

王后雄学案

---

# 教材完全解读

---

## 选修·专题



---

### 高中物理（选修2-2）

---

丛书主编：王后雄  
本册主编：王建国



中国青年出版社

王后雄学案

# 教材完全解读

选修·专题

高中物理(选修2-2)

丛书主编：王后雄  
本册主编：王建国  
编委：冯和平 陈晓兵  
        陈志江 吴元清  
        孙 贤 阮先益  
        陈继伟 冯海泉



中国青年出版社

**(京)新登字083号**

**图书在版编目(CIP)数据**

教材完全解读·高中物理·2-2:选修/王后雄主编.  
2版.—北京:中国青年出版社,2007  
ISBN 978-7-5006-7134-3

I.教... II.王... III.物理课—高中—教学参考资料 IV.G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第082507号

策 划:熊 辉  
责任编辑:李 扬  
封面设计:木头羊

**教材完全解读**

**高中物理**  
**选修2-2**

中国青年出版社 出版发行

社址:北京东四12条21号 邮政编码:100708

网址:www.cyp.com.cn

编辑部电话:(010)64034328

读者服务热线:(027)59504958

咸宁市中南科择印务有限责任公司印制 新华书店经销

889×1194 1/16 6.5印张 168千字

2007年8月北京第2版 2007年8月湖北第2次印刷

印数:5001—10000册

定价:10.30元

本书如有任何印装质量问题,请与承印厂联系调换

联系电话:(027)83538096

# 教材完全解读

## 本书特点

1. 以《课程标准》、《考试大纲》为编写依据，完全解读知识、方法、能力、考试题型，全面提高学习成绩。
2. 采用国际流行的双栏对照案例编写方式，左栏对教材全解全析，在学科层次上力求讲深、讲透、讲出特色；右栏用案例诠释考点，对各个考点各个击破。

## 3层完全解读

从知识、方法、思维诠释教材知识点和方法点、帮您形成答题要点、解题思维，理清解题思路、揭示考点实质和内涵。

## 整体训练方法

针对本节重点、难点、考点及考试能力达标所设计的题目。题目难度适中，是形成能力、考试取得高分的必经阶梯。

## 解题错因导引

“点击考点”栏目导引每一道试题的“测试要点”。当您解题出错时，建议您通过“测试要点”的指向，弄清致错原因，形成正确答案。

## 第一章 物体的平衡

### 课标单元知识

1. 共点力的平衡条件是  $F_{\text{合}} = 0$ 。“起重物的平衡”是共点力平衡条件在生产中的典型应用。静摩擦因素在数值上等于最大静摩擦力跟压力的比值。静止于斜面的物体，当斜面倾角增大到  $\theta$ ，物体刚要开始运动时，我们称  $\theta$  为摩擦角。

### 高考命题趋向

共点力作用下物体的平衡是力学的重要内容之一，在物理学中有广泛的应用。在静力学中，电场中，磁场中都有其应用。处于平衡状态的物体是高中物理的重要模型。

## 第1节 共点力平衡条件及应用

### 1 知识·能力聚焦

1. 共点力作用下物体的平衡条件  
(1) 提出问题。  
一个物体保持静止或匀速直线运动状态，我们就说该物体处于平衡状态。起重机械吊起货物，货物的运动可看成做匀速直线运动。因此，被匀速吊起的货物处于平衡状态。

### 2 方法·技巧平台

3. 解决共点力平衡问题的一般步骤  
(1) 选取研究对象。  
(2) 对所选取的研究对象进行受力分析，并画出受力图。

### 3 创新·思维拓展

5. 斜面的自锁现象  
(1) 静摩擦因数。  
放在斜面上的物体，当斜面倾角较小时，物体能保持静止，此时，物体所受静摩擦力沿斜面向上。

### 4 能力·题型设计

1A 如图 1-1-19 所示，一个物体在四个共点力作用下处于平衡状态，当  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  三个力保持不变， $F_4$  的大小不变，方向顺时针转过  $90^\circ$  时，物体所受合力的合力大小是( )。

A.  $\frac{\sqrt{2}}{2}F_4$       B.  $\sqrt{2}F_4$   
C.  $2F_4$       D.  $\frac{1}{2}F_4$

图 1-1-19

### 点击考点

测试要点 1  
测试要点 4

### 名师诠释

【考题 1】降落伞和人共重  $G$ ，在静止的空气中匀速直线下降，现由于受到自东向西的风的影响，降落伞最终与水平方向成  $60^\circ$  角斜向下匀速直线下降。求此时所受的空气阻力。

【解析】当降落伞在静止的空气中匀速直线下降时，处于平衡状态，空气阻力  $F$  与重力  $G$  等值反向，如图 1-1-3 所示。

当受到自东向西的风的影响时，首先应该弄清什么是风力？什么是空气阻力？从力的本质上讲，风力和空气阻力都是物体与空气发生相互作用的结果，因而只有物体与空气间存在相对运动时才有这种力。开始时风对伞有自东向西的水平推力，使伞的水平速度增大，进而又导致风对伞的水平推力减小，当伞的水平速度增大到与风速相等时，推力为零，伞在水平方向做匀速运动。在竖直方向上降落伞相对于空气向下运动，因此伞仍只受重力和空气阻力作用，依平衡条件得： $F = G$ 。

【点评】分析本题，关键要明确人和降落伞只受两个力的作用，即重力和空气作用力。由平衡条件知，二力必等大、反向。



图 1-1-3

2A 如图 1-1-20 所示，两物体 A、B 通过跨过定滑轮的轻绳相连，处于静止状态 ( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ )，以下说法正确的是( )。

- A. 绳子拉力等于 A 的重力，且与  $\theta$  的变化无关  
B. B 对地一定有压力  
C. 可能出现 B 对地的压力为零的情况  
D.  $\theta$  改变时，B 对地的压力也随之变化

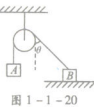


图 1-1-20

## 双栏对照学习

左栏全面剖析考点知识，呈现“解题依据”和答题要点。

右栏用典型案例诠释左栏考点。左右栏讲解·案例一一对照，形成高效学习的范式。

教辅大师王后雄教授、特级教师科学超前的体例设置，帮您赢得了学习起点，成就您人生的夙愿。

## 题记

· 2 ·

教材完全解读 高中物理选修 2-2



### 最新五年高考名题论解

1. (2006·全国理综卷 II) 如图 1-1-29 所示位于水平桌面上的物块 P, 由跨过定滑轮的轻绳与物块 Q 相连, 从滑轮到 P 和到 Q 的绳段都是水平的. 已知 Q 与 P 之间以及 P 与桌面之间的动摩擦因数都是  $\mu$ , 两物块的质量都是  $m$ , 滑轮的质量、滑轮轴上的摩擦都不计. 若用一水平向右的力  $F$  拉 P 使它做匀速直线运动, 则  $F$  的大小为 ( ).

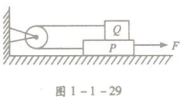


图 1-1-29

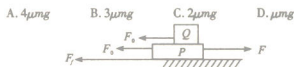


图 1-1-30

[解析] 将 P、Q 看做一个整体进行受力分析, 整体受两绳相等的拉力  $F_0$  和地面的摩擦  $F_f$  及拉力  $F$  的作用做匀速直线运动, 有  $F = 2F_0 + 2\mu mg$ , 又 Q 也处于平衡, 有  $F_0 = \mu mg$ , 联立以上两式求解可得  $F_f = 4\mu mg$ . 故选 A.

### 单元知识梳理与能力整合

#### 二、方法总结

##### 1. 理想模型

在一定的条件下, 为了突出主要矛盾, 找出主要规律, 通常把复杂的、具体的物体抽象为一个简单的理想模型. 这是自然科学中常用的研究方法, 俗称建模. 刚体和质点都是理想模型.

