

锦囊妙解

中学生 数理化 系列

主编/毛宗致

PHYSICS

全
本
解
读
青
岛
特
级
理
科
名
师
点
评



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





中学生数理化系列

不可不读的题

高考物理

总 策 划	司马文				
丛书主编	万强华				
编 委	毛宗致	徐水秀	李华荣	李 敏	
	徐奇峰	盛文英	胡金有	陈秀梅	
	王孟槐	赖圣宝	陈国芬	胡利华	
	钟庐文	顾 文	胡纪明		
本册主编	毛宗致				
编 者	刘付媛	郭腾金	钟福苟		
	钟卫军	梁北滨			



机械工业出版社

本书是“锦囊妙解中学生数理化系列”的《不可不读的题 高考物理》分册,它体现了新课标改革精神,不受任何版本限制。书中每章节按选择题、填空题、解答题等题型(不包括实验题)分开编写。题目内容选取大部分以近两年的高考题为主,经典题为辅。题型全,解析简要,解答规范。本书内容新颖,题材广泛,目的是要从本质上提高学生的知识理解能力、分析问题和解决问题的能力。

图书在版编目(CIP)数据

不可不读的题·高考物理/毛宗致主编. —北京:机械工业出版社, 2006.6

(锦囊妙解中学生数理化系列)

ISBN 7-111-18934-5

I. 不... II. 毛... III. 物理课—高中—习题—升学参考资料 IV. G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 056589 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:石晓芬 责任编辑:郑文斌

责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2006 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm × 230mm · 8.625 印张 · 430 千字

定价: 17.50 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

编辑热线 (010) 88379037

封面无防伪标均为盗版

前言

Preface

武林竞技,想要取胜,或“一把枪舞得风雨不透”,或有独门绝技,三招之内,挑敌于马下。古有“锦囊妙计”,今有“锦囊妙解”辅导系列。继“锦囊妙解——中学生英语系列”、“锦囊妙解——中学生语文系列”之后,我们又隆重推出了“锦囊妙解——中学生数理化系列”。

这是一套充满智慧的系列丛书,能使你身怀绝技,轻松过关斩将,技增艺长。这更是一套充满谋略的系列丛书,能使你做到“风雨不透”,意外脱颖而出,圆入名校梦。

这套丛书紧密结合教材内容,力求将教学要求和实际中高考要求完美结合。在体例设计、内容编排、方法运用、训练考查等方面都充分考虑各个年级学生的实际,由浅入深,循序渐进,稳步提高,并适度、前瞻性地把握中高考动态和趋向,在基础教学中渗透中高考意识。

本丛书作者均为多年在初中、高中一线教学的精英,每册都由有关专家最后审稿定稿。

本套丛书按中高考数、理、化必考的知识点分成三大系列:《不可不读的题》、《不可不知的素材》和《不可不做的实验》。从七年级到高考,按数学、物理、化学分类,配套中学新课标教材,兼顾老教材,共有 36 册。

本丛书有如下特点:

1. 选材面广,知识点细,针对性强

在《不可不读的题》中,我们尽量选用当前的热点题,近几年各地的中高考题,并有自编的创新题。在《不可不知的素材》中,我们力求做到:知识面广、知识点细而全、知识网络清晰,并增加一些中高考的边缘知识和前瞻性知识。在《不可不做的实验》中,我们针对目前中学生实验水平低、实验技能差、实验知识缺乏的情况,结合课本教材的知识网络,详细而全面地介绍了实验:有实验目的、原理、步骤、仪器,实验现象、结论、问题探讨,并增加了实验的一般思路和方法。除介绍课本上的学生实验和教师的演示实验外,还增加了很多中高考中出现的课外实验和探究实验。

