

严寒知松柏 题难分高低

丛书主编 希扬 副主编 屠新民

最新 **高考** **5** **年**
难题
分类解析

物 理

本册主编 卢浩然 李建青

 **大象出版社**

最新高考5年 难题



分类解析

物理

丛书主编	希 扬		
副 主 编	屠新民		
本册主编	卢浩然	李建青	
编 者	宋海平	李进斌	李会朝
	姬智明	姬丽红	张安通
	李建青	卢浩然	王新建
	王建立	李武会	梅丽萍

大象出版社

“最新高考五年难题分类解析”丛书编委会

主 编	希 扬					
副 主 编	屠新民	张 锐	张定勇	卢浩然	职永吉	
	屠新民	张思梅	杨培明	牛鸿卫	金 英	
	杨冬莲	冯瑞先	段全庆	李小斌	马新力	
	李俊峰	张爱荣	褚谊鸽	杨丽娟	彭惠玲	
	李 旭	刘保坡	刘玉燕	时惠芳	陈俊伟	
	张贵华	刘继勋	李应顺	邱万金	杨玖忠	
	张 炜	岳林宝	孙丽妹	陈 晓	杜 瑜	
	项昭义	郦 新	王春红	李士彬	凯 临	
	周延军					

最新高考五年难题分类解析

物 理

丛书主编 希 扬
副 主 编 屠新民
本册主编 卢浩然 李建青
责任编辑 史 军
责任校对 崔 靖 郑晓慧

大家出版社 出版发行

(郑州市经七路 25 号 邮政编码 450002)

河南第二新华印刷厂制版印刷

开本 890 × 1240 1/32 8.25 印张 315 千字

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 1 次印刷

印数 10 000 册

ISBN 7-5347-2645-X/G·2133

定 价 8.70 元

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换

印厂地址 郑州市商城路 231 号

邮政编码 450000 电话 (0371)6222800-3081

前言

新的课程标准颁布后,一些新命题方式、新能力要求逐渐渗入高考命题.这为我们教育工作者的教学思维提出了新要求,也使同学们备战高考增加了难度.如何指导学生适应新高考,应对新挑战,这是我们每位毕业班教师应该考虑的问题.在本书中,我们试图从历年高考试题中研究出一些共性的东西,同时又在命题趋势方面做出一些预测.让同学们在备战高考时既知现在又明未来,对高考的热点难点以及命题密集区做到心中有数.

为了使这套丛书更贴近 2004 年的新高考,我们编写组的老师根据最新《考试说明》,参考高考评卷中出现的新动向,依据新课程标准、新教材的特色编写了本套丛书.本丛书具有以下特点:

1. 精选近五年高考中的经典试题和难题,给出巧妙的思路、标准精炼的解题过程,使读者从对高考题目的阅读、演练中领悟出命题者的命题思想及意图,从而适应命题人的命题风格和特点,达到科学、规范表达解题过程,熟练、从容应对高考之目的.

2. 本丛书在“全真(模拟)演练”栏目中,不仅在高考的“热点”题型方面给出了足量考题,而且在新教材的新知识、新重点和一些高考还未涉及,但有可能命题的题型方面,给予适量的练习题目,在学科内各部分知识和跨学科知识的交叉上也给足了题量,形成了重点、难点、常考点、新趋势兼顾的特点.

3. 本丛书由一批有丰富教学经验,并且多年在高三第一线担纲,长期担负所在省、市全国高考试卷阅卷质量检查组组长(高考阅卷负责人)的特级教师和高级教师执笔编写.浓缩他们备考思想精华的“热点考题分析”“高考命题展望”及例题、习题的讲练,必将使您跃上一个新的台阶,具备考上中华名校的实力.

