

# 高考

## 二维攻略

# 物理

● 梳理考点  
● 归纳要点  
● 突破难点

# 高考三维攻略

|      |      |
|------|------|
| 语    | 文    |
| 数    | 学·文科 |
| 数    | 学·理科 |
| 英    | 语    |
| 物    | 理    |
| 化    | 学    |
| 思想政治 |      |
| 历史   | 史    |
| 地理   | 理    |
| 生物   | 物    |

高考三维攻略 物理

吉林省教育学院 编

责任编辑:邵迪新

封面设计:王 康

吉林出版集团 出版 787×1092毫米 16开本 22印张 600 000字  
吉林省新华书店 发行 2005年12月第1版 2005年12月第1次印刷  
长春市第十一印刷厂 印装 ISBN 7-80720-425-7 定价:14.43元

ISBN 7-80720-425-7



9 787807 204251 >

如发现印、装质量问题,影响阅读,请拨打:0431-5649235

如发现编写质量问题,请拨打:0431-5308020

批准文号:吉发改价格联字[2005]1274号 举报电话:12358

## 出版说明

本书由吉林省教育厅教研室组织编写,适用于参加全国统一高考的考生使用(包括高考独立命题省份)。

本书具有编写优势:

**权威的编写机构:**该丛书由吉林省教育厅教研室统一组织编写,作为重要教研项目推出。

**精干的编写队伍:**该丛书编写人员包括东北师大附中、吉林省实验中学等著名重点中学骨干教师,汲取了著名重点中学历年高考的成功经验。

该丛书具有以下特点:

**以“学习者”为本位的编写理念:**从考生复习的学习本位出发,研究高考复习的特殊规律,强化学习方法指导、相关知识归纳、复习误区提示、训练阶梯构建、新颖题型展示等关键环节,尽量为考生自学提供方便,提高学习效率,减轻课业负担,缩小各校在教学资源方面的差距。

**新颖实用的编写体例:**立足“学习者”本位理念,遵循高考复习的特殊规律,各册均按以下体例编写,依次包括9个板块:

1. 考点解读——依据高考大纲,逐项解读考试要点,廓清高考复习内容。
2. 知识备要——围绕考点简要归纳相关知识,并以“链接”方式提供参考资料。
3. 例题解析——筛选全国高考试卷和各省独立命题试卷专项经典试题,并作精当解析。
4. 误区扫描——提示本考点复习及解题误区,并作针对性指导。
5. 纵向阶梯——纵向构建训练阶梯,呈现循序渐进的学习内在规律。
6. 拓展平台——横向拓展训练平台,全方位展示本考点复习内容。
7. 创新视角——反映命题新内容、新角度,展示新题型,体现高考命题发展趋势。
8. 专项自测——围绕考点设置专项自测,同步检测复习效果。
9. 综合模拟——参考近年高考试题,依据当年高考大纲,提供3套模拟试题。

本册各部分的编写人员:郭兆兵(第一部分),谭本立(第二部分),李军(第三部分),吴海清(第四部分),尹雄杰(第五部分),于海滨(第六部分),何婧(第七部分),胡庆元、曲忠峰(第八部分),赵双菊(第九部分),张凤莲(第十部分),邹杰(第十一部分),郭亨(第十二部分),谭晓春(第十三部分),张丽、薛瑞兵(第十四部分),魏森(第十五、十六部分),郭兆兵(第一套综合模拟试题),魏森(第二套综合模拟试题),赵双菊(第三套综合模拟试题)等。

希望使用本套丛书的广大教师和考生提出意见和建议。本书将根据高考大纲和高考试题的变化逐年修订或改编,您的意见和建议将为本丛书的修订和改编提供参考。

## 《高考三维攻略》编委会

主 任 张德利

副主任 张秉平 吴德文 王鹏伟

编 委 (按姓氏笔画排序)

王鹏伟 白金祥 宁丽静 史 亮 孙大伟 孙鹤娟 毕仲元  
李延龙 李丽英 刘 芳 沈 雁 吴德文 张玉新 张秉平  
张继余 张德利 杨珊玲 陆 静 苗 琦 战 青 徐阳彬  
徐 岩

总 主 编 张秉平

副 总 主 编 吴德文 王鹏伟

本 册 主 编 张秉平 战 青

本册主要编者 (按姓氏笔画排序)

于海滨(长春市实验中学)  
尹雄杰(东北师大附中)  
李 军(长春市十一中学)  
曲忠峰(长春市实验中学)  
张凤莲(东北师大附中)  
张 丽(长春市一汽六中)  
吴海清(东北师大附中)  
何 婧(东北师大附中)  
邹 杰(东北师大附中)  
胡庆元(长春市实验中学)  
赵双菊(吉林市一中)  
郭兆兵(吉林省实验中学)  
郭 亨(松原市实验中学)  
谭本立(长春市实验中学)  
谭晓春(东北师大附属实验学校)  
薛瑞兵(长春市一汽六中)  
魏 森(东北师大附中)

# 目 录

## 第一部分 力 物体的平衡

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| 1.1 力学中的三种力 .....     | ( 1 )  |
| 1.2 力的合成与分解 .....     | ( 8 )  |
| 1.3 共点力作用下物体的平衡 ..... | ( 14 ) |
| 专项自测 .....            | ( 20 ) |
| 参考答案 .....            | ( 23 ) |