2. 指导到位

本丛书在指导学生处理好学习中的基础知识的掌握、解题能力的娴熟、实验能力的提高方面,有意想不到的功效。选择本丛书潜心修炼,定能助你考场上游



刃有余,一路顺风,高唱凯歌。

3. 目标明确

在强调学生分析问题和解决问题能力的同时,在习题、内容上严格对应中高考命题方式,充分体现最新中高考的考试大纲原则和命题趋势。

梦想与你同在,我们与你同行。我们期盼:静静的考场上,有你自信的身影。我们坚信:闪光的金榜上,有你灿烂的笑颜。

本丛书特邀江西师范大学附属中学高级教师、南昌市学科带头人万强华担任主编。本分册由毛宗致主编。

我们全体策编人员殷切期待广大读者对丛书提出宝贵意见。无边的学海仍然警示着我们:只有不懈努力,才会取得胜利,走向辉煌。

编 者
2006年6月

目 录

Contents

前言

第一章 力 物体的平衡 1

第一节 力的基本概念 1

第二节 力的合成与分解 5

第三节 物体的受力分析 7

第四节 共点力作用下物体
的平衡 10

第二章 直线运动 22

第一节 运动学的基本概念
匀速直线运动 22

第二节 匀变速直线运动的规律
及应用 24

第三节 自由落体运动和竖直
上抛运动 34

第四节 运动图像相遇与追赶问题
..... 40

第三章 运动和力 45

第一节 惯性 牛顿第一定律 45

第二节 牛顿第二定律及应用 46

第三节 失重和超重 61

第四章 曲线运动 万有引力 64

第一节 物体做曲线运动的条件
运动的合成和分解 64

第二节 平抛运动 68

第三节 圆周运动 74

第四节 万有引力定律及应用 82

第五章 机械能 88

第一节 功和功率 88

第二节 动能 动能定理 92

第三节 势能 机械能守恒定律 97

第六章 动量 103

第一节 动量和冲量

动量定理 103

第二节 动量守恒定律 108

第三节 动量 功能关系的
综合应用 115

第七章 机械振动和机械波 125

第一节 机械振动 125

第二节 机械波 132

第八章 热学 140

第一节 分子热运动
热和功 140

第二节 气体的状态
和状态参量 144

第九章 电场 147

第一节 库仑定律 147

第二节 电场的力的性质 150

第三节 电场的能的性质 153

第四节 静电屏蔽 电容器 158

第五节 带电粒子在电场中
的运动 160

第十章 恒定电流 169

第一节 电流 欧姆定律
电阻定律 169

第二节 电功和电功率
部分电路的计算 171

第三节 闭合电路的
欧姆定律 175

第四节 电表的改装



电阻的测量	185
第十一章 磁场	188
第一节 磁场的基本性质 ...	188
第二节 磁场对电流 的作用	190
第三节 磁场对运动电荷 的作用	195
第四节 带电粒子在复合场中 的运动	201
第十二章 电磁感应	208
第一节 电磁感应现象与感应 电流方向的判定 ...	208
第二节 法拉第电磁感应定律 自感	214
第三节 电磁感应与电路规律 的综合应用	219
第四节 电磁感应与力学规律 的综合应用	225

第十三章 交流电 电磁振荡和电磁波	231
第一节 交流电的产生和 规律	231
第二节 变压器 电能的 输送	235
第三节 电磁场和电磁波 ...	240
第十四章 光的传播	243
第一节 光的直线传播 光的反射	243
第二节 光的折射 全反射	245
第十五章 光的波动性和粒子性 ...	252
第一节 光的波动性	252
第二节 光电效应 光的波粒 二象性	255
第十六章 原子和原子核	259
第一节 原子的结构	259
第三节 原子核	263

第一章 力 物体的平衡

第一节 力的基本概念

一、选择题

题 1 关于力的下列说法中正确的是

()

- A. 力是物体对物体的作用
- B. 力是使物体产生形变和改变运动状态的原因
- C. 只有互相接触的物体才存在相互作用力
- D. 若一物体是施力物体,则该物体一定同时也是受力物体

解 力是物体对物体的作用.力不能脱离物体而存在,这是力的物质性.一个物体受到力的作用,一定有另一个物体对它施加这种作用,前者是受力物体,后者是施力物体.只要有力发生,就一定同时存在受力物体和施力物体,但两者只具有相对意义,因为力是物体间的相互作用,施力物体同时也受到力的作用,因此它也是受力物体.物体之间的相互作用通过推、拉、挤、压、阻碍、吸引、排斥等方式实现的,这种作用可以是在直接接触的物体间产生,又可以在互相不接触的物体间产生,一个物体是否受力,就看它是否受到这种作用,不能以接触与否简单定论.作用在物体上的力可以使物体发生形变,也可以使物体改变运动状态,即产生加速度.故 A、B、D 选项正确.

题 2 关于重力的下列说法中正确的是

()

- A. 重力是由于地球的吸引而产生的,它的方向不一定指向地心
- B. 只有静止在地球上的物体才受到重力
- C. 质量大的物体受到的重力一定比质量

小的物体受到的重力大

- D. 物体对支持面的压力大小一定等于物体的重力大小

解 重力是由于地球对物体的吸引而使物体受到的力.严格地说,重力是地球对物体吸引力的一个分力,另一个分力提供物体随地球自转做匀速圆周运动的向心力.所以重力是由于地球的吸引而产生的,地球对物体的引力指向地心,但重力不一定指向地心,只有当物体处于地球的两极时重力才指向地心.万有引力是普遍存在于宇宙间一切有质量的物体之间的,故地球上的一切物体都要受到地球的吸引,都受到重力的作用,与物体所处的运动状态无关.在同一地方,重力与质量成正比,即 $G=mg$,但在不同的地方,重力加速度 g 不一定相同,质量大的物体所受的重力不一定大.当物体静止在水平支持面上时,物体对支持面的压力大小等于物体重力的大小,否则,就不一定相等.故只有 A 选项正确.

题 3 关于物体重心的下列说法中正确的是 ()

- A. 物体各部分所受重力的合力集中于一点,该点即为物体的重心
- B. 有规则形状的物体,重心即是其几何中心
- C. 物体的重心可能不在该物体上
- D. 物体的形状不变,当它被举高或倾斜时,重心在物体上位置不变

解 重心就是指重力在物体上的作用点,即物体各部分所受重力的合力的作用点.重心的位置由物体的形状和质量分布共同决定,只有质量分布均匀、形状规则的物体,重心才在其几何中心;有规则形状的物体,其质量不一

定分布均匀,故重心不一定在其几何中心.物体的重心不随其所在位置变化而变化,且可在物体上,也可能在物体外,如均匀圆环、呼啦圈等.故 A、C、D 选项正确.

题 4 关于弹力,下列说法中正确的是

- () ☆
- A. 相互接触的物体间一定有弹力作用
 - B. 只有受弹簧作用的物体才受弹力作用
 - C. 只有发生弹性形变的物体,才会对它接触的物体产生弹力作用
 - D. 弹簧的弹力总跟弹簧的伸长量成正比

解 弹力总是产生于相互接触且发生弹性形变的物体之间,二者缺一不可,只要满足弹力产生的条件,不论接触的是何物体,均受弹力作用.但相互接触的物体间不发生弹性形变,仍不会产生弹力作用.只有在弹性限度内,弹簧的弹力总是跟弹簧的伸长量成正比.故只有选项 C 正确.