物体受到力的作用不发生形变实际上是不存在的, 但很多时候形变程度相对于物体原来的尺寸来说极为微小, 在研究这些物体的运动时, 物体形变可以忽略不计, 认为物体的形状、大小都不发生变化. 我们把在力的作用下大小和形状都不发生变化, 而且物体内部各点相对位置都不发生改变的物体称为刚体.

### 知识与能力同步测控题

测试时间: 90 分钟

测试满分: 120 分

#### 一、选择题 (本大题共 10 小题, 每小题 4 分, 共 40 分.)

1. 用两条细绳把一个镜框悬挂在墙上, 如图 1-16 所示的四种挂法中, 细绳所受拉力最小的挂法是 ( ).

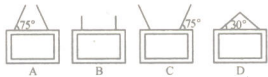


图 1-16

2. 如图 1-17 所示的杆秤, O 为提纽, A 为刻度的起点, B 为秤钩, P 为秤砣. 关于杆秤的性能, 下述说法正确的是 ( ).

- A. 不称物时, 秤砣移到 A 处, 杆秤平衡  
 B. 不称物时, 秤砣移至 B 处, 杆秤平衡  
 C. 称物时, OP 的距离与被测物的质量成正比  
 D. 以上说法都不对

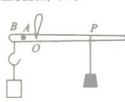


图 1-17

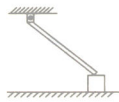


图 1-18

## 答案与提示

### 第一章 物体的平衡

#### 第一节 共点力平衡条件及应用

1. B 解析:  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  的合力与  $F_4$  等大反向,  $F_4$  转过  $90^\circ$ , 则合力为两个  $F_4$  的力 (成  $90^\circ$  夹角) 合成, 即为  $\sqrt{2}F_4$ .

2. A、B、D 解析: 对 A, 受力平衡, 故绳的拉力  $F_T = G_A$ ; 对

B, 竖直方向受力平衡,  $F_T \cos \theta + F_N = G_B$ , 水平方向受力平衡  $F_T \sin \theta$ , 由牛顿第三定律可知  $F_T \neq 0$ , 则  $F_N \neq 0$ , 故 B 对地的压力一定不为零.

3. C 解析: 对滑轮 B 进行受力分析如右图所示, 由合力与分力的关系知当两分力相等且夹角为  $120^\circ$  时, 合力等于分力, 若大于  $120^\circ$  时合力小于分力, 即  $m_2 g < m_1 g$ , 即  $m_2 < m_1$ , 故答案 C 正确.

### 同步体验高考

结合本章节知识及考纲要求, 精心选编最新五年高考试题, 体现“高考在平时”的学习理念, 同步触摸、感知高考, 点拨到位, 破解高考答题规律与技巧.

### 单元知识整合

单元知识与方法网络化, 帮助您将本单元所学教材内容系统化, 形成对考点知识二次提炼与升华, 全面提高单元学习效率.

### 考试高分保障

精心选编涵盖本章节或阶段性知识和能力要求的检测试题, 梯度合理、层次分明, 与同步考试接轨, 利于您同步自我测评, 查缺补漏.

### 点拨解题思路

试题皆提供详细的解题步骤和思路点拨, 鼓励一题多解. 不但知其然, 且知其所以然. 能让您养成良好规范的答题习惯.

# X导航丛书系列最新教辅

**讲** 《中考完全解读》 复习讲解—紧扼中考的脉搏

**练** 《中考总复习课时40练》 难点突破—挑战思维的极限



**讲** 《高考完全解读》 精湛解析—把握高考的方向

**练** 《高考总复习·1轮集训》 阶段测试—进入实战的演练

**专** 《高考完全解读·2轮专题》 专项复习—攻克难点的冲刺

**讲** 《教材完全解读》 细致讲解—汲取教材的精髓

**例** 《三基知识手册》 透析题型—掌握知识的法宝

**练** 《创新作业本》 夯实基础—奠定能力的基石



伴随着新的课程标准问世及新版教材的推广，经过多年的锤炼与优化，数次的修订与改版，如今的“X导航”丛书系列以精益求精的质量、独具匠心的创意，已成为备受广大读者青睐的品牌图书。今天，我们已形成了高效、实用的同步练习与应试复习丛书体系，如果您能结合自身的实际情况配套使用，一定能取得立竿见影的效果。

模块学习指南 .....	1
<b>第一章 物体的平衡</b>	
第1节 共点力平衡条件及应用 .....	2
专题一 用整体法与隔离法分析物体的平衡问题 .....	9
专题二 用极限法分析物体平衡的临界问题 .....	11
专题三 动态平衡问题的分析方法 .....	12
第2节 平动与转动 .....	14
第3节 力矩和力偶 力矩的平衡条件 .....	16
第4节 刚体平衡的条件 物体平衡的稳定性 .....	20
单元知识梳理与能力整合 .....	26
知识与能力同步测控题 .....	30
<b>第二章 材料与结构</b>	
第1节 物体的形变 .....	32
第2节 弹性形变和范性形变 .....	36
第3节 承重结构 .....	40
单元知识梳理与能力整合 .....	43
知识与能力同步测控题 .....	45
<b>第三章 机械与传动装置</b>	
第1节 常见的传动装置 .....	47
第2节 常见机构与机械 .....	51
第3节 液压传动 .....	54
单元知识梳理与能力整合 .....	56
知识与能力同步测控题 .....	59
<b>第四章 热与热机</b>	
第1节 热机原理 热机效率 .....	61
第2节 内燃机 .....	65
第3节 蒸汽轮机 燃气轮机 .....	68
第4节 喷气发动机 .....	71
第5节 制冷机 .....	74
单元知识梳理与能力整合 .....	78
知识与能力同步测控题 .....	81
物理选修2-2 模块测试题 .....	82
<b>答案与提示</b> .....	84

# 知识与方法

## 阅读索引

### 第一章 物体的平衡

#### 第1节 共点力平衡条件及应用

- 1. 共点力作用下物体的平衡条件 ..... 2
- 2. 力的平衡 ..... 3
- 3. 解决共点力平衡问题的一般步骤 ..... 4
- 4. 平衡力与作用力和反作用力的区别 ..... 4
- 5. 斜面的自锁现象 ..... 5
- 6. 透彻理解物体的平衡状态 ..... 5

#### 第2节 平动与转动

- 1. 刚体 ..... 14
- 2. 平动 ..... 14
- 3. 转动 ..... 14
- 4. 平动与转动的区别和联系 ..... 15
- 5. 转动惯性 ..... 15

#### 第3节 力矩和力偶 力矩的平衡条件

- 1. 力矩 ..... 16
- 2. 力偶 力偶矩 ..... 17
- 3. 力矩的平衡条件 ..... 17
- 4. 力偶对物体的作用效果与力对物体的作用效果的区别 ..... 18

#### 第4节 刚体平衡的条件 物体平衡的稳定性

- 1. 刚体平衡的条件 ..... 20
- 2. 稳定平衡 ..... 21
- 3. 不稳定平衡 ..... 21
- 4. 随遇平衡 ..... 21
- 5. 稳度 ..... 22

### 第二章 材料与结构

#### 第1节 物体的形变

- 1. 形变 ..... 32
- 2. 拉伸形变和压缩形变 ..... 32
- 3. 剪切形变 ..... 33
- 4. 扭转型变 ..... 33
- 5. 弯曲形变 ..... 34
- 6. 物体形变的应用 ..... 34
- 7. 物体的内力 ..... 35

#### 第2节 弹性形变和范性形变

- 1. 弹性形变和范性形变 ..... 36
- 2. 弹性形变和范性形变的应用 ..... 36
- 3. 弹性形变问题的分析方法 ..... 37
- 4. 材料在拉伸和压缩时的力学性能 ..... 38

