\text{N}$,此时合力大小为 $F \cos 30^\circ=400\sqrt{3}\text{N}$ 。

【例5】建筑工地上起重机吊钢管,如图1-2-10所示,已知钢管重 $1.8 \times 10^4\text{N}$,长 2m,厚度可忽略不计,绳索能承受的最大拉力为 $1.5 \times 10^4\text{N}$ 。为使起重机能吊起钢管,那么这根绳索必须满足什么要求?

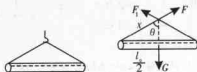


图1-2-10

解析:这是一根绳穿过钢管打结而成,当 $F=F_1=F_2=1.5 \times 10^4\text{N}$ 时,绳索长度最短,即为绳索所必须满足的最短长度,设为 L_x 。

根据题意,起重机匀速提升钢管时,绳索的拉力 F_1 和 F_2 的合力应与钢管重力相等,即有 $2F \cos \theta = G$

$$\text{解得 } \cos \theta = \frac{G}{2F} = \frac{1.8 \times 10^4 \text{ N}}{2 \times 1.5 \times 10^4} = 0.6$$

$$\text{则 } \sin \theta = 0.8 = \frac{l_0}{x}, \text{ 所以 } x = 1.25 \text{ m}$$

$$\text{故绳的总长度 } l_x = 2x + l_0 = 2 \times 1.25 \text{ m} + 2 \text{ m} = 4.5 \text{ m}$$



高考前瞻

1. 极值问题

【例6】举重运动中保持杠铃的平衡十分重要。如图1-2-11所示,若运动员举起 1800N 的杠铃后双臂保持 106° 角,处于平衡状态,此时运动员两手臂受力各是多大? ($\sin 53^\circ = 0.8$, $\cos 53^\circ = 0.6$)



图1-2-11

解析:取杠铃为研究对象,受到重力和两手臂对它的作用力,如图1-2-12所示。将它们移到同一点,再把两个 N 合成,得到图1-2-13所示的菱形,加一条辅助线后

$$\text{得到 4 个直角三角形,所以, } N = \frac{\frac{G}{2}}{\cos 53^\circ} = \frac{900}{0.6} \text{ N} = 1500 \text{ N}$$

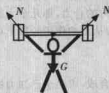


图1-2-12



图1-2-13

2. 相似三角形问题

【例7】一轻杆 OB, 其 O 端用光滑铰链铰于固定竖直杆 OA 上, B 端挂一重物, 且系一细绳, 细绳跨过杆顶 A 处的光滑小滑轮, 用力 F 拉住, 如图1-2-14所示。现将细绳缓慢往左拉, 使杆 OB 与杆 OA 的夹角 θ 逐渐减小。则在此过程中, 拉力 F 及杆 OB 所受压力 N 的大小变化情况如何?

解析: B 端受物体的拉力 ($T=G$)、OB 杆的弹力 N 和绳子 AB 的拉力 F, 如图1-2-15所示, 将 T 与 N 合成为 F。



图1-2-14

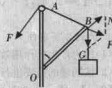


图1-2-15

得到力的矢量三角形, 它与几何三角形 ABO 是相似三角形, 对应边成比例, 所以, $\frac{T}{OA} = \frac{F}{AB} = \frac{N}{OB}$, 而 $T=G$, OA、OB 是不变的, AB 减小, 所以 F 减小, N 不变(其反作用力也不变)。



科学诊断

1. 下列关于分力和合力的说法中,正确的是 ()

A. 分力与合力同时作用在物体上
B. 分力同时作用在物体上时产生的效果与合力单独作用在物体上时产生的效果相同

C. 合力总是大于分力

D. 合力可能大于、等于或小于任一分力

2. 两个共点力的合力 F 随它的两个分力之夹角 θ 变化而改变的图线如图 1-2-16 所示,则这两个分力的大小分别为 ()

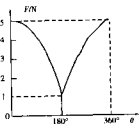


图 1-2-16

A. 1N 和 2N

B. 2N 和 3N

C. 1N 和 5N

D. 2N 和 4N

3. 将一个已知的力分解,下列情况中一定具有唯一解的是 ()