4. 清晰的指导思路.本丛书设计的一些栏目,如“高

考要求表解”“应试对策与方法”“模拟演练”等,从知识的脉络到考试的涉及范围,辅以讲与练,全程指导您的备考,重点难点常考知识点让您尽在掌握之中。

我们衷心地希望读者在与名师零距离的书面交流过程中,打好坚实基础,迅速地适应高考要求,提升自己的应试能力,冲刺清华、北大等中华名校的大门。

作者

目
录

第一章 力 物体的平衡	1
第二章 直线运动	14
第三章 牛顿运动定律	25
第四章 曲线运动 万有引力定律	40
第五章 动量	56
第六章 机械能	72
第七章 机械振动 机械波	95
第八章 分子热运动 能量守恒 气体	111
第九章 电场	119
第十章 恒定电流	135
第十一章 磁场	147
第十二章 电磁感应	163
第十三章 交变电流 电磁场和电磁波	182
第十四章 光的直线传播 光的本性	190
第十五章 原子核	200
第十六章 实验	210
高考复习建议	231
高考冲刺模拟题(一)	234
高考冲刺模拟题(二)	239
高考冲刺模拟题(三)	244
参考答案	249

第一章 力 物体的平衡



考点要求表解

要求 知识点	项目	高考要求	
		能力层次	说明
力是物体间的相互作用,是物体发生形变和物体运动状态变化的原因 力是矢量 力的合成和分解		B	1. 关于力的合成与分解在计算方面只要求会用直角三角形知识求解. 2. 不要求知道静摩擦因数.
力矩		B	
形变和弹力 胡克定律		B	
静摩擦 最大静摩擦力		A	
滑动摩擦 滑动摩擦定律		B	
共点力作用下物体的平衡		B	

说明:对各章知识内容要求掌握的程度,在“考点要求表解”中用字母 A、B 标出. A、B 的含义如下:

A. 对所列知识要求知道其内容及含义,并能在有关问题中识别和直接使用.

B. 对所列知识要求理解其确切含义及与其他知识的联系,能够进行叙述和解释,并能在实际问题的分析、综合、推理和判断等过程中运用.



热点考题分析

由上表可见,本章的高考热点有三个:力的合成与分解、弹力和摩擦力的分析与计算、共点力作用下物体的平衡.

1. 力的合成与分解所遵循的平行四边形定则,也是所有矢量合成与分解所遵

循的普遍法则,近几年高考在选择题、填空题、实验题中都有体现,必须熟练掌握。

2. 分析物体受力、运动时,一般都有摩擦力,故判断有无摩擦力及摩擦力的大小和方向是本章的重点。高考中几乎年年都考摩擦力,经常以选择题、填空题的形式出现,有时也出现在计算题中,要很好地掌握它。

3. 共点力平衡问题是高考必考内容,而且常出大题、难题。解决平衡类问题常用的方法有:力的分解法与合成法、正交分解法、相似三角形法、整体法与隔离法等,要熟练掌握这些方法。

4. 弹力的分析常和平衡条件、临界状态分析、关联物体的运动等结合起来考查。题目一般有一定难度。



高考命题展望

高考试题中,应该仍会有一至两道涉及弹力、摩擦力、共点力平衡的题,且大都以选择题、填空题的形式出现。关于受力分析,是解决力学问题的基础,它会和热学部分、电场、磁场等物理知识联系起来进行综合考查。因此,正确地对物体进行受力分析,是平时复习的重点,无论采用哪一种版本的教材,这一部分内容都是最基本的、主干性的知识,必须引起重视。



应试对策与方法

1. 常见的三种力为:重力、弹力、摩擦力,其中较难分析的是摩擦力。

摩擦力分为静摩擦力和滑动摩擦力。静摩擦力的大小没有现成的计算公式,它的大小可以在零和最大值之间变化,一般情况下,静摩擦力是未知力,要运用平衡条件或牛顿第二定律才能求出其值。滑动摩擦力的方向与物体相对运动的方向相反,其大小由公式 $F = \mu F_N$ 求出。 F_N 叫正压力,其方向总与接触面垂直,但 F_N 并不总等于物体的重力,它的大小与物体所处的状态(如:物体在斜面上滑动、沿竖直轨道内侧的圆周运动等)有关,这一点应有正确认识。