题 5 如图 1-1 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 ()

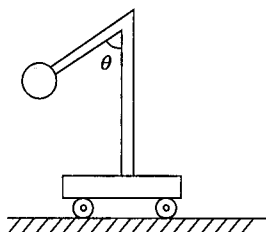


图 1-1

- A. 小车静止时, $F = mg \cos \theta$, 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 小车静止时,由物体的平衡条件知此时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 1-2 所示,根据牛顿第二定律有

$$F \sin \alpha = ma, F \cos \alpha = mg,$$

两式相除可得 $\tan \alpha = a/g$, 只有当球的加速度 $a = g \tan \theta$ 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受重力 mg 和杆对球的作用力 F 的合力大小为 ma ,方向水平向左,根据力的合成,这三力构成图 1-3 所示矢量三角形, $F = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}$, 方向斜向左上方,与竖直方向的夹角为 $\alpha = \arctan(ma/mg) = \arctan(a/g)$. 故只有 D 选项正确.

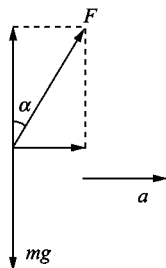


图 1-2

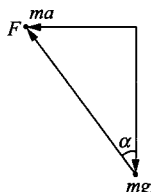


图 1-3

题 6 关于静摩擦力的下列说法中正确的是 ()

- A. 两个相对静止的物体间一定存在静摩擦力
- B. 受静摩擦力作用的物体一定是静止的
- C. 静摩擦力一定是阻力
- D. 在压力一定的条件下,物体受到的静摩擦力是可以变化的,但有一定程度

解 静摩擦力是指一个物体在另一个物体表面上,有相对运动趋势时产生的阻碍这种相对运动趋势的力.因此,静摩擦力产生的条件是:(1)两物体互相接触,互相挤压;(2)有相

对运动趋势.二者缺一不可,如通过传送带传动装置将粮食运往高处,粮食虽然相对传送带静止,但有沿传送带向下的运动趋势,故受到沿传送带向上的静摩擦力,这个静摩擦力就是粮食沿传送带上升的动力.静摩擦力是被动力,随主动外力的变化而变化,它的变化范围从零到最大静摩擦力,如用水平力推地面上的桌子,桌子仍静止不动,静摩擦力的大小等于水平推力,推力减小,静摩擦也相应减小. D 正确.

题 7 下列关于物体受静摩擦力作用的叙述中,正确的是 ()

- A. 静摩擦力的方向一定与物体的运动方向相反
- B. 静摩擦力的方向不可能与物体运动方向相同
- C. 静摩擦力的方向可能与物体运动方向垂直
- D. 静止物体所受静摩擦力一定为零

解 静摩擦力的方向用物体相对哪个方向有运动趋势较难确定时,可利用物体摩擦力产生的效果进行判断.静摩擦力的方向是与物体相对运动趋势的方向相反而不是与物体运动方向相反.例如依靠静摩擦力而运动的物体其摩擦力方向与物体运动方向是相同的.人走路就是靠静摩擦力向前运动的.人受的静摩擦力方向与人前进(运动)方向相同,由此可知 A、B、D 都是错误的, C 是正确的.对于 C,我们可以找出静摩擦力的方向与物体运动方向垂直的例子,例如静止在水平转盘上的物体以及正在转弯(做圆周运动)的汽车,受到向里的静摩擦力与运动方向垂直.

题 8 把一重为 G 的物体用一个水平的推力 $F = kt$ (k 为恒量, t 为时间) 压在竖直的足够高的平整的墙上,如图 1-4 所示.从 $t=0$ 开始物体所受的摩擦力 $F_{\text{摩}}$ 随 t 的变化关系是图 1-5 中

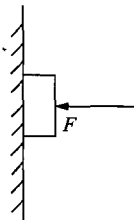


图 1-4

的

()

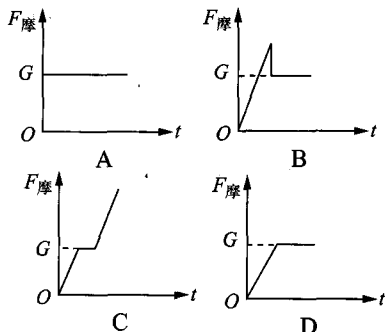


图 1-5

解 当墙壁对物体的摩擦力小于重力时,物体加速下滑;当摩擦力增大到等于物体重力时,物体加速度减小到零,速度达最大值;当摩擦力大于物体重力时,物体减速下滑.在上述物理过程中,物体受到的摩擦力都是滑动摩擦力,其大小为 $F_{\text{摩}} = \mu F = \mu kt$.也就是说,在上述物理过程中, $F_{\text{摩}}$ 正比于 t ,是一段过原点的直线.当物体的速度减小为零后,物体静止,物体受到的摩擦力是静摩擦力,根据平衡条件可知,静摩擦力的大小等于物体重力.所以正确答案是 B.

二、解答题

题 9 如图 1-6 所示,质量为 m 的物块与甲、乙两个轻弹簧相连,乙弹簧下端与地相连,其劲度系数分别为 k_1 、 k_2 .现用手拉甲的上端 A,使它缓缓上移.当乙弹簧的弹力为原来的 $2/3$ 时,甲上端 A 移动的距离是多少?