#### 第3节 承重结构

- 1. 梁 ..... 40
- 2. 拱 ..... 40
- 3. 桁架、网架 ..... 41
- 4. 承重结构的受力分析 ..... 42
- 5. 悬索桥和斜拉桥的比较 ..... 42

### 第三章 机械与传动装置

#### 第1节 常见的传动装置

- 1. 摩擦轮传动 ..... 47
- 2. 齿轮传动 ..... 48



3. 带传动 .....	48
4. 链传动 .....	48
5. 传动比 $i_{12}$ .....	49
6. 几种传动特点比较 .....	49

## 第2节 常见机构与机械

1. 铰链四杆机构 .....	51
2. 铰链四杆机构的三种形式 .....	51
3. 内燃机中曲柄连杆机构 .....	52
4. 螺旋机构 .....	52
5. 机械 .....	52

## 第3节 液压传动

1. 帕斯卡定律 .....	54
2. 液压传动中力的方程 .....	54
3. 液压千斤顶的工作原理 .....	54
4. 汽车液压制动器的工作过程 .....	55
5. 液压传动装置的优点 .....	55

# 第四章 热与热机

## 第1节 热机原理 热机效率

1. 热机原理 .....	61
2. 改变物体内能的两种途径 .....	62
3. 能量转化和守恒定律 .....	63
4. 热力学第二定律 .....	63
5. 热机效率 .....	63
6. 热机、能源、环境 .....	63

## 第2节 内燃机

1. 内燃机的种类和结构 .....	65
2. 四冲程汽油机的工作原理 .....	65

3. 内燃机的主要技术参数 .....	65
4. 燃油标号 .....	66
5. 内燃机的参数间的关系 .....	66
6. 四冲程汽油机原理图 .....	66
7. 四冲程柴油机与汽油机的主要区别 .....	67
8. 电子燃油喷射系统 .....	67

## 第3节 蒸汽轮机 燃气轮机

1. 蒸汽轮机 .....	68
2. 燃气轮机 .....	69
3. 地热能发电的工作原理 .....	69
4. 蒸汽轮机、燃气轮机的优点 .....	69
5. 蒸汽发电厂的汽轮机、发电机、冷凝器、冷却塔和烟囱 的用途 .....	70

## 第4节 喷气发动机

1. 喷气发动机的种类 .....	71
2. 空气喷气发动机 .....	71
3. 火箭发动机 .....	72
4. 两类喷气发动机的特点 .....	72
5. 多级火箭 .....	73
6. 航天飞机 .....	73

## 第5节 制冷机

1. 制冷的基本原理 .....	74
2. 电冰箱 .....	75
3. 空调机 .....	75
4. 热机、制冷机与环境 .....	76
5. 能量交换与转换关系 .....	77
6. 电冰箱铭牌和星级 .....	77

# 模块学习指南

## “课程标准”与“完全解读”内容对照表

序号	课程标准(选修2—2)	完全解读内容*页码
1	通过实验,认识共点力的平衡的条件,举例说明共点力平衡的条件在生活和生产中的应用	1.1 共点力平衡条件及应用 * P <sub>2</sub>
2	会区分平动和转动,会描述转动	1.2 平动与转动 * P <sub>14</sub>
3	通过实验,认识刚体的平衡条件,能用刚体的平衡条件分析物体的平衡,知道影响稳度的因素	1.3 力矩和力偶 力矩的平衡条件 * P <sub>16</sub> 1.4 刚体平衡的条件 物体平衡的稳定性 * P <sub>20</sub>
4	通过实验,了解弹性和范性在技术上的应用	2.1 物体的形变 * P <sub>32</sub>
5	通过实例,认识常见的承重结构及其特点	2.3 承重结构 * P <sub>40</sub>
6	观察常见的传动装置,了解其作用	3.1 常见的传动装置 * P <sub>47</sub> 3.2 常见机构与机械 * P <sub>51</sub> 3.3 液压传动 * P <sub>54</sub>
7	知道热机的效率及主要影响因素,通过实例,分析能量在热机工作时的流向.知道提高热机效率的方法和途径.知道热机对环境的影响	4.1 热机原理 热机效率 * P <sub>61</sub>
8	了解内燃机的工作原理,了解内燃机主要技术参数的意义	4.2 内燃机 * P <sub>65</sub>
9	了解气轮机的工作原理	4.3 蒸汽轮机 燃气轮机 * P <sub>68</sub>
10	了解喷气发动机的工作原理	4.4 喷气发动机 * P <sub>71</sub>
11	知道电冰箱和空调的组成和主要结构,了解其致冷原理	4.5 制冷机 * P <sub>74</sub>

# 第一章 物体的平衡

## 课标单元知识

1. 共点力的平衡条件是  $F_{\text{合}} = 0$ , “起吊物的平衡”是共点力平衡条件在生产中的典型应用. 静摩擦因素在数值上等于最大静摩擦力跟压力的比值. 静止于斜面的物体, 当斜面倾角增大到  $\theta$ , 物体刚要开始运动时, 我们称  $\theta$  为摩擦角. 当斜面倾角小于摩擦角  $\theta$  时, 在斜面上无论放多重的物体, 它都不会滑动的现象叫斜面自锁现象.

2. 物体上任意两点的连线在各时刻的位置始终保持彼此平行的运动称为平行移动, 简称平动. 物体上所有的点都绕同一直线做圆周运动, 物体的运动就称为转动. 物体在绕着自己的对称轴转动时具有保持转速和转动轴的方向不变的性质叫转动惯性.

3. 力和力臂的乘积叫做力对转动轴的力矩. 把刚体受到的大小相等、方向相反、不共线的两个平行力组成的系统叫做力偶. “神舟”飞船就是靠力偶来控制翻滚的.

4. 力矩平衡的条件是力矩的代数和等于零. 刚体平衡的条件是合力为零、合力矩为零.

5. 平衡的种类有稳定平衡、不稳定平衡、随遇平衡. 区别的方法是: 当物体稍微偏离平衡位置时, 如果重心升高, 就是稳定平衡; 如果重心降低, 就是不稳定平衡; 如果重心的高度不变, 就是随遇平衡. 稳度是指物体翻倒的难易程度. 物体的重心越低, 底面积越大, 稳度越大.

## 高考命题趋向

共点力作用下物体的平衡是力学的重要内容之一, 在物理学中有广泛的应用. 在静力学中, 电场中, 磁场中都有其应用. 处于平衡状态的物体是高中物理的重要模型. 只要物体受力平衡, 其任何一方向所受合力都为零 ( $\sum F_x = 0$  或  $\sum F_y = 0$ ). 其次我们还应掌握解决共点力作用下物体平衡问题的方法: 力的合成法, 力的分解法, 矢量三角形法, 正交分解法等, 还应注意一些具体的数学方法如正弦定理, 余弦定理, 解三角形等.

共点力的平衡条件, 力矩的平衡条件是本章的重点和难点.

## 第1节 共点力平衡条件及应用

### 知识·能力聚焦

#### 1. 共点力作用下物体的平衡条件

##### (1) 提出问题.

一个物体保持静止或匀速直线运动状态, 我们就说该物体处于平衡状态. 起重机徐徐吊起货物, 货物的运动可看成做匀速直线运动. 因此, 被匀速吊起的货物处于平衡状态.

一个物体匀速转动时, 我们称该物体处于转动平衡状态. 通常, 起重机吊臂的上下转动、水平转动可看成做匀速转动, 所以它们处于转动平衡状态.

要保持物体的平衡状态, 作用在物体上的力必须满足怎样的条件呢?

##### (2) 共点力.

几个力作用于物体的同一点或者它们的作用线(或延长线)相交于一点, 这几个力叫做共点力.