要注意静摩擦力和滑动摩擦力既可以是动力,也可以是阻力,切不可认为摩擦力总是阻碍物体运动的力。

2. 物体的受力分析是本章的重点和难点,是整个力学的基础。分析受力时先要按顺序,即重力、弹力、摩擦力、其他力的顺序,每个力都应该能够找到其施力物体,不能凭空添加力或漏掉力;然后要注意把受力分析与运动状态分析结合起来,特别要抓住状态变化的转折点,注意临界位置前后弹力或者摩擦力的变化,用动态的思想处理动态平衡问题。

3. 要注意将一个已知力分解时,一般应按力的实际效果或实际需要进行分解。

若不清楚力的实际效果或实际需要,硬将力分解,会造成错误,或者将简单问题复杂化。

4. 在解决平衡类问题时,应注意一些常用方法的灵活运用. 当物体受三个互成角度的共点力平衡时,常用力的分解法或合成法;当物体受三个以上互成角度的力作用时,常用正交分解法. 在分析外力对系统作用时通常用整体法;分析系统内物体间的相互作用时通常用隔离法. 此外,还有相似三角形法、图解法等. 平时学习中,要注意总结每种方法的特点,逐步学会多种方法交替、灵活运用,从而使问题更易于解决。

高考难题精解

一、选择题

例 1 (1999 · 全国) 如图 1—1 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

- ()
- (A) $\frac{m_1 g}{k_1}$ (B) $\frac{m_2 g}{k_1}$ (C) $\frac{m_1 g}{k_2}$ (D) $\frac{m_2 g}{k_2}$

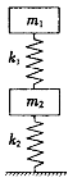


图 1—1

【巧思】根据胡克定律求出两个木块静止时 k_2 的形变量 x_1 , 缓慢上提上面的木块时, 下面木块也缓慢上升, 但是其总处于平衡状态, 求出 m_1 移走后 k_2 的形变量 x_2 , 则下面木块移动的距离为 $\Delta x = x_1 - x_2$.

【精解】设两个木块均静止时 k_2 的形变量为 x_1 , 移走 m_1 后 k_2 的形变量为 x_2 , 取整体为研究对象, 有

$$(m_1 + m_2)g = k_2 x_1 \quad (1)$$

只剩 m_2 时, 有

$$m_2 g = k_2 x_2 \quad (2)$$

设下面木块移动的距离为 Δx , 则有

$$\Delta x = x_1 - x_2 \quad (3)$$

以上三式联立, 解得

$$\Delta x = \frac{m_1 g}{k_2}$$

答案: (C)

【名师讲评】此题也可以这样分析: 初始时, 由于 m_1 、 m_2 的重力, 使得它们共同对下边弹簧施加压力, m_1 移走后只有 m_2 对下边弹簧施加压力, 故下边弹簧受力减

小了 $m_1 g$, 减小的力使弹簧恢复一部分形变, 恢复的形变量就是 m_2 向上移动的距离. 故有 $m_1 g = k_2 \Delta x$, $\Delta x = \frac{m_1 g}{k_2}$.

例 2 (1999 · 科研) 一圆柱形容器上部圆筒较细, 下部的圆筒较粗且足够长. 容器的底是一可沿下圆筒无摩擦移动的活塞 S , 用细绳通过测力计 F 将活塞提着. 容器中盛水. 开始时, 水面与上圆筒的开口处在同一水平面上 (如图 1—2), 在提着活塞的同时使活塞缓慢地下降. 在这一过程中, 测力计的读数 ()

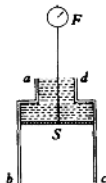


图 1—2

- (A) 先变小, 然后保持不变
(B) 一直保持不变
(C) 先变大, 然后变小
(D) 先变小, 然后变大

【巧思】 活塞缓慢下移的过程中, 液体由细筒进入粗筒, 液柱的高度将逐渐减小, 当液体全部进入粗筒时, 其高度不再变化. 液体对底部的压强与液柱的高度有关, 因此, 液柱高度的变化会引起压强的变化, 从而引起测力计读数的变化.