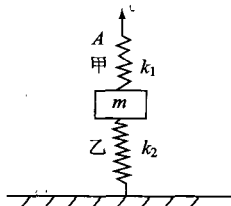


图 1-6



解 乙原处于被压缩状态,其压缩量 $x_0 = \frac{mg}{k_2}$. 当拉甲缓缓上移使乙弹簧的弹力减为原来的 $\frac{2}{3}$ 时,有两种情况:乙弹簧可处于压缩和伸长两种状态.

(1) 乙仍处于被压缩状态,则此时甲的弹力和伸长量分别为

$$F_1 = mg - F_2 = mg - \frac{2}{3}mg = \frac{1}{3}mg,$$

$$x_1 = \frac{F_1}{k_1} = \frac{mg}{3k_1},$$

乙弹簧上端的位移为

$$x_2 = \frac{\frac{1}{3}mg}{k_2} = \frac{mg}{3k_2},$$

所以,A 端上移的距离

$$H_A = x_1 + x_2 = \frac{mg}{3} \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right).$$

(2) 乙处于被拉伸状态,则此时甲的弹力和伸长量分别为

$$F'_1 = mg + F_2 = mg + \frac{2}{3}mg = \frac{5}{3}mg,$$

$$x'_1 = \frac{F'_1}{k_1} = \frac{5mg}{3k_1},$$

乙弹簧上端的位移为

$$x'_2 = x_0 + \frac{2mg}{3k_2} = \frac{5mg}{3k_2},$$

所以,A 端上移的距离

$$H'_A = x'_1 + x'_2 = \frac{5mg}{3} \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right).$$

题 10 如图 1-7 所

示,传送带与水平面的夹角为 $\alpha = 37^\circ$,并以 $v = 10\text{m/s}$ 的速度匀速运动着,在传送带的 A 端轻轻地放一小物

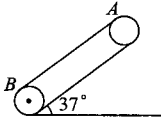


图 1-7

体,若已知物体与传送带间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$,A、B 间的距离 $s = 16\text{m}$ ($g = 10\text{m/s}^2$), $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$. 求:

(1) 若转动方向为顺时针方向,则小物体从 A 端运动到 B 端所需要的时间.

(2) 若转动方向为逆时针方向,则小物体从 A 端运动到 B 端所需要的时间.

解 (1) 若转动方向为顺时针方向,则物体的受力如图 1-8 所示,物体沿传送带所在的斜面方向做匀加速直线运动,加速度为:

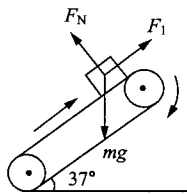


图 1-8

$$\begin{aligned} a &= g\sin 37^\circ - \mu g\cos 37^\circ \\ &= 10 \times (0.6 - 0.5 \times 0.8) \text{m/s}^2 \\ &= 2 \text{m/s}^2, \end{aligned}$$

据匀变速直线运动的规律得:

$$\begin{aligned} s &= \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 16}{2}} \text{s} = 4 \text{s}, \end{aligned}$$

所以,物体从 A 沿传送带运动到 B 的时间为 4s.

(2) 若转动方向为逆时针方向,物体刚放上传送带时,传送带所受到的摩擦力向上,而物体所受的摩擦力向下,物体的受力如图 1-9 所示,物体沿传送带所在的斜面方向做匀加速直线运动,加速度为:

$$\begin{aligned} a &= g\sin 37^\circ + \mu g\cos 37^\circ \\ &= 10 \times (0.6 + 0.5 \times 0.8) \text{m/s}^2 \\ &= 10 \text{m/s}^2, \end{aligned}$$

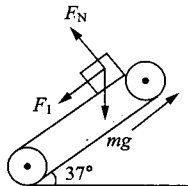


图 1-9

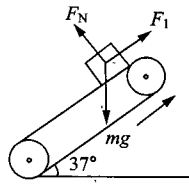


图 1-10

$$\text{匀加速运动的时间 } t_1 = \frac{v}{a_1} = \frac{10}{10} \text{s} = 1 \text{s}, \text{ 之}$$

后与传送带达到共同速度 v ,此过程中物体的

位移 $s_1 = \bar{v} t_1 = \frac{\bar{v}}{2} t_1 = \frac{10}{2} \times 1 \text{ m} = 5 \text{ m}$, 还未到达 B 端, 达共同速度以后物体沿传送带的速度大于传送带的速度, 物体相对传送带下滑, 所受的摩擦力方向变为向上, 此时受力如图 1-10 所示, 物体沿传送带所在的斜面方向做匀加速直线运动的加速度变为:

$$\begin{aligned} a_2 &= g \sin 37^\circ - \mu g \cos 37^\circ \\ &= 10 \times (0.6 - 0.5 \times 0.8) \text{ m/s}^2 \\ &= 2 \text{ m/s}^2, \end{aligned}$$

到达 B 端的时间设为 t_2 , 则 $s_2 = s - s_1 = vt_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2$,

$$\text{即 } 16 - 5 = 10t_2 + \frac{1}{2} \times 2 \times t_2^2 \Rightarrow t_2 = 1 \text{ s},$$

所以, 物体从 A 沿传送带运动到 B 的时间为 $t' = t_1 + t_2 = 1 \text{ s} + 1 \text{ s} = 2 \text{ s}$.

题 11 如图 1-11 所示, 在倾角 $\theta = 30^\circ$ 的粗糙斜面上放一物体, 重力为 G , 现在用与斜面底边平行的力 $F = G/2$ 推物体, 物体恰能

沿斜面向下做匀速直线运动, 则物体与斜面之间的动摩擦因数是多少?