##### (3) 探究共点力作用下物体的平衡条件.

[器材] 弹簧测力计 3 个, 细线 3 根, 绘图板, 白纸, 三角板, 刻度尺, 图钉等

### 名师诠释

◆ [考题 1] 降落伞和人共重  $G$ , 在静止的空气中匀速直线下降, 现由于受到自东向西的风的影响, 降落伞最终与水平方向成  $60^\circ$  角斜向下匀速直线下降. 求此时所受的空气阻力.

[解析] 当降落伞在静止的空气中匀速竖直下降时, 处于平衡状态, 空气阻力  $F$  与重力  $G$  等值反向, 如图 1-1-3 所示.

当受到自东向西的风的影响时, 首先应该弄清什么是风力? 什么是空气阻力? 从力的本质上讲, 风力和空气阻力都是物体与空气发生相互作用的结果, 因而只有物体与空气间存在相对运动时才有这种力. 开始时风对伞有自东向西的水平推力, 使伞的水平速度增大, 进而又导致风对伞的水平推力减小, 当伞的水平速度增大到与风速相等时, 推力为零, 伞在水平方向做匀速运动. 在竖直方向上降落伞相对于空气向下运动, 因此伞仍只受重力和空气阻力作用, 依平衡条件得:  $F = G$ .

[点评] 分析本题, 关键要明确人和降落伞只受两个力的作用, 即重力和空气作用力. 由平衡条件知, 二力必等大、反向.



图 1-1-3

[步骤]

①将钉有白纸的绘图板平放在桌面上。

②将3根细线的一端接在一起,用图钉将结点固定在白纸中央的O点。将3根细线的另一端分别连在3个测力计的挂钩上。拔去图钉,将3个测力计互成角度拉开,使结点仍在O点平衡,把测力计的另一端分别固定在绘图板上,如图1-1-1所示三个共点力平衡实验示意图。

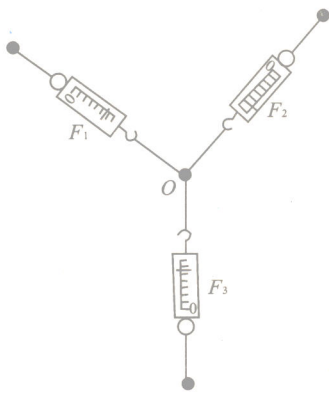


图 1-1-1

③从O点出发,用铅笔和刻度尺沿3根细线的方向在白纸上作出3条直线;记下3个测力计的读数 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ ;撤去测力计,并用图示法在白纸上作出3个共点力。

④用铅笔和三角板画力的平行四边形,研究任意2个力的合力与第3个力的关系。

⑤改变3个力的大小和方向,仍使线的结点在O点保持不动,重复步骤②~④,研究任意2个力的合力与第3个力的关系。

[结论]物体在共点力作用下的平衡条件是这些力的合力为零,即

$$F_{\text{合}} = 0.$$

【鲁科版】

说明:由于力是矢量,我们可以利用正交分解的方法将物体受到的共点力进行正交分解。用正交分解法解决有关在共点力作用下的物体平衡问题时,平衡条件可表述为:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0, \\ \sum F_y = 0. \end{cases}$$

上述表达式解题有以下三大优点:

其一,将矢量运算转换为代数运算,使难度降低。

其二,将求合力时的解斜三角形问题,转变为正交分解后的解直角三角形问题,使运算简便易行。

其三,当所求的平衡问题中需求两个未知力时,这种表达式可列出两个方程,使得求解十分方便。

2. 力的平衡

作用在物体上所有力的合力为零,这种情况叫做力的平衡。

◆ [考题2] 沿光滑的墙壁用网兜把一个足球挂在A点(如图1-1-4所示),足球的质量为 $m$ ,网兜的质量不计,足球与墙壁的接触点为B,悬绳与墙壁的夹角为 $\alpha$ ,求悬绳对球的拉力和墙壁对球的支持力。

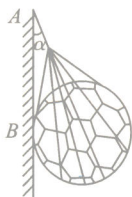


图 1-1-4

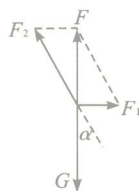


图 1-1-5

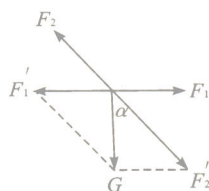


图 1-1-6

[解析] 解法 I: 用合成法

取足球和网兜作为研究对象,它们受重力 $G = mg$ 、墙壁的支持力 $F_1$ 和悬绳的拉力 $F_2$ 三个共点力作用而平衡,由共点力平衡的条件可知, $F_1$ 和 $F_2$ 的合力 $F$ 与 $G$ 大小相等、方向相反,即 $F = G$ ,从图1-1-5中力的平行四边形可求得:

$$F_1 = F \tan \alpha = mg \tan \alpha, \quad F_2 = F / \cos \alpha = mg / \cos \alpha.$$

解法 II: 用分解法

取足球和网兜为研究对象,其受重力 $G$ ,墙壁支持力 $F_1$ ,悬绳的拉力 $F_2$ ,如图1-1-6所示,将重力 $G$ 分解为 $F_1'$ 和 $F_2'$ ,由共点力平衡条件可知, $F_1$ 与 $F_1'$ 的合力必为零, $F_2$ 与 $F_2'$ 的合力也必为零,所以

$$F_1 = F_1' = mg \tan \alpha, \quad F_2 = F = F_2' = mg / \cos \alpha.$$

解法 III: 用相似三角形求解

取足球和网兜作为研究对象,其受重力 $G$ ,墙壁的支持力 $F_1$ ,悬绳的拉力 $F_2$ ,如图1-1-7所示,设球心为O,由共点力的平衡条件可知, $F_1$ 和 $G$ 的合力 $F$ 与 $F_2$ 大小相等,方向相反,由图可知,三角形OFG与三角形AOB相似,所以

$$\frac{F}{G} = \frac{AO}{AB} = \frac{1}{\cos \alpha}, \quad F_2 = G / \cos \alpha = mg / \cos \alpha,$$

$$\frac{F_1}{G} = \frac{OB}{AB} = \tan \alpha, \quad F_1 = G \tan \alpha = mg \tan \alpha.$$

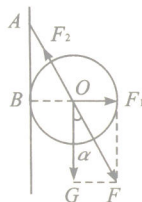


图 1-1-7

解法 IV: 用正交分解法求解

取足球和网兜作为研究对象,受三个力作用,重力 $G$ ,墙壁的支持力 $F_1$ ,悬绳拉力 $F_2$ ,如图1-1-8所示。取水平方向为 $x$ 轴,竖直方向为 $y$ 轴,将 $F_2$ 分别沿 $x$ 轴和 $y$ 轴方向进行分解。由平衡条件可知,在 $x$ 轴和 $y$ 轴方向上的合力 $F_{x\text{合}}$ 和 $F_{y\text{合}}$ 应分别等于零。即

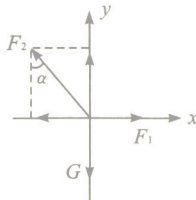


图 1-1-8

$$F_{x\text{合}} = F_1 - F_2 \sin \alpha = 0, \quad \text{①}$$

$$F_{y\text{合}} = F_2 \cos \alpha - G = 0, \quad \text{②}$$

由②式解得  $F_2 = G / \cos \alpha = mg / \cos \alpha$ 。

代入①式得  $F_1 = F_2 \sin \alpha = mg \tan \alpha$ 。

[点评] 本题的求解使用了不同的方法,目的在于启发同学们在解题过程中,按照自己的认知水平,灵活选择解题方法。

◆ [考题3] 如图1-1-9所示,有一半径为 $r = 0.2\text{m}$ 圆柱绕竖直轴 $OO'$ 以 $\omega = 9\text{rad/s}$ 的角速度匀速转动。今用力 $F$ 将质量为 $1\text{kg}$ 的物体A压在圆柱侧面,使其以 $v_0 = 1.8\text{m/s}$ 的速度匀速下降。若物体A与圆柱面的摩擦系数 $\mu = 0.25$ ,求力 $F$ 的大小。(已知物体A在水平方向受光滑挡板的作用,不能随轴一起转动。)