【精解】 液体对底部的压力可根据压强公式来判断, 即

$$p = \rho gh$$

压力为

$$F = pS = \rho ghS$$

活塞缓慢下移的过程中, 由于下部圆筒较粗, 因此液柱高度逐渐减小, 活塞受到的压力逐渐减小, 当液体全部进入粗筒时, 液柱高度不再变化, 活塞受到的压力不再改变.

答案: (A)

【名师讲评】 应注意活塞受到压力的大小与液柱产生的压强有关, 即与液柱的高度有关. 易错点: 对液体压强的特点 ($p = \rho gh$) 认识不清, 认为活塞受到的压力等于液体的重力, 会错选 (B).

例 3 (2002 · 江苏) 如图 1—3 所示, 物体 a 、 b 和 c 叠放在水平桌面上, 水平力为 $F_b = 5\text{N}$ 、 $F_c = 10\text{N}$ 分别作用于物体 b 、 c 上, a 、 b 和 c 仍保持静止. 以 F_1 、 F_2 、 F_3 分别表示 a 与 b 、 b 与 c 、 c 与桌面间的静摩擦力的大小, 则 ()

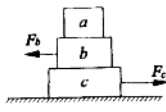


图 1—3

- (A) $F_1 = 5\text{N}$, $F_2 = 0$, $F_3 = 5\text{N}$
(B) $F_1 = 5\text{N}$, $F_2 = 5\text{N}$, $F_3 = 0$
(C) $F_1 = 0$, $F_2 = 5\text{N}$, $F_3 = 5\text{N}$
(D) $F_1 = 0$, $F_2 = 10\text{N}$, $F_3 = 5\text{N}$

【巧思】 此题按照先整体、后隔离的顺序进行分析. 把 a 、 b 、 c 看做一个系统, 则 a

与 b 之间、 b 与 c 之间的作用力为内力, 先不予考虑. 由系统水平方向受力平衡, 可得到地面作用于 c 的摩擦力, 然后依次隔离 c 、 b 、 a , 由平衡条件, 可求出所受摩擦力的大小.

【精解】对 a 、 b 、 c 组成的整体, 水平方向合力为零, 由平衡条件知地面对整体的摩擦力作用在 c 上, 大小为 $F_f = 5\text{N}$. 再分析 c 的平衡条件, 得出 $F_2 = 5\text{N}$, 再分析 b 的平衡条件, 可得出 $F_1 = 0$.

答案: (C)

【名师讲评】本题考查的是物体间的静摩擦力. 系统内包含三个物体, 可按照先整体后隔离的方法, 依次分析外部对系统的力和系统内物体间的摩擦力.

例 4 (2000 · 全国) 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_a 和 m_b 的两个小物块, $m_a > m_b$. 将弹簧与物块按图示方式悬挂起来. 现要求两根弹簧的总长度最大, 则应使

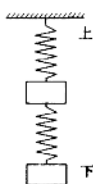


图 1—4

- (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

【巧思】显然, 将两根弹簧按图 1—4 所示的方式悬挂起来, 只可能有 (A) (B) (C) (D) 选项所示的四种方式. 隔离挂在上面的那个物块进行受力分析, 并根据牛顿定律可以证明, 在达到平衡后, 上面那根弹簧所受的拉力都等于 $(m_a + m_b)g$. 由于 $m_a > m_b$, 要使下面弹簧受拉力最大, 应把物块 a 挂在下面. 再根据胡克定律可以判定两根弹簧总长度最大时, S_1 、 S_2 所处的位置.

【精解】平衡时, 物块 a 和物块 b 因受重力共同拉伸上面弹簧, 上面弹簧所受的拉力大小都等于 $(m_a + m_b)g$. 下面弹簧所受的拉力大小等于下面物块的重力, 由于 $m_a > m_b$, 故要使下面弹簧伸长量较大, 应使物块 a 在下、物块 b 在上. 选项 (A) (C) 错误.