A. 已知两个分力的方向,并且不在同一直线上

B. 已知一个分力的大小和方向

C. 已知一个分力的大小和另一个分力的方向

D. 已知二个分力的大小(可以分解为这两个力)

4. 如图 1-2-17 所示,两根轻绳 AO 与 BO 所能承受的最大拉力大小相同,轻绳长度 $AO < BO$,若把所吊电灯的重力逐渐增大,则 ()

A. AO 绳先被拉断

B. BO 绳先被拉断

C. AO 绳和 BO 绳同时被拉断

D. 条件不足,无法判別

5. 如图 1-2-18 所示,把重为 20N 的物体静置在倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的粗糙斜面上,物体用轻弹簧相连,弹簧的一端固定,若物体与斜面间的最大静摩擦力为 12N,则弹簧弹力可能为 ()



图 1-2-17

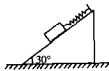


图 1-2-18

- A. 22N,方向沿斜面向上 B. 2N,方向沿斜面向上
C. 2N,方向沿斜面向下 D. 0

6. 如图 1-2-19 所示, AO、BO、CO 为三条完全相同的细绳,并将钢梁水平吊起,若钢梁足够重,使绳 OA 先断,则 ()

A. $\theta = 120^\circ$

B. $\theta > 120^\circ$

C. $\theta < 120^\circ$

D. 不论 θ 为何值, AO 总先断

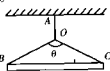


图 1-2-19

7. (2004 · 安徽) 如图 1-2-20 所示 a、b 是两个位于固定斜面上的正方形物块,它们的质量相等, F 是沿水平方向作用于 a 上的外力,已知 a、b 的接触面, a、b 与斜面的接触面都是光滑的. 正确的说法是 ()

A. a、b 一定沿斜面向上运动

B. a 对 b 的作用力沿水平方向

C. a、b 对斜面的正压力相等

D. a 受到的合力沿水平方向的分力等于 b 受到的合力沿水平方向的分力

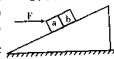


图 1-2-20

8. 如图 1-2-21 所示,水平杆 OA 质量不计,保持水平,杆的左端 A 穿入一个光滑水平轴, OB 绳与水平方向成 30° 夹角,在 O 点悬挂一个重为 100N 的物体,则 OA 杆和 OB 绳受到的力的大小分别为 ()

A. $100\sqrt{3}$ N; 200N

B. $\frac{100}{3}$ N; 200N

C. 50N; $100\sqrt{3}$ N

D. $100\sqrt{3}$ N; 200N

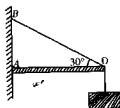


图 1-2-21

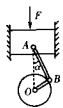


图 1-2-22

9. 汽缸内的可燃气体点燃后膨胀,对活塞的推力 $F = 1100$ N,连杆 AB 与竖直方向间夹角为 $\alpha = 30^\circ$,如图 1-2-22 所示,这时活塞对连杆 AD 的推力 $F_1 =$,对汽缸壁的压力 $F_2 =$.

10. 一根 1m 长的轻绳,一端固定于墙上,一端用手提在同一水平面上,现于绳中点挂 50N 的重物. 问:

(1) 能否在手中以 30N 的力提起重物? 此时绳两端点间水平距离多大?

(2) 若绳能承受的最大拉力为 60N,那么挂 50N 重物时,绳是否可能拉断? 如能拉断,则此时绳两端点间的水平距离为多大?

三、共点力作用下的平衡问题



课前热身

1. 三段不可伸长的细绳 OA、OB、OC 能承受的最大拉力相同。它们共同悬挂一重物，如图 1-3-1 所示，其中 OB 是水平的，A 端、B 端固定，若逐渐增加 C 端所挂物体的质量，则最先断的绳 ()

- A. 必定是 OA B. 必定是 OB C. 必定是 OC D. 可能是 OB，也可能是 OC

图 1-3-1

2. 手握轻杆，杆的另一端安装有一个光滑的小滑轮 C，支持着悬挂重物的绳子，如图 1-3-2 所示。现保持滑轮 C 的位置不变，使杆向下转动一个角度，则杆对滑轮 C 的作用力将 ()

- A. 变大 B. 不变 C. 变小 D. 无法确定

图 1-3-2

3. 如图 1-3-3 所示，在用力 F 拉小船匀速靠岸的过程中，若水的阻力保持不变，下列叙述正确的是 ()