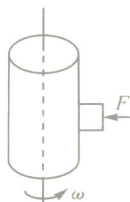


图 1-1-9

(2006·西城高三模拟考试)



(1)当物体只受两个力作用而平衡时,这两个力大小一定相等,方向一定相反,且作用在同一直线上,这两个力叫做一对平衡力。

(2)当物体受到三个力作用而平衡时,这三个力必在同一平面内,且三个力的作用线或作用线的延长线必相交于一点,这就是三力汇交原理。

(3)当物体在  $n$  个非平行力同时作用下处于平衡状态时, $n$  个力必定共面共点,合力为零,称为  $n$  个共点力的平衡,其中任意  $(n-1)$  个力的合力必定与第  $n$  个力等值反向,作用在同一直线上。

(4)作用在物体上的几个共点力平衡时,这几个力对物体的作用效果相互抵消,合力为零,物体处于平衡状态。

由牛顿第二定律知道,作用于物体上的力平衡是物体处于平衡状态的原因,物体处于平衡状态是力的平衡的结果。

人教版、粤教版

## 2 方法·技巧平台

### 3. 解决共点力平衡问题的一般步骤

- (1)选取研究对象。
- (2)对所选取的研究对象进行受力分析,并画出受力图。
- (3)根据解决问题的需要,建立合适的直角坐标系,对各力按坐标轴进行正交分解。
- (4)根据平衡条件,写出平衡方程:

$$\begin{cases} \sum F_x = 0, \\ \sum F_y = 0. \end{cases}$$

- (5)对方程求解,必要时需对解进行讨论。

人教版

### 4. 平衡力与作用力和反作用力的区别

- (1)平衡力作用在同一物体上,作用力与反作用力分别作用在两个物体上。
- (2)作用力与反作用力的性质相同,平衡力的性质不一定相同。如静止在水平桌面上的物体,重力与桌面的支持力是一对平衡力;支持力是弹力,与重力的性质不同。

(3)作用力与反作用力同时产生、同时变化、同时消失,平衡力中的某一个力变化或消失时,其他力不一定变化或消失。如抽去桌面时,物体所受支持力消失,但物体的重力仍保持不变;这时物体的平衡状态被破坏而物体加速下落。

(4)平衡力共同作用的效果是使物体平衡,作用力与反作用力对两个物体分别产生效果。如物体做自由落体运动时,重力的效果是使物体产生重力加速度  $g$ ,重力的反作用力使地球产生的加速度却可以忽略不计,这是因为地球的质量太大。

人教版

[解析] 物体相对圆柱的水平速度

$$v_x = \omega r = 9 \times 0.2 \text{ m/s} = 1.8 \text{ m/s},$$

物体相对圆柱的竖直速度

$$v_y = v_0 = 1.8 \text{ m/s}.$$

因此,物体相对圆柱体的速度

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 1.8\sqrt{2} \text{ m/s}, \text{ 与水平方向成 } 45^\circ \text{ 斜向上,}$$

与  $v$  的方向相反,如图 1-1-10 所示,则

$$F_f = F_{f_0} / \cos 45^\circ = \sqrt{2} F_{f_0} = \sqrt{2} mg$$

又

$$F_f = \mu F$$

所以

$$F = F_f / \mu = 56.6 \text{ N}.$$

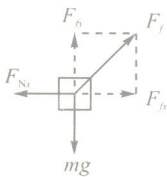


图 1-1-10

[点评] 三角形相似法解此类问题很方便,但满足此法适用条件的不宜乱用,要求处于平衡状态。在解题时要能区别开。

◆ [考题 4] 如图 1-1-11 所示,重  $G$  的均匀绳两端悬于水平天花板上的  $A$ 、 $B$  两点。静止时绳两端的切线方向与天花板成  $\alpha$  角,求绳的  $A$  端所受拉力  $F_1$  和绳中点  $C$  处的张力  $F_2$ 。

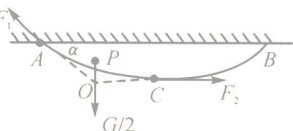


图 1-1-11

[解析] 以  $AC$  段绳为研究对象,根据物体的平衡条件(三力共点),虽然  $AC$  所受的三个力分别作用在不同的点,但它们必为共点力,利用共点力,用平行四边形定则作图,列方程可求出。

物体的受力分析如图 1-1-12,用平行四边形定则作图,如图所示,可得

$$\frac{G/2}{F_1} = \sin \alpha,$$

$$\frac{G/2}{F_2} = \tan \alpha.$$

$$\text{解之得: } F_1 = \frac{G}{2\sin \alpha}, F_2 = \frac{G}{2\tan \alpha}.$$

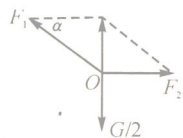


图 1-1-12

◆ [考题 5] 如图 1-1-13 所示,用光滑的粗铁丝做成一个直角三角形,  $BC$  边水平,  $AC$  边竖直,  $\angle ABC = \beta$ ,  $AB$  及  $AC$  边上分别套有细线系着的铜环,当它们静止时,细线跟  $AB$  边所成的角  $\theta$  的范围是\_\_\_\_\_。

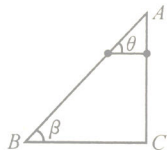


图 1-1-13

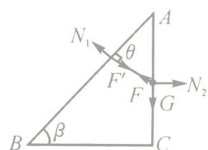


图 1-1-14

[解析] 题目中已知条件似乎不足,无法用常规方法求解,但运用极限思维法可迎刃而解。

假设  $AB$  边上套的铜环质量不断减少直至为零,此时保持两环均静止,其受力情况如图 1-1-14 所示,即只有当细线与  $AB$  边垂直时方可保证两环同时静止。此种情况下:  $\theta = \frac{\pi}{2}$ 。

### 3 创新·思维拓展

#### 5. 斜面的自锁现象

##### (1) 静摩擦因数

放在斜面上的物体,当斜面倾角较小时,物体能保持静止,此时,物体所受静摩擦力沿斜面向上。

实验表明:最大静摩擦力的大小  $F_{\max}$  跟压力  $F_N$  成正比,即

$$F_{\max} = \mu_0 F_N.$$

式中  $\mu_0$  是比例常数,叫做静摩擦因数,它的数值与相互接触的两个物体的材料有关. 静摩擦因数一般比动摩擦因数稍大一些。

##### (2) 摩擦角

静止于斜面的物体,当斜面倾角增大到  $\theta$ , 物体刚要开始运动时,静摩擦力最大,则

$$mg \sin \theta = F_{\max} = \mu_0 F_N = \mu_0 mg \cos \theta,$$

故  $\mu_0 = \tan \theta$ .

即摩擦角  $\theta = \arctan \mu_0$ .