若 S_1 在上 S_2 在下, 选两物块和上面弹簧为研究对象, 设 S_1 的形变量为 x_1 , 根据平衡条件有

$$k_1 x_1 = (m_a + m_b)g \quad (1)$$

取下面物块 a 和弹簧 S_2 为研究对象, 设 S_2 形变量为 x_2 , 则有

$$k_2 x_2 = m_a g \quad (2)$$

由①②两式解出 x_1 、 x_2 , 则两根弹簧总形变量 Δx 为

$$\Delta x = x_1 + x_2 = \frac{(m_a + m_b)g}{k_1} + \frac{m_a g}{k_2} = \frac{m_a g(k_1 + k_2) + k_2 m_b g}{k_1 k_2} \quad (3)$$

若 S_2 在上 S_1 在下, 设 S_2 的形变量为 x_1' , S_1 的形变量为 x_2' , 同理, 有

$$k_2 x_1' = (m_a + m_b)g \quad ④$$

$$k_1 x_2' = m_a g \quad ⑤$$

则两弹簧总形变量 $\Delta x'$ 为

$$\Delta x' = x_1' + x_2' = \frac{(m_a + m_b)g}{k_2} + \frac{m_a g}{k_1} = \frac{m_a g(k_1 + k_2) + k_1 m_b g}{k_1 k_2} \quad ⑥$$

比较③式和⑥式有 $\Delta x' > \Delta x$

故 S_2 在上时两弹簧总长度最大, 选项(B)错, (D)正确.

答案: (D)

【名师讲评】此题也可以分析推理得到结果. 上面弹簧所受的拉力为 $(m_a + m_b)g$, 根据胡克定律可推出, 劲度系数小的弹簧伸长量较大, 在四种方式中, 上面弹簧伸长量较大的是(C)(D)两种方式. (C)项中下面弹簧 S_1 所受拉力为 $m_b g$, (D)项中下面弹簧所受拉力为 $m_a g$, 因 $m_a > m_b$, 故(D)项所示方式中下面弹簧伸长量较大. 综上所述, 两根弹簧总长度最大的是(D)项所示的方式.

例5 (2001·全国)如图1—5所示, 在一粗糙水平面上有两个质量分别为 m_1 和 m_2 的木块1和2, 中间用一原长为 l 、劲度系数为 k 的轻弹簧连接起来, 木块与地面间的动摩擦因数为 μ . 现用一水平力向右拉木块2, 当两木块一起做匀速运动时, 两木块之间的距离是

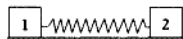


图1—5

$$(A) l + \frac{\mu}{k} m_1 g \quad (B) l + \frac{\mu}{k} (m_1 + m_2) g$$

$$(C) l + \frac{\mu}{k} m_2 g \quad (D) l + \frac{\mu}{k} \left(\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) g$$

【巧思】两木块均做匀速运动, 故木块1所受弹簧拉力与地面对它的滑动摩擦力平衡. 由胡克定律求出弹簧的形变量 x , 则两木块间的距离为 $l + x$.

【精解】设地面对木块1的弹力为 F_N , 摩擦力为 F_2 , 弹簧对木块1的拉力为 F_1 , 则

$$F_N = m_1 g \quad ①$$

$$F_2 = \mu F_N \quad ②$$

$$F_1 = F_2 \quad ③$$

$$\therefore F_1 = \mu m_1 g$$

设弹簧形变量为 x , 则有

$$kx = \mu m_1 g \quad ④$$

$$\therefore x = \frac{\mu m_1 g}{k}$$

故两木块间距离为 $l + \frac{\mu m_1 g}{k}$

答案:(A)

【名师讲评】本题考查学生对隔离法的掌握情况. 木块1水平方向只受两个力, 单独对木块1分析最为简便. 应注意两木块间的距离等于弹簧原长加上它的伸长量.