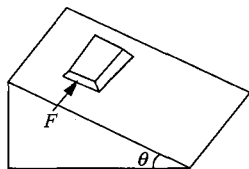


图 1-11

解 物体的运动可分解为两相互垂直的分运动: ①沿斜面匀速下滑, ②沿 F 方向的匀速运动. 由第①分运动可求平行于斜面向上的摩擦力 $f_y = G \cdot \sin \theta = \frac{G}{2}$; 由第②分运动可求平行于斜面底的摩擦力 $f_x = \frac{G}{2}$, 所以物体所受摩擦力 $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} G$, 由 $f = \mu N = \mu G \cos \theta$, 可得 $\mu = \frac{\sqrt{6}}{3}$.

第二节 力的合成与分解

一、选择题

题 12 关于两个力的合力与这两个力的关系的说法中正确的是 ()

- A. 合力比这两个力都大
- B. 合力至少比两个力中较小的力要大
- C. 合力可能比这两个力都小
- D. 合力可能比这两个力都大

解 (1) 公式法: 由合力公式

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta} \text{ 得}$$

- ① 当 $\theta = 0^\circ$ 时, $F = F_1 + F_2$.
- ② 当 $\theta = 180^\circ$ 时, $F = |F_1 - F_2|$.
- ③ 当 $\theta = 90^\circ$ 时, $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$.
- ④ 当 $\theta = 120^\circ$, 且 $F_1 = F_2$ 时, $F = F_1 = F_2$.

由上述讨论可知, 合力可能比任一个分力都大, 如①③情况; 也可能比任何一个分力都小, 如②情况; 也可能等于每一个分力, 如④

情况.

(2) 图像法: 由三角形定则知, 分力和合力的关系实际上就是三角形的一个边和其他两边的关系. 根据两边之和大于第三边, 两边之差小于第三边, 同时考虑到两个分力同向或反向的情况, 合力的取值范围为 $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$, 因此正确答案为 C、D.

题 13 分解一个力, 若已知它的一个分力的大小和另一个分力方向, 以下正确的是 ()

- A. 只有唯一一组解
- B. 一定有两组解
- C. 可能有无数组解
- D. 可能有两组解

解 分解一个力, 若已知其中一个分力的方向, 可作出另一个分力的最小值, 如图 1-12

所示, $F_2 = F \sin \theta$.

- (1) 当 $F_2 < F \sin \theta$ 时, 无解;
- (2) 当 $F_2 = F \sin \theta$ 时, 有唯一解;
- (3) 当 $F \sin \theta < F_2 < F$ 时, 有两组解;
- (4) 当 $F_2 > F$ 时, 有唯一解.

所以选项 D 正确.

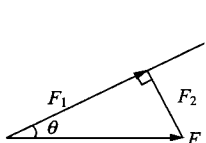


图 1-12

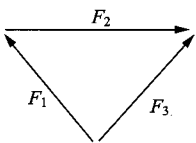


图 1-13

题 14 一个质量为 m 的物体受到三个共

点力 F_1 、 F_2 、 F_3 的作用, 这三个力的大小和方向刚好构成如图 1-13 所示的等边三角形, 则这个物体所受的合力是 ()

- A. $2F_1$
- B. F_2
- C. F_3
- D. $2F_3$

解 由三角形法则可知: 力 F_1 和 F_2 的合力 F , 与另一个力 F_3 大小相等、方向相同, 所以力 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力为 $2F_3$, 故选项 D 正确. 此题如果将力 F_3 改为反向, 则 F_1 、 F_2 、 F_3 的合力为零, 表示三力的有向线段顺次首尾相接.

题 15 在研究共点力合成实验中, 得到如图 1-14 所示的合力 F 与两力夹角 θ 的关系图像, 则下列说法正确的是 ()

- A. $2\text{N} \leq F \leq 14\text{N}$
- B. $2\text{N} \leq F \leq 10\text{N}$
- C. 两分力大小分别为 2N 和 8N
- D. 两分力大小分别为 6N 和 8N

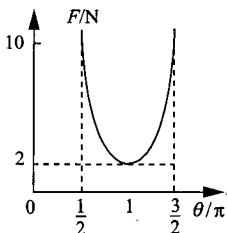


图 1-14

解 由图中可知 $\sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 10\text{N}$, $F_1 - F_2 = 2\text{N}$, 所以, $F_1 = 8\text{N}$, $F_2 = 6\text{N}$. 合力最大值为 14N, 最小值为 2N. 选项 A、D 正确.

题 16 如图 1-15 所示, 一个物体由绕过定滑轮的绳拉着, 分别用图中所示的三种情况拉住, 在这三种情况下, 若绳的张力分别为 T_1 、 T_2 、 T_3 , 轴心对定滑轮的支持力分别为 N_1 、 N_2 、 N_3 . 滑轮的摩擦、质量均不计, 则 ()

- A. $T_1 = T_2 = T_3$, $N_1 > N_2 > N_3$
- B. $T_1 > T_2 > T_3$, $N_1 = N_2 = N_3$
- C. $T_1 = T_2 = T_3$, $N_1 = N_2 = N_3$
- D. $T_1 < T_2 < T_3$, $N_1 < N_2 < N_3$

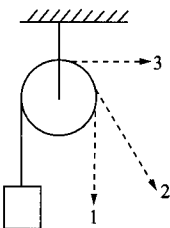


图 1-15

解 由于定滑轮只改变力的方向, 而不改变力的大小, 所以 $T_1 = T_2 = T_3$, 又轴心对定滑轮的支持力大小等于绳对定滑轮的合力. 而已知两个分力的大小、其合力与两分力的夹角 θ 满足关系式 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$, θ 越大, F 越小, 故 $N_1 > N_2 > N_3$, 只有选项 A 正确.