##### (3) 自锁现象

由摩擦角  $\theta$  的表达式可看出,  $\theta$  与物体的质量  $m$  无关,只与相互接触的两种材料的最大静摩擦因数  $\mu_0$  有关. 即当倾角小于摩擦角  $\theta$  时,在斜面上无论放多重的物体,它都不会滑动的现象叫斜面自锁现象。

如图 1-1-2 所示,螺丝钉的螺纹升角  $\alpha$  相当于斜面倾角,由于螺纹升角  $\alpha$  小于摩擦角  $\theta$ , 因此用它来紧固机件时,螺母尽管受到很大的压力,仍然不会移动。

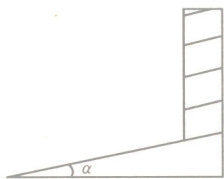


图 1-1-2

#### 6. 透彻理解物体的平衡状态

物体的平衡状态是指:物体保持静止、匀速直线运动、匀速转动。

一个物体静止,意味着  $v=0$ ,但是当一个运动物体的速度为零时,是否就是平衡状态呢?例如竖直向上抛出一物体,当物体上升到最高位置瞬间,其速度为零,这时它是否处于平衡状态?该瞬时时刻物体处于静止状态是正确的,但它不是“保持”静止,即在这瞬时的前一时刻或后一时刻,哪怕时间间隔极短,其速度不为零,所以不是“保持”静止,物体未处于平衡状态. 因此衡量一个物体是否处于平衡状态,要看物体经历一小段时间后是否还保持静止,是否还能做匀速直线运动或匀速转动。

同样,当 AC 边上套的环质量减为零时,两环的受力情况如图 1-1-15,即只有当细线与 AC 边垂直时,方可保证两环同时静止. 此时  $\theta = \beta$ .

综上所述,在两环质量均不为零的情况下,要使两环静止,  $\theta$  应满足的范围是:  $\beta < \theta < \frac{\pi}{2}$ .

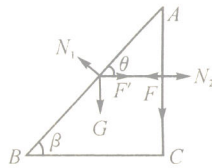


图 1-1-15

[答案]  $\beta < \theta < \frac{\pi}{2}$

[点评] 在遇到物理问题很难用常规方法求解时,利用一些特殊的思维方法,如:极限法,等效法,往往可以独辟蹊径,达到事半功倍的效果。

◆ [考题 6] 如图 1-1-16 所示,将重为  $G$  的物体 A 放在倾角为  $30^\circ$  的斜面上, A 与斜面间的动摩擦因数  $\mu = 0.1$ , 那么对 A 施加一个多大的水平力  $F$ , 可使 A 物体保持静止? (设 A 所受最大静摩擦力与动摩擦力大小相等)

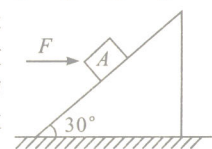


图 1-1-16

[解析] 力  $F$  的大小决定了物体 A 相对斜面的运动趋势. 当  $F$  较小时,物体 A 受沿斜面向上的摩擦力,当  $F$  较大时,物体 A 受沿斜面向下的摩擦力。

受力分析如图 1-1-17 所示,甲为物体 A 有斜向上运动趋势时的受力图,乙为物体 A 有斜向下运动趋势时的受力图。

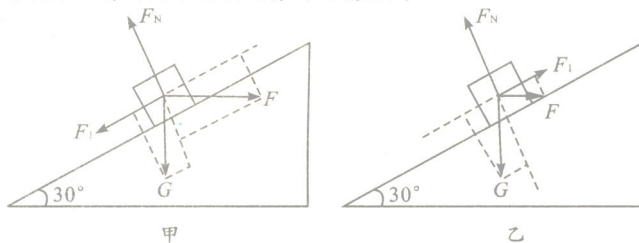


图 1-1-17

沿斜面、垂直斜面建立坐标系:

对甲图,由平衡条件得

$$\text{在 } x \text{ 轴上: } F \cos \alpha = G \sin \alpha + F_1, \quad (1)$$

$$\text{在 } y \text{ 轴上: } F_N = F \sin \alpha + G \cos \alpha, \quad (2)$$

$$\text{且摩擦力 } F_1 = \mu F_N. \quad (3)$$

由①②③得

$$F = \frac{G(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha} = 0.72G.$$

对乙图,同理得

$$\text{在 } x \text{ 轴上: } F \cos \alpha + F_1 = G \sin \alpha, \quad (4)$$

$$\text{在 } y \text{ 轴上: } F_N = G \cos \alpha + F \sin \alpha, \quad (5)$$

$$\text{且摩擦力 } F_1 = \mu F_N. \quad (6)$$

$$\text{由④⑤⑥得 } F = \frac{G(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} = 0.51G.$$

考虑两个结果可知,水平力  $F$  的取值范围为  $0.51G \leq F \leq 0.72G$ .

[点评] 认真分析受力情况,考虑两种运动趋势是求解的关键。

◆ [考题 7] 如图 1-1-18 所示,物体恰能静止在倾角为  $\theta$  的粗糙斜面上,欲使该物体能沿斜面下滑,可采取的方法是( )。

- A. 在物体上叠放一重物
- B. 在物体上施一竖直向上的力
- C. 减少斜面的倾角
- D. 增加斜面的倾角

[解析] 由斜面自锁现象知,当倾角小于摩擦角时,在斜面上无论放多重的物体,它都不会滑动. 当增加斜面的倾角时,该物体能沿斜面下滑,可如 D 项符合题意。

[答案] D

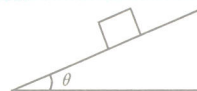


图 1-1-18



## 能力·题型设计

**1A** 如图1-1-19所示,一个物体在四个共点力作用下处于平衡状态.当 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 三个力保持不变, $F_4$ 的大小不变,方向顺时针转过 $90^\circ$ 时,物体所受合力的大小是( ).

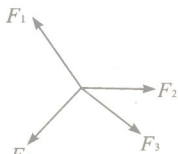


图1-1-19

- A.  $\frac{\sqrt{2}}{2}F_4$                       B.  $\sqrt{2}F_4$   
C.  $2F_4$                               D.  $\frac{1}{2}F_4$

**2A** 如图1-1-20所示,两物体A、B通过跨接与定滑轮的轻绳相连,处于静止状态( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ),以下说法正确的是( ).

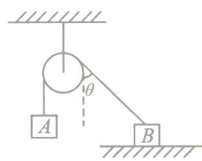


图1-1-20

- A. 绳子拉力等于A的重力,且与 $\theta$ 的变化无关  
B. B对地一定有压力  
C. 可能出现B对地的压力为零的情况  
D.  $\theta$ 改变时,B对地的压力也随之变化

**3A** 如图1-1-21所示,A、B分别是光滑的、质量不计的定滑轮和动滑轮.用一根绳子穿过两滑轮连接重物 $m_1$ ,滑轮B上悬挂一个质量为 $m_2$ 的物体,当系统处于静止状态时,绳AB和OB段的夹角 $\alpha > 120^\circ$ ,两物体质量大小的关系为( ).

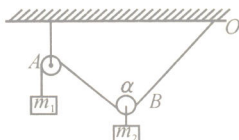


图1-1-21

- A.  $m_2 > m_1$                       B.  $m_2 = m_1$   
C.  $m_2 < m_1$                       D. 不能确定

**4A** 如图1-1-22所示,一小球在纸面内来回振动.当绳OA与OB拉力相等时,摆线与竖直面夹角 $\alpha$ 为( ).

- A.  $30^\circ$                       B.  $45^\circ$                       C.  $15^\circ$                       D.  $60^\circ$

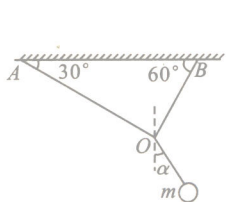


图1-1-22

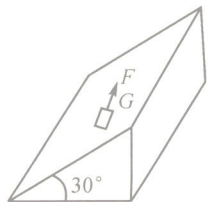


图1-1-23

**5A** 在倾角为 $30^\circ$ 的粗糙斜面上有一重为 $G$ 的物体,如图1-1-23.若用与斜面底边平行的水平恒力 $F = G/2$ 推它,恰好能使它沿 $F$ 的方向做匀速直线运动.物体与斜面之间的动摩擦因数为( ).

- A.  $\frac{\sqrt{2}}{2}$                       B.  $\frac{\sqrt{3}}{3}$                       C.  $\frac{\sqrt{6}}{3}$                       D.  $\frac{\sqrt{6}}{6}$

### 点击考点

#### 测试要点1

测试要点1、2、3  
天津市和平区高三模考

#### 测试要点4

测试要点2  
天津高三质量调查

#### 测试要点3

测试要点2  
南京市高三第一次质量检测

#### 测试要点2

测试要点3

#### 测试要点6

2004年广州市普通高中毕业班综合测试

**6A** 不可伸长的轻细线AO和BO下端系一物体P, $AO > BO$ ,A、B两个端点在同一水平线上,开始时两线刚好绷直,如图1-1-24所示,细线AO和BO的拉力设为 $F_A$ 和 $F_B$ ,保持端点A、B在同一水平线上,使A、B逐渐远离的过程中,关于细线的拉力 $F_A$ 和 $F_B$ 的大小随AB间距离变化的情况是( ).