例6 (2002·广东、河南、广西) 图1—6中 a 、 b 、 c 为三个物块, M 、 N 为两个轻质弹簧, R 为跨过光滑定滑轮的轻绳, 它们连接如图并处于平衡状态. 则 ()

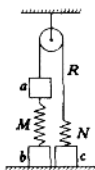


图1—6

- (A) 有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于压缩状态
 (B) 有可能 N 处于压缩状态而 M 处于拉伸状态
 (C) 有可能 N 处于不伸不缩状态而 M 处于拉伸状态
 (D) 有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于不伸不缩状态

【巧思】从轻质弹簧 N 的可能状态入手, 进行分析. 轻绳 R 对弹簧 N 的作用不可能是压力, 因此 N 不可能处于压缩状态, 而只能处于原长或拉伸状态. 对应于 N 的两种状态, 由物块 a 的平衡条件, 可以分析出 M 的可能状态.

【精解】 N 只可能处于原长或拉伸状态, 故选项(B)错误. (1) 若 N 处于原长, 则轻绳 R 上弹力为零, 物块 a 的重力就等于它作用在 M 上的压力, M 处于压缩状态, 故选项(C)错误. (2) 若弹簧 N 处于拉伸状态, 则轻绳 R 上有弹力. 设弹力大小为 F . ①若 $F > m_a g$, 由 a 的平衡条件知, a 还受 M 对它向下的拉力, M 处于拉伸状态; ②若 $F = m_a g$, 则 M 对 a 无作用力, M 处于原长, 即不伸不缩状态, 选项(D)正确; ③若 $F < m_a g$, 则 a 还受到 M 对它向上的支持力, M 处于压缩状态, 选项(A)正确.

答案:(A)(D)

【名师讲评】选择好切入点, 充分考虑到弹簧的可能状态是解决此题的关键. 本题也可以从 M 的可能状态入手, 根据物块 a 的平衡条件, 确定 N 的可能状态. 自然界很多物理过程的发生、发展都存在多种可能性, 运用学过的物理规律对自然现象的可能发展方向或可能存在状态做出正确判断是物理知识在实践应用上的一个重要方面.

例7 (2003·全国文理综合) 如图1—7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 ()

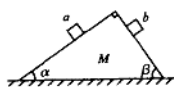


图1—7

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

【巧思】分别取小木块 a 、 b 为研究对象, 可求出斜面对它们的支持力 F_{N1} 、 F_{N2} ; 取斜面体为研究对象, 由于小木块 a 、 b 的存在, 斜面体多受了与斜面垂直斜向下的两个压力 F_{N1}' 、 F_{N2}' 的作用; 由牛顿第三定律知: $F_{N1}' = F_{N1}$, $F_{N2}' = F_{N2}$; 只需求出这两个压力的竖直分量, 即可求出桌面所受的压力值.

【精解】小木块 a 、 b 沿光滑斜面下滑, 设所受弹力分别为 F_{N_1} 、 F_{N_2} , 则有

$$F_{N_1} = mg \cos \alpha \quad (1)$$

$$F_{N_2} = mg \cos \beta \quad (2)$$

设 a 、 b 对斜面体的反作用力分别为 F_{N_1}' 和 F_{N_2}' , 据牛顿第三定律知

$$F_{N_1}' = F_{N_1} = mg \cos \alpha \quad (3)$$

$$F_{N_2}' = F_{N_2} = mg \cos \beta \quad (4)$$

取斜面体为研究对象, 其受四个力作用: 重力 Mg , 桌面对其支持力 F_N , a 、 b 给它的压力 F_{N_1}' 和 F_{N_2}' . 在竖直方向有

$$F_N = Mg + F_{N_1}' \cos \alpha + F_{N_2}' \cos \beta \quad (5)$$

③④⑤式联立, 可得

$$F_N = Mg + mg \cos^2 \alpha + mg \cos^2 \beta \quad (6)$$

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

$$\cos \alpha = \sin \beta \quad (7)$$

将⑦式代入⑥式, 有

$$\begin{aligned} F_N &= Mg + mg(\sin^2 \beta + \cos^2 \beta) \\ &= Mg + mg \end{aligned}$$

答案: (A)

【名师讲评】解法二: 利用超、失重规律, 取整体为研究对象, 则视重 = 实重 + 超重值 - 失重值, 因小木块 a 、 b 均沿斜面加速下滑, 故整体应失重. 设 a 、 b 下滑的加速度为 a_A 、 a_B , 则

$$a_A = g \sin \alpha$$

$$a_B = g \sin \beta$$

设这两个加速度的竖直分加速度为 a_A' 和 a_B' , 则有

$$a_A' = a_A \sin \alpha = g \sin \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$a_B' = a_B \sin \beta = g \sin \beta \cdot \sin \beta$$