二、解答题

题 17 物体受到三个共点力的作用, 其中两力的大小分别为 4N、7N, 这三个力的合力最大值为 16N, 则第三个力的大小为多少? 这三个力的合力的最小值为多少?

解 物体受到三个力的作用时, 它的合力的最大值, 是当三个力方向相同时的合力, 即 $F_{\max} = F_1 + F_2 + F_3$. 所以, $F_3 = F_{\max} - F_1 - F_2 = 5\text{N}$.

当任意两个力的合力与第三个力方向相反时, 这三个力的合力最小. 要先确定任意两个力的合力范围, 然后再与第三个力比较, 从

而求出合力的最小值;若三个力的大小关系满足任意一个力小于或等于另外两个力之和,大于或等于另外两个力之差时,其合力的最小值为零.

因为 $3\text{N} \leq F_{12} \leq 11\text{N}$, 所以 F_{12} 再与 F_3 合成其 $F_{\min} = 0$.

题 18 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) 若另一个分力大小是 $20/\sqrt{3}\text{N}$, 则已知方向的分力的大小是多少?

解 (1) 根据已知条件, 可作出图 1-16a, 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 1-16b, 由几何关系知 $F_2 = 10\text{N}$.

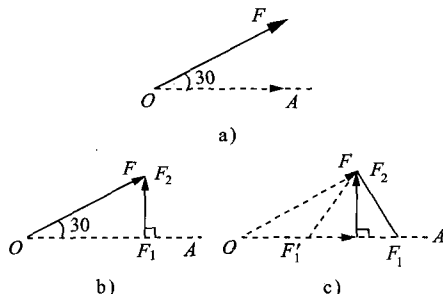


图 1-16

(2) 当另一个分力 $F_2 = 20/\sqrt{3}\text{N}$ 时, 由于 $20/\sqrt{3} > 10$, 根据力的三角形法则, 可以组成两

个不同三角形, 如图 1-16c 根据正弦定理 $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$ 和 $\angle A + \angle B + \angle C = 180^\circ$, 可求出 $F_1 = 40/\sqrt{3}\text{N}$, $F'_1 = 20/\sqrt{3}\text{N}$.

题 19 在日常生活中有时会碰到这种情况: 当载重卡车陷于泥坑中时, 汽车驾驶员按图 1-17a 所示的方法, 用钢索把载重卡车和大树拴紧, 在钢索的中央用较小的垂直于钢索的侧向力就可以将载重卡车拉出泥坑, 你能否用学过的知识对这一方法作出解释.

解 设侧向力 F 作用于钢索 O 点, 则 O 点将沿力的方向发生很小的移动, 因此 AOB 不在一直线上, 成一非常接近 180° 的角度, 而且钢索也被拉紧. 这样钢索在 B 端对卡车有一个沿 BO 方向的拉力 F_B , 根据对侧向力 F 的实际效果分析, 可将 F 分解成沿 AO 和 BO 方向的分力 F_1 和 F_2 , 其中侧向力 F 沿 BO 方向的分力 F_2 在数值上就等于 F_B . 由于 AOB 是同一根钢索, 故 $F_1 = F_2$, 根据平行四边形定则画出如图 1-17b 所示的受力情况, 由于 $\angle AOB$ 趋近于 180° , 故, 即使 F 较小, F_2 也非常大, 即 F_B 非常大, 故能将卡车拉出泥坑.

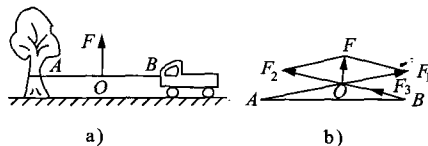


图 1-17

第三节 物体的受力分析

一、选择题

题 20 如图 1-18 所示, 质量为 m 的小球, 用绳拴着在光滑水平面上绕 O 作匀速圆周运动, 则小球受力的个数为 ()

- A. 1 个 B. 2 个
C. 3 个 D. 4 个

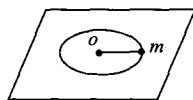


图 1-18

解 小球受重力 mg , 水平面的支持力 N 及绳的拉力 T 这三个力作用, 故只有 C 选项正确. 小球在水平面上作匀速圆周运动的向心力是由绳的拉力 T 来提供的.

题 21 如图 1-19 所示, 一质量为 M 的楔形木块放在水平桌面上, 它的顶角为 90° , 两底角为 α 和 β ; a 、 b 为两个位于斜面上质量均为

m 的小木块, 已知所有接触面都是光滑的, 现发现 a, b 沿斜面下滑, 而楔形木块静止不动, 这时楔形木块对水平桌面的压力等于 ()

- A. $Mg+mg$
B. $Mg+2mg$
C. $Mg+mg(\sin\alpha+\sin\beta)$
D. $Mg+mg(\cos\alpha+\cos\beta)$

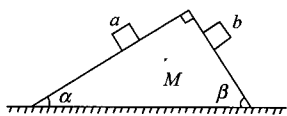


图 1-19

解 由题给条件知, 接触面都是光滑的, 则两个小木块对斜面的作用力只有弹力, a 对斜面的弹力为 $N_1 = mg\cos\alpha$, b 对斜面的弹力为 $N_2 = mg\cos\beta$ 以 M 为研究对象, 分析受力, 并分解 N_1 和 N_2 , 如图 1-20 所示. $N'_1 = N_1\cos^2\alpha$, $N'_2 = N_2\cos^2\beta$, 由物体的平衡条件知, 在竖直方向上 $N = Mg + N'_1 + N'_2$, 代入得 $N = Mg + mg\cos^2\alpha + mg\cos^2\beta$ 又因为 $\alpha + \beta = 90^\circ$, 则 $\cos^2\alpha + \cos^2\beta = 1$, $N = Mg + mg$, 所以 M 对桌面的压力为 $N' = N = Mg + mg$, 故 A 项对.