- A.  $F_A$  随距离增大而一直增大  
B.  $F_A$  随距离增大而一直减小  
C.  $F_B$  随距离增大而一直增大  
D.  $F_B$  随距离增大而一直减小

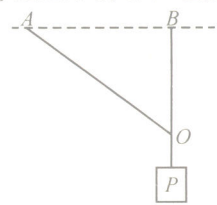


图1-1-24

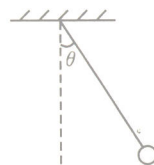


图1-1-25

**7A** 如图1-1-25所示,长为 $L$ 的细绳拴一个质量为 $m$ 的小球,现用一外力 $F$ 将小球向右拉到与竖直方向成 $\theta$ 角而静止,在静止位置,外力 $F$ 的最小值大小和方向分别是( ).

- A.  $mg\sin\theta$ ,水平向右  
B.  $mg\tan\theta$ ,水平向右  
C.  $mg\sin\theta$ ,垂直绳斜向右上方  
D.  $mg\tan\theta$ ,垂直绳斜向右上方

**8A** 如图1-1-26所示,在宽为20m的小河中央有一只小船,在岸上用两根长各为26m的绳子拉船匀速行驶,若绳的拉力均为1300N,可知木船所受的阻力为( ).

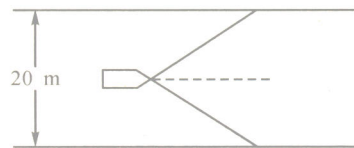


图1-1-26

- A. 1200N                      B. 1300N                      C. 2400N                      D. 2600N

**9A** 在广场游玩时,一小孩将一充有氢气的气球用细绳系在一个小石块上,并将小石块放置在水平地面上.已知小石块的质量为 $m_1$ ,气球(含球内氢气)的质量为 $m_2$ ,气球的体积为 $V$ ,空气密度为 $\rho$ ( $V$ 和 $\rho$ 均视作不变量),风沿水平方向吹,风速为 $v$ .已知风对气球的作用力 $f = kv$ (式中 $k$ 为一已知系数, $u$ 为气球相对空气的速度).开始时,小石块静止在地面上,如图1-1-27所示.

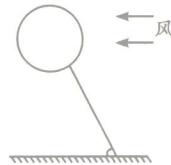


图1-1-27

(1)若风速  $v$  在逐渐增大,小孩担心气球会连同小石块一起被吹离地面,试判断是否会出现这一情况,并说明理由.

(2)若细绳突然断开,已知气球飞上天空后,在气球所经过的空间中的风速  $v$  保持不变,求气球能达到的最大速度.

**10A** 如图 1-1-28 所示,与水平面成倾角  $\theta=30^\circ$  的绝缘正方形斜面  $abcd$ ,有一质量为  $m=0.01\text{kg}$ ,带电量  $q=+\sqrt{2}\times 10^{-4}\text{C}$  的小滑块,与斜面间的动摩擦因数  $\mu=\frac{\sqrt{6}}{6}$ ,整个装置处在垂直于斜面

点击考点

向上的匀强磁场中,磁场的磁感应强度为  $B=0.4\text{T}$ ,滑块在  $a$  点具有沿  $ac$  方向、大小  $v=30\text{m/s}$  的初速度, $g$  取  $10\text{m/s}^2$ .要使滑块由  $a$  点沿直线运动到达  $c$  点,应在绝缘斜面内加一个怎样的恒定匀强电场?

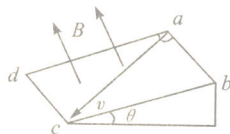


图 1-1-28

测试要点 1

最新5年高考名题诠解

1. (2006·全国理综卷 II) 如图 1-1-29 所示位于水平桌面上的物块  $P$ ,由跨过定滑轮的轻绳与物块  $Q$  相连,从滑轮到  $P$  和到  $Q$  的

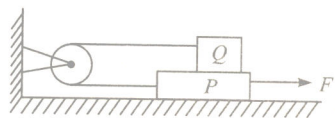


图 1-1-29

现段绳都是水平的.已知  $Q$  与  $P$  之间以及  $P$  与桌面之间的动摩擦因数都是  $\mu$ ,两物块的质量都是  $m$ ,滑轮的质量、滑轮轴上的摩擦都不计.若用一水平向右的力  $F$  拉  $P$  使它做匀速直线运动,则  $F$  的大小为( ).

- A.  $4\mu mg$
- B.  $3\mu mg$
- C.  $2\mu mg$
- D.  $\mu mg$

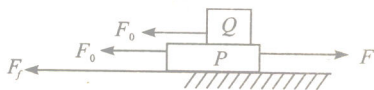


图 1-1-30

**[解析]** 将  $P$ 、 $Q$  看做一个整体进行受力分析,整体受两绳相等的拉力  $F_0$  和地面的摩擦  $F_f$  及拉力  $F$  的作用做匀速直线运动,有  $F=2F_0+2\mu mg$ ,又  $Q$  也处于平衡,有  $F_0=\mu mg$ ,联立以上两式求解可得  $F_f=4\mu mg$ .故选 A.

2. (2004·上海物理卷) 物体  $B$  放在物体  $A$  上, $A$ 、 $B$  的上下表面均与斜面平行(如图 1-1-31 所示),当两者以相同的初速度靠惯性沿光滑固定斜面  $C$  向上做匀减速运动时( ).

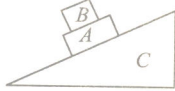


图 1-1-31

- 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]** 假设  $A$ 、 $B$  间存在摩擦力,再用隔离法对其中一个进行受力分析,则两物体加速度必定有一个大于  $g\sin\theta$ ,另一个小于  $g\sin\theta$ ,两物体将分离,与实际矛盾,故正确答案为 C.

3. (2004·江苏高考) 如图 1-1-32 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.一根轻质长绳穿过两个小圆环,它的两端都系上质量为  $m$  的重物.忽略小圆环的大小.

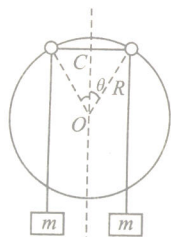


图 1-1-32

(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(如图).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.问两个小圆环分别是在哪些位置时,系统可处于平衡状态?

**[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:

- ①两小环同时位于大圆环的底端;
- ②两小环同时位于大圆环的顶端;
- ③两小环中一个位于大圆环的顶端,另一个位于大圆环的底端;
- ④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对称轴对称.设平衡时,两小圆环在大圆环竖直对称轴两侧  $\alpha$  角的位置上(如图 1-1-33 所示).