因视重 = 实重 - 失重值, 故整体受到桌面的支持力为

$$\begin{aligned} F_N &= Mg + 2mg - ma_A' - ma_B' \\ &= Mg + 2mg - mg \sin^2 \alpha - mg \sin^2 \beta \\ &= Mg + 2mg - mg(\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) \\ &= Mg + mg \end{aligned}$$

合理利用物理规律是解题的关键. 对物体进行受力分析后, 注意方法的灵活运用.

例 8 (2003 · 全国理综) 如图 1—8 所示, 一个半球形的碗放在桌面上, 碗口水平, O 点为其球心, 碗的内表面及碗口是光滑的. 一根细线跨在碗口上, 线的两端

分别系有质量为 m_1 和 m_2 的小球, 当它们处于平衡状态时, 质量为 m_1 的小球与 O 点的连线与水平线的夹角为 $\alpha = 60^\circ$. 两小球的质量比 $\frac{m_2}{m_1}$ 为

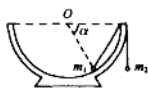


图 1—8

- (A) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ (B) $\frac{\sqrt{2}}{3}$ (C) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (D) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

【巧思】取 m_2 球为研究对象, 因其处于静止状态, 故有细线弹力 $F = m_2g$. 再取 m_1 球为研究对象, 其在三个共点力作用下处于平衡状态: 弹力 F_N 沿半径指向圆心, 细线拉力 $F = m_2g$, 重力 m_1g . 对 m_1 球, 用力的分解法或合成法, 即可求解.

【精解】对 m_2 球, 设其受到细线的拉力为 F , 则有

$$F = m_2g$$

因碗口光滑, 故 m_1 球受到细线拉力的大小也为 m_2g . 对 m_1 球, 其受三个力作用: 重力 m_1g , 弹力 F_N , 细线拉力 F , 如图 1—9 所示. 由图知 $\angle \alpha = 60^\circ$, $\triangle AOB$ 为等边三角形. 根据平衡条件有 F_N 与 F 的合力等于 m_1g ,

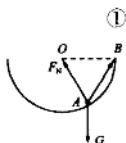


图 1—9

$$F_N = F = m_2g \quad \text{②}$$

$$\frac{1}{2}m_1g = F\cos 30^\circ \quad \text{③}$$

由②③式可得

$$\frac{1}{2}m_1g = m_2g \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

答案: (A)

【名师讲评】正确进行受力分析, 确定 m_1 球所受弹力 F_N 的方向, 合理利用几何知识是解题的关键. 本题考查物体在共点力作用下的平衡, 解决此类问题时, 应注意一些常用方法的灵活运用, 本题还可用拉密定理、正交分解等方法.

二、填空题

例 9 (2001 · 全国) 如图 1—10 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_____.

【巧思】物块在四个力作用下处于平衡状态, 将力 F 在水平和竖直方向正交分解, 列出平衡方程, 可求出摩擦力的大小.

【精解】对物块受力分析如图 1—11 所示, 设摩擦力为 F_f . 根据平衡条件, 在竖直方向, 有

$$F_f = mg + F \sin \alpha$$

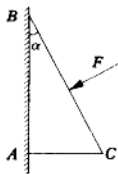


图 1—10

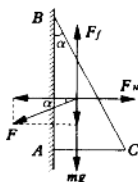


图 1—11

【名师讲评】此题考查共点力作用下物体的平衡问题,正确地对物体进行受力分析并列平衡方程是解决此类问题的关键。

此题也可变换条件为:物体恰沿墙面匀速下滑,求物块与墙面间的动摩擦因数的大小。变换条件后,仍属平衡问题。对物块,竖直方向上有: $mg + F \sin \alpha = F_f'$, 水平方向上有: $F_N = F \cos \alpha$, 摩擦力大小为: $F_f' = \mu F_N$, 三式联立可解得动摩擦因数为 $\mu = \frac{mg + F \sin \alpha}{F \cos \alpha}$, 这样变换以后,题目的综合性更强了。