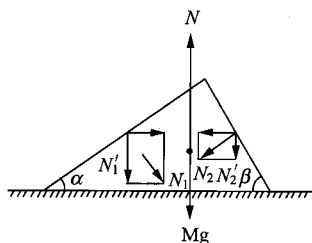


图 1-20

题 22 用轻质细线把两个质量未知的小球悬挂起来, 如图 1-21 所示, 今对小球 a 持续施加一个向左偏下 30° 的恒力, 并对小球 b 持续施加一个向右偏上 30° 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 1-22 中的 ()

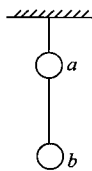


图 1-21

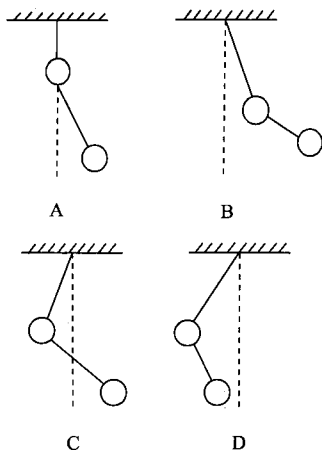


图 1-22

解 设施加在 a, b 球上的力的大小均为 F , 用隔离法首先对 b 进行受力分析: b 球受三个共点力作用而平衡, 按图 1-23 所示进行正交分解, 因重力 G_b 无水平分量, 则可判断 a, b 间绳对 b 的拉力 T_1 的水平分量与外加恒力 F_b 的水平分量大小相等, 方向相反, 即大小等于 $F\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}F$, 方向向左.

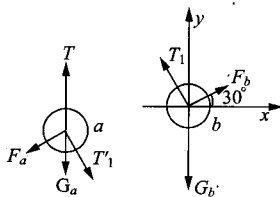


图 1-23

再对小球 a 进行受力分析: a 受四个力作用而平衡, 其中重力 G_a 的方向竖直向下; a, b 间细线对 a 的拉力 T'_1 是 T_1 的反作用力, 因此它的水平分量大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}F$, 方向向右; 外加于 a 的恒力 F_a 的水平分量也为 $F \cdot \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}F$, 方向向左; 即此二力的水平分量是一对平衡力, 那么处于平衡状态的 a 球所受的第四个力, a 球上方悬线上的张力 T 不应再有水平

分量,故悬线只能处于竖直方向,所以只有 A 图正确.

此题亦可用整体法来处理:把 a 球和 b 球看作一个整体, a, b 间绳的拉力是一对内力不予考虑,外加恒力 F 对整体的水平分力平衡,竖直分力也平衡,故系统相当于只受 G_a, G_b , 及 a 球上方绳的拉力 T, T 只能处于竖直方向,所以只有选项 A 正确.

题 23 如图 1-24 所示 A, B, C 三个物体叠放在一起,同时有 $F=1\text{N}$ 的两个水平力分别作用于 A, B 两物体上, A, B, C 三个物体仍处于平衡状态,则 ()

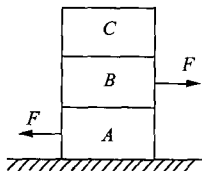


图 1-24

- A. A 物体对 B 物体的摩擦力为 1N
- B. 地面对 A 物体的摩擦力为零
- C. B 物体对 C 物体的摩擦力为零
- D. C 物体对 B 物体的摩擦力为 1N

解 A, B, C 三物体均处于平衡状态,从上下分析: C 和 B 只有一个接触面,如果 B 物体对 C 物体有摩擦力的话, C 物体在水平方向只受一个力作用,根本不能平衡,故 B, C 间不存在摩擦力. 对 B , 水平向右受到一个 $F=1\text{N}$ 的力作用,要想平衡 A 必须施加给 B 一个水平向左的静摩擦力 f_{AB} , 且 $f_{AB}=F=1\text{N}$. 由牛顿第三定律可知, B 也施加给 A 一个水平向右的静摩擦力 f_{BA} , 且 $f_{BA}=1\text{N}$, A 物体同时还受一个水平向左的 $F=1\text{N}$ 的力作用,故 A 此时处于平衡状态,相对地面没有运动趋势,故地面对 A 不存在摩擦力,选项 A, B, C 均正确.

题 24 两重叠在一起的滑块,置于固定的倾角为 θ 的斜面上,如图 1-25 所示,滑块 A, B 的质量分别为 m_1, m_2 , A 与斜面间的动摩擦因数为 μ_1 , B 与 A 的动摩擦因数为 μ_2 . 已知两

滑块从斜面由静止以相同的加速度滑下,滑块 B 受到的摩擦力为 ()

- A. 等于零
- B. 方向沿斜面向上
- C. 大小等于 $\mu_1 m_2 g \cos \theta$
- D. 大小等于 $\mu_2 m_2 g \cos \theta$

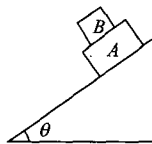


图 1-25

解 对 A, B 整体, 受力如图 1-26 所示. 在沿斜面方向由牛顿第二定律有 $(m_1 + m_2) g \sin \theta - F = (m_1 + m_2) a$, 且滑动摩擦力 $F = \mu_1 (m_2 + m_1) g \cos \theta$. 假设 B 受的摩擦力 F_B 方向沿斜面向下, B 的受力图如图 1-27 所示, 在沿斜面方向上有 $m_2 g \sin \theta + F_B = m_2 a$, 由以上三式解得 $F_B = -\mu_1 m_2 g \cos \theta$, 负号表示 F_B 方向与假设的方向相反, 即应沿斜面向上. 故本题答案为 B 和 C .