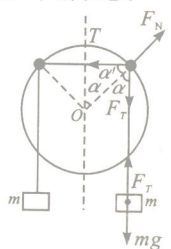


图 1-1-33

对于重物  $m$ ,受绳子拉力  $F_T$  与重力  $mg$  作用,有  $F_T=mg$ .对于小圆环,受到三个力的作用,水平绳子的拉力  $F_T$ 、竖直绳子的拉力  $F_T$  和大圆环的支持力  $F_N$ .两绳子的拉力沿大圆环切向的分力大小相等,方向相反.

$$F_T\sin\alpha = F_T\sin\alpha',$$

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





4. (2003·全国理综新课程卷)如图1-1-34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

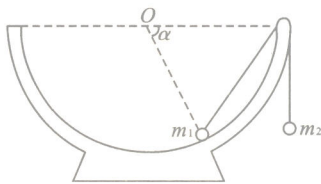


图 1-1-34

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  $m_2:m_1$  为( )。

- A.  $\sqrt{3}:3$                       B.  $\sqrt{2}:3$   
C.  $\sqrt{3}:2$                       D.  $\sqrt{2}:2$

[解析] 设绳上的拉力为  $F_T$ ,由  $m_2$  小球静止得  $F_T = m_2g$ ,分析  $m_1$  小球的受力如图1-1-35所示,由几何关系可知,  $F_N$  与  $F_T$  的夹角为  $60^\circ$ ,  $m_1$  处于静止状态,则  $2F_T \cos 30^\circ = m_1g$ .

$$\text{联立上述方程解得 } \frac{m_2}{m_1} = \frac{\sqrt{3}}{3}.$$

故 A 项正确.

[点评] 本题考查运用共点力的平衡条件解题的能力,同时理解同一根绳子上的张力处处相等.

5. (2003·辽宁大综合卷)如图1-1-36所示,一质量为  $M$  的楔形木块放在水平桌面上,它的顶角为  $90^\circ$ ,两底角为  $\alpha$  和  $\beta$ ;  $a$ 、 $b$  为两个位于斜面上

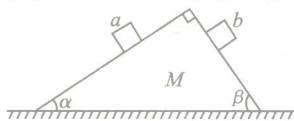


图 1-1-36

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.  $Mg + mg(\cos\alpha + \cos\beta)$

[解析] 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  $F_{N1} = mg\cos\alpha$ ,  $b$  对斜面的弹力为  $F_{N2} = mg\cos\beta$ .以  $M$  为研究对象,分析受力,并分解  $F_{N1}$  和  $F_{N2}$ ,如图1-1-37所示.  $F_{N1} = F_{N1}\cos\alpha$ ,  $F_{N2} = F_{N2}\cos\beta$ ,由物体的平衡条件知,在竖直方向上  $F_N = Mg + F_{N1} + F_{N2}$ ,代入得  $F_N = Mg + mg\cos^2\alpha + mg\cos^2\beta$ .又因为  $\alpha + \beta = 90^\circ$ ,则  $\cos^2\alpha + \cos^2\beta = 1$ ,  $F_N = Mg + mg$ ,所以  $M$  对桌面的压力为  $F_N' = F_N = Mg + mg$ .故 A 选项对.

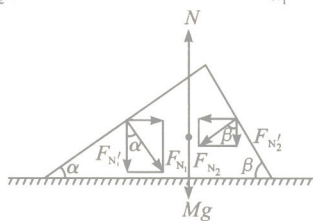


图 1-1-37

如果用牛顿定律求解,可以用失重来分析.两个小木块沿斜面下滑的加速度分别为  $a_1 = g\sin\alpha$ ,  $a_2 = g\sin\beta$ ,它们在竖直方向的分量分别为  $a_{1y} = g\sin^2\alpha$ ,  $a_{2y} = g\sin^2\beta$ ,  $M$  对桌面的压力等于  $M$  与两个小木块的总重量减去两个小木块的失重部分,即  $F_N = Mg + 2mg - ma_{1y} - ma_{2y}$ .又因为  $\alpha + \beta = 90^\circ$ ,则失重部分的大小为  $ma_{1y} + ma_{2y} = mg$ ,代入解得  $F_N = Mg + mg$ .答案为 A 项.

[点评] 本题考查考生对物体进行受力分析,运用物体的平衡条件或牛顿定律求解的能力.

6. (2002·江苏大综合卷)如图

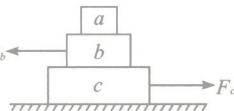


图 1-1-38

1-1-38所示,物体  $a$ 、 $b$  和  $c$  叠放在水平桌面上,水平力  $F_b = 5\text{N}$ 、 $F_c = 10\text{N}$  分别作用于物体  $b$ 、 $c$  上,  $a$ 、 $b$  和  $c$  仍保持静止.以  $F_{f1}$ 、 $F_{f2}$ 、 $F_{f3}$  分别表示  $a$  与  $b$ 、 $b$  与  $c$ 、 $c$  与桌面间的静摩擦力的大小,则( )。

- A.  $F_{f1} = 5\text{N}$ ,  $F_{f2} = 0$ ,  $F_{f3} = 5\text{N}$   
B.  $F_{f1} = 5\text{N}$ ,  $F_{f2} = 5\text{N}$ ,  $F_{f3} = 0$   
C.  $F_{f1} = 0$ ,  $F_{f2} = 5\text{N}$ ,  $F_{f3} = 5\text{N}$   
D.  $F_{f1} = 0$ ,  $F_{f2} = 10\text{N}$ ,  $F_{f3} = 5\text{N}$

[解析] 题给条件是三个物体受力后仍处于静止状态,由物体的平衡条件或牛顿定律知,它们所受的合外力都等于零.可以选取不同的研究对象讨论受静摩擦力的情况:以  $a$  为研究对象,它不受水平外力作用,则不受静摩擦力的作用,  $F_{f1} = 0$ .以  $a$ 、 $b$  的整体为研究对象,因为受到水平向左的  $F_b$  的作用,使它们有向左运动的趋势,为了维持平衡,  $c$  对  $b$  提供了一个向右的静摩擦力的作用,大小为  $F_{f2} = F_b = 5\text{N}$ .最后以三者的整体为研究对象,在水平方向上有  $F_b$  和  $F_c$  的共同作用,由于  $F_c > F_b$ ,所以整体有向右运动的趋势,同理可知,地面应该对  $c$  提供向左的静摩擦力,大小为  $F_{f3} = F_c - F_b = 5\text{N}$ .故 C 选项对.

[点评] 本题考查考生对静摩擦力的理解,能否通过对物体进行受力分析,运用物体平衡条件判断静摩擦力的有无,求出静摩擦力的大小.

7. (2003·全国物理卷)当物体从高空下落时,空气阻力随速度的增大而增大,因此经过一段距离后将匀速下落,这个速度称为此物体下落的终极速度.已知球形物体速度不大时所受的空气阻力正比于速度  $v$ ,且正比于球半径  $r$ ,即阻力  $F_f = krv$ ,  $k$  是比例系数.对于常温下的空气,比例系数  $k = 3.4 \times 10^{-4} \text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ ,已知水的密度  $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ ,取重力加速度  $g = 10\text{m}/\text{s}^2$ ,试求半径  $r = 0.10\text{mm}$  的球形雨滴在无风情况下的终极速度  $v_r$ . (结果取两位数字)

[解析] 雨滴在空中下落的过程中受重力和空气阻力的作用,重力为恒力,而空气阻力随速度的增大而增大,这样雨滴先做加速度逐渐减小的加速运动,当阻力等于重力时,加速度为零,速度不再增大,这以后雨滴将保持这个速度做匀速直线运动.列出阻力与重力相等的方程即可求出雨滴的终极速度.

雨滴下落时受两个力作用:重力,方向向下;空气阻力,方向向上.当雨滴达到终极速度  $v_r$  后,加速度为零,二力平衡,用  $m$  表示雨滴质量,有

$$mg - krv_r = 0 \quad \text{①}, \quad m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho \quad \text{②}.$$

$$\text{由 ①② 得终极速度 } v_r = \frac{4\pi r^2 \rho g}{3k}.$$

代入数值得  $v_r = 1.2\text{m}/\text{s}$ .

[点评] 本题考查考生对雨滴的运动过程和最终运动状态的理解,以及运用平衡条件列方程求解的能力.