例 10 (2000·春季全国)1999 年 11 月 20 日,我国发射了“神舟”号载人飞船,次日载人舱着陆,实验获得成功,载人舱在将要着陆之前,由于空气阻力作用有一段匀速下落过程。若空气阻力与速度的平方成正比,比例系数为 k ,载人舱的质量为 m ,则此过程中载人舱的速度为_____。

【巧思】载人舱匀速下落,所受重力与空气阻力是一对平衡力,根据平衡条件列出方程,可求出匀速下落的速度。

【精解】载人舱受空气阻力为 kv^2 , 重力为 mg , 匀速下落过程,有

$$kv^2 = mg$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{mg}{k}}$$

【名师讲评】此题与我国现代航天科技发展相联系,具有较强的现代气息,而本题涉及的过程并不复杂,仍属力的平衡问题,只不过空气阻力与飞船速度有关。

三、计算题

例 11 一表面粗糙的斜面,放在水平光滑的地面上,如图 1—12 所示。 θ 为斜面的倾角。一质量为 m 的滑块恰好能沿斜面匀速下滑。若用一推力 F 作用于滑块,使之沿斜面匀速上滑,为了保持斜面静止不动,必须用一大小为 $f = 4mg \cdot \cos \theta \cdot \sin \theta$ 的水平力作用于斜面。求推力 F 的大小和方向。

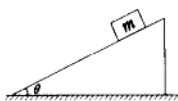


图 1—12

【巧思】物块恰能沿斜面匀速下滑,列出平衡方程,可求

出滑块与斜面间的动摩擦因数 μ 。在滑块匀速上滑时,分别对滑块和斜面隔离分析,利用正交分解法,列出平衡方程,再分析斜面体的平衡,利用牛顿第三定律,可求出推力 F 的大小和方向。

【精解】因滑块恰好能匀速下滑,故有

$$mg\sin\theta = \mu mg\cos\theta$$

$$\text{得} \quad \mu = \tan\theta \quad (1)$$

设推力 F 沿斜面的分量为 F_x , 垂直斜面的分量为 F_y , 斜面对滑块的支持力为 F_N , 摩擦力为 F_f , 滑块受力分析如图 1-13 所示, 根据平衡条件有

$$F_x - mg\sin\theta - F_f = 0 \quad (2)$$

$$F_N - mg\cos\theta - F_y = 0 \quad (3)$$

$$F_f = \mu F_N \quad (4)$$

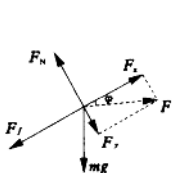


图 1-13

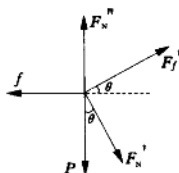


图 1-14

斜面受力情况如图 1-14 所示。 P 为斜面受到的重力, F_N'' 为地面对斜面的支持力, 斜面处于静止状态, 有

$$f = F_f' \cos\theta + F_N' \sin\theta \quad (5)$$

根据牛顿第三定律, 有

$$F_N' = F_N \quad (6)$$

$$F_f' = F_f \quad (7)$$

以上七式联立, 将 $f = 4mg\cos\theta\sin\theta$ 代入可得

$$F_x = 3mg\sin\theta$$

$$F_y = mg\cos\theta$$

从而得出 $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = mg \sqrt{1 + 8\sin^2\theta}$

$$\tan\varphi = \frac{F_y}{F_x} = \frac{1}{3\tan\theta}$$

【名师讲评】易错点: 在分析滑块和斜面受力时不少学生或者遗漏某些力, 或者列平衡方程时, 把角度关系搞错。

本题考查的是物体在其点力作用下的平衡问题。正确地对滑块和斜面隔离分析, 应用正交分解法列出平衡方程是解决此题的关键。本题也考查了学生运用数学