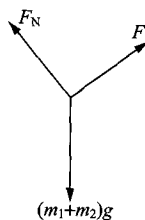


图 1-26

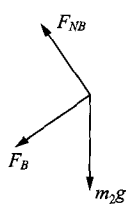


图 1-27

题 25 所受重力都是 G 的 A, B 两条形磁铁, 按图 1-28 所示方向叠放在水平木板上, 静止时 B 对 A 的弹力为 F_1 , C 对 B 的弹力为 F_2 , 则 ()

- A. $F_1=G, F_2=2G$
- B. $F_1>G, F_2>2G$
- C. $F_1>G, F_2<2G$
- D. $F_1>G, F_2=2G$

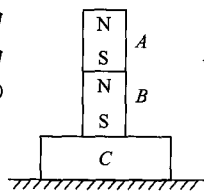


图 1-28

解 首先以 AB 整体为研究对象进行受力分析: 受重力 $2G$ 和 C 对 B 的支持力 F_2 作用, 处于平衡状态, 所以 $F_2=2G$, 以 A 为研究对象, A 受重力 G, B 对 A 的吸引力 F , 及 B 对 A 的弹力 F_1 三力作用而平衡, 所以 $F_1=G+F$, 因此, $F_1>G$. 故选项 D 正确.

二、解答題

题 26 如图 1-29 所示, 倾角为 $\alpha=60^\circ$ 的斜面上, 放一质量 $m=1\text{kg}$ 的物体, 用劲度系数 $k=100\text{N/m}$ 的轻质弹簧平行于斜面吊着, 物体放在 PQ 之间的任何位置都能处于静止状态, 而超过这一范围, 物体都会沿斜面滑动. 若 $AP=22\text{cm}$, $AQ=8\text{cm}$, 试求物体与斜面间的最大静摩擦力的大小. (g 取 10m/s^2)

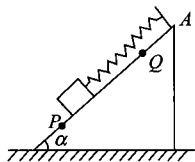


图 1-29

解 物体在临界位置 Q 点, 弹簧被压缩, 压缩量为 $x=L-AQ$, 受力如图 1-30 所示, 物体有下滑趋势, 最大静摩擦力 $F_{\max}$ 沿斜面向上; 物体在临界位置 P 点, 弹簧被拉长, 伸长量为 $x'=AP-L$, 物块有上滑趋势, 最大静摩擦力 $F_{\max}$ 沿斜面向下, 受力如图 1-31 所示.

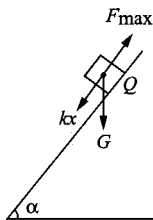


图 1-30

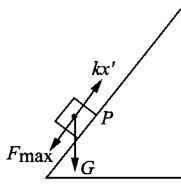


图 1-31

由上两图分别列出:

$$F_{\max}=k(L-AQ)+G\sin 60^\circ \quad ①$$

$$F_{\max}=k(AP-L)-G\sin 60^\circ \quad ②$$

解①②式得: $F_{\max}=7\text{N}$.

题 27 如图 1-32 所示, 三角形木块放在倾角为 θ 的斜面上, 若木块与斜面间的动摩擦因数 $\mu > \tan \theta$, 则无论作用在木块上竖直向下的外力 F 多大, 木块都不会滑动, 这种现象叫做“自锁”, 试证明之.

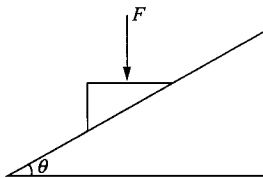


图 1-32

解 证明: 当 F 作用在物体上时, 物体受到沿斜面向下的合力为: $(F+mg)\sin \theta$, ①
假设物体滑动, 则沿斜面向上的摩擦力为:

$$\mu(F+mg)\cos \theta, \quad ②$$

由 $\mu > \tan \theta$ 得:

$$\mu(F+mg)\cos \theta > (F+mg)\sin \theta, \quad ③$$

从③式可以看出, 无论 F 多大, 作用在物体上的滑动摩擦力总是大于“下滑力”, 所以物体不会滑动.

第四节 共点力作用下物体的平衡

一、选择题

题 28 如图 1-33 所示, 物块 m 静止于倾斜放置的木板上, 当倾斜角增大, 直到物块开始滑动之前的过程中, 物块 m 对木板的压力 N 和物块所受的摩擦力 f 的变化是 ()

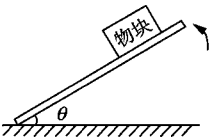


图 1-33

A. N, f 都增大

B. N, f 都减小

C. N 增大, f 减小

D. N 减小, f 增大

解 木板倾斜角 θ 增大至物块开始滑动前, 处于静止状态, 对物块进行受力分析: 物块受重力 mg , 木板对其支持力 N_1 及木板给予的静摩擦力 f 三力作用, 将重力沿平行于斜面和垂直于斜面两个方向进行正交分解, 由平衡条件得

$$f=mg\sin \theta$$

$$N_1=mg\cos \theta$$

故当 θ 角增大时, f 增大, N_1 减小 (N_1 是