- A. 小船受的合外力保持不变
B. 绳子拉力 F 不断增大
C. 绳子拉力 F 保持不变
D. 船的浮力不断减小

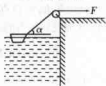


图 1-3-3



基础知识

一、平衡条件

物体所受合外力 F 为零，即 $F=0$ 。

二、解决问题的方法

1. 正交分解法

$$F_x=0 \quad F_y=0 \quad F=\sqrt{F_x^2+F_y^2} \quad \tan\theta=\frac{F_y}{F_x}$$

2. 解析法

根据物体的平衡条件列方程，解方程时运用数学知识进行相关讨论。

3. 图解法

即根据物体的平衡条件作出力的矢量图。

三、基本题型

1. 求最大力问题

【例 1】如图 1-3-4 所示，能承受最大拉力为 10 N 的细线 OA 与竖直方向成 45° 角，能承受最大拉力为 5 N 的细线 OB 水平，细线 OC 能承受足够的拉力，为使 OA、OB 均不被拉断，OC 下端所悬挂物体的最

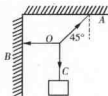


图 1-3-4

大重力是多少？

解析：取 O 点为研究对象，受力分析如图 1-3-5 所示，假设 OB 不会被拉断，且 OA 上的拉力先达到最大值，即 $F_1=10$ N。

根据平衡条件有

$$F_2=F_{1\max}\cos 45^\circ=10\times\frac{\sqrt{2}}{2}\text{N}=7.07\text{N}$$

图 1-3-5

由于 F_2 大于 OB 能承受的最大拉力，所以在物重逐渐增大时，细线 OB 先被拉断。再假设 OB 线上的拉力刚好达到最大值（即 $F_{2\max}=5\text{N}$ ），处于将被拉断的临界状态，根据平衡条件有 $F_1\cdot\cos 45^\circ=F_{2\max}$ ， $F_1\sin 45^\circ=F_3$ 。

再选重物为研究对象，根据平衡条件有 $F_3=G_{\max}$ 。

以上三式联立解得悬挂最大重力为 $G_{\max}=F_{2\max}=5\text{N}$ 。

2. 求力的范围问题

【例 2】如图 1-3-6 所示，小球质量为 m ，用两根轻绳 OB、OC 系好后，将绳固定在竖直墙上，在小球上加一个与水平方向夹角为 60° 的力 F ，使小球平衡时，两绳均伸直且夹角为 60° ，则力 F 的大小应满足什么条件？



图 1-3-6



图 1-3-7

解析：小球受力如图 1-3-7 所示，根据物体平衡条件可得：

$$\text{水平方向：} F\cos 60^\circ - T_1\cos 60^\circ = T_2 \quad \text{①}$$

$$\text{竖直方向：} F\sin 60^\circ + T_1\sin 60^\circ = mg \quad \text{②}$$

$$\text{由①②得：} T_1 = \frac{mg}{\sin 60^\circ} - F \quad \text{③}$$

$$T_2 = 2F\cos 60^\circ - mg\cot 60^\circ \quad \text{④}$$

绳 OC 伸直的条件的为 $T_2 \geq 0$ ，由④得

$$F \geq \frac{mg}{2\sin 60^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$$

绳 OB 伸直的条件的为 $T_1 \geq 0$ ，由③得

$$F \leq \frac{mg}{2\sin 60^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{3}mg$$

故力 F 的大小应满足的条件为

$$\frac{\sqrt{3}}{3}mg \leq F \leq \frac{2\sqrt{3}}{3}mg$$

3. 分析临界值

【例3】如图1-3-8所示,两根固定的水平放置的光滑硬杆OA与OB夹角为 θ ,在杆上套有两个小环P与Q,两环间用绳子连接,现用恒力F沿OB方向拉环Q,当两环平衡时,绳中的张力多大?

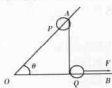


图 1-3-8



图 1-3-9

解析:当P环平衡时,竖直方向受重力与(竖直)支持力而平衡。在水平面内P环受绳子的拉力和杆的(水平)支持力而平衡,因OA杆对P环的(水平)支持力与杆垂直,绳的拉力与杆垂直,对Q环,竖直方向受重力、(竖直)支持力而平衡,在水平面内其受到三个力,如图1-3-9,由平衡条件得: $F_T \sin \theta = F$,所以 $F_T = \frac{F}{\sin \theta}$



重要能力

1. 求质量的取值范围

【例4】跨过光滑定滑轮的轻绳两端,分别系着物体A和物体B,物体A放在倾角为 α 的斜面上(图1-3-10),已知物体A的质量为M,物体A与斜面的动摩擦因数为 μ ($\mu < \tan \alpha$),要使物体A静止在斜面上,求物体B的质量的取值范围。

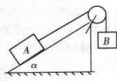


图 1-3-10

解析:当B物体质量较大时,A物体有可能沿斜面上滑,取将要上滑的临界状态,此时以B物体为研究对象: $T = M_B g$

$$\begin{cases} N - Mg \cos \alpha = 0 \\ T - f_m - Mg \sin \alpha = 0 \\ f_m = \mu N \end{cases}$$

由以上各式可解得:B物体的最大质量:

$$M_B = M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

当B物体质量较小时,A物体有可能沿斜面下滑,取将要下滑的临界状态,进行受力分析,同样可解得B物最小质量: $M_B = M(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

综上,B物体的质量取值范围为:

$$M(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \leq M_B \leq M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

2. 多解问题

【例5】(2004·江苏)如图1-3-11所示,半径为R、圆心为O的大圆环固定在竖直平面内,两个轻质小圆环套在大圆环上。一根轻质长绳跨过两个小圆环,它的两端都系上质量为m的重物,忽略小圆环的大小。

(1)将两个小圆环固定在大圆环竖直对称轴的两侧 $\theta = 30^\circ$ 的位置上。在两个小圆环间绳子的中点C处,挂上一个

质量 $M = \sqrt{2}m$ 的重物,使两个小圆环间的绳子水平,然后无初速释放重物M,设绳子与大、小圆环间的摩擦均可忽略,求重物M下降的最大距离。

(2)若不挂重物M,小圆环可以在大圆环上自由移动,且绳子与大、小圆环间及大、小圆环之间的摩擦均可以忽略,问两个小圆环分别在哪些位置时,系统可处于平衡状态?

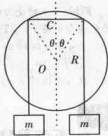


图 1-3-11

解析:(1)重物向下先做加速运动,后做减速运动,当重物速度为零时,下降的距离最大,设下降的最大距离为h,由机械能守恒定律得:

$$Mgh = 2mg(\sqrt{h^2 + (R \sin \theta)^2} - R \sin \theta)$$

解得 $h = \sqrt{2}R$ 。(另解 $h = 0$ 舍去)

(2)系统处于平衡状态时,两小环的可能位置为:

- 两小环同时位于大圆环的底端;
- 两小环同时位于大圆环的顶端;
- 两小环一个位于大圆环的顶端,另一个位于大圆环的底端;

d. 除上述三种情况外,根据对称性可知,系统如能平衡,则两小圆环的位置一定关于大圆环竖直线对称。设平衡时,两小圆环在大圆环竖直线对称轴两侧 α 角的位置上(如图1-3-12所示)。对于重物m,受绳子拉力T与重力mg作用,有 $T = mg$ 。

对于小圆环,受到三个力的作用,水平绳子的拉力T、竖直绳子的拉力T、大圆环的支持力N。两绳子的拉力沿大圆环切向的分力大小相等,方向相反, $T \sin \alpha = T \sin \alpha'$

得 $\alpha = \alpha'$, 而 $\alpha + \alpha' = 90^\circ$, 所以 $\alpha = 45^\circ$

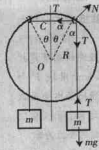


图 1-3-12

3. 小量放大问题

【例6】电梯修理员、牵引专家等,常需要知道绳(或金属线)中的张力T,可又不便到绳(或线)的自由端去测量。现某家公司制造了一种夹在绳上的仪表(图中B、C为该夹子的横截面),测量时,只要如图1-3-13那样用一硬杆竖直向上作用在绳上的某点A,使绳产生一个微小偏移量a,借助仪表很容易测出这时绳对硬杆的压力F,现测得该微小偏移量为 $a = 12 \text{ mm}$, BC间的距离为 $2L = 250 \text{ mm}$,绳对横杆的压力为 $F = 300 \text{ N}$,试求绳中的张力T。

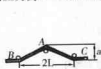


图 1-3-13

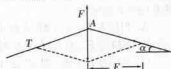


图 1-3-14