## 第二部分 直线运动

|                        |        |
|------------------------|--------|
| 2.1 运动学的基本概念 .....     | ( 26 ) |
| 2.2 直线运动的规律及其应用 .....  | ( 32 ) |
| 2.3 运动图象 追及与相遇问题 ..... | ( 37 ) |
| 专项自测 .....             | ( 43 ) |
| 参考答案 .....             | ( 46 ) |

## 第三部分 牛顿运动定律

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| 3.1 牛顿第一定律 牛顿第三定律 ..... | ( 48 ) |
| 3.2 牛顿第二定律 受力分析 .....   | ( 52 ) |
| 3.3 牛顿运动定律的应用 .....     | ( 59 ) |
| 专项自测 .....              | ( 66 ) |
| 参考答案 .....              | ( 68 ) |

## 第四部分 曲线运动 万有引力定律

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| 4.1 运动的合成和分解 平抛运动 ..... | ( 71 ) |
| 4.2 圆周运动 .....          | ( 73 ) |
| 4.3 万有引力定律 人造卫星 .....   | ( 76 ) |
| 4.4 研究平抛物体的运动 .....     | ( 80 ) |
| 专项自测 .....              | ( 81 ) |
| 参考答案 .....              | ( 83 ) |

## 第五部分 动量

|                      |         |
|----------------------|---------|
| 5.1 冲量 动量和动量定理 ..... | ( 89 )  |
| 5.2 动量守恒定律 .....     | ( 95 )  |
| 5.3 动量守恒定律的应用 .....  | ( 101 ) |
| 5.4 验证动量守恒定律 .....   | ( 106 ) |
| 专项自测 .....           | ( 110 ) |
| 参考答案 .....           | ( 112 ) |

## 第六部分 机械能

|                        |         |
|------------------------|---------|
| 6.1 功 功率 .....         | ( 118 ) |
| 6.2 功和能 动能和动能定理 .....  | ( 125 ) |
| 6.3 重力势能 机械能守恒定律 ..... | ( 130 ) |
| 专项自测 .....             | ( 137 ) |
| 参考答案 .....             | ( 139 ) |

## 第七部分 机械振动和机械波

|                      |         |
|----------------------|---------|
| 7.1 简谐运动 .....       | ( 141 ) |
| 7.2 机械波 .....        | ( 145 ) |
| 7.3 用单摆测定重力加速度 ..... | ( 150 ) |
| 专项自测 .....           | ( 152 ) |
| 参考答案 .....           | ( 153 ) |

## 第八部分 分子热运动 能量守恒 气体

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| 8.1 分子热运动 .....                   | ( 154 ) |
| 8.2 分子动能、势能 物体的内能 热力学第一、二定律 ..... | ( 160 ) |
| 8.3 气体 气体状态方程 .....               | ( 163 ) |
| 专项自测 .....                        | ( 167 ) |
| 参考答案 .....                        | ( 168 ) |

## 第九部分 电场

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 9.1 库仑定律 电场强度 .....         | (171) |
| 9.2 电势差 电势 电势能 电场中的导体 ..... | (175) |
| 9.3 电容器 带电粒子在匀强电场中的运动 ..... | (180) |
| 9.4 用描述法画出电场中平面上的等势线 .....  | (186) |
| 专项自测 .....                  | (187) |
| 参考答案 .....                  | (190) |

## 第十部分 恒定电流

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 10.1 电阻定律 欧姆定律 ..... | (194) |
| 10.2 闭合电路欧姆定律 .....  | (197) |
| 10.3 电功 电功率 .....    | (202) |
| 10.4 电学常见电路 .....    | (206) |
| 10.5 电学仪器 .....      | (211) |
| 专项自测 .....           | (215) |
| 参考答案 .....           | (218) |

## 第十一部分 磁场

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 11.1 磁场的描述 磁场对电流的作用力 ..... | (221) |
| 11.2 磁场对运动电荷的作用 .....      | (227) |
| 11.3 带电粒子在复合场中的运动 .....    | (232) |
| 专项自测 .....                 | (239) |
| 参考答案 .....                 | (242) |

## 第十二部分 电磁感应

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 12.1 电磁感应现象 .....  | (246) |
| 12.2 感应电流的方向 ..... | (251) |
| 12.3 感应电动势 .....   | (259) |
| 专项自测 .....         | (267) |
| 参考答案 .....         | (270) |

## 第十三部分 交变电流 电磁场和电磁波

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 13.1 交流电的产生及变化规律 描述交流电的物理量 ..... | (273) |
| 13.2 变压器 远距离输电 电磁场 电磁波 .....     | (279) |
| 专项自测 .....                       | (284) |
| 参考答案 .....                       | (286) |

## 第十四部分 光的反射和折射

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 14.1 光的直线传播 光的反射 ..... | (288) |
| 14.2 光的折射 .....        | (293) |
| 专项自测 .....             | (299) |
| 参考答案 .....             | (300) |

## 第十五部分 光的波动性 量子论初步

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 15.1 光的干涉和衍射 .....       | (303) |
| 15.2 光的电磁说 光的偏振 激光 ..... | (310) |
| 15.3 量子论初步 .....         | (315) |
| 专项自测 .....               | (320) |
| 参考答案 .....               | (322) |

## 第十六部分 原子和原子核

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 原子和原子核 .....      | (323) |
| 专项自测 .....        | (331) |
| 参考答案 .....        | (332) |
| 综合模拟试题(第一套) ..... | (334) |
| 参考答案 .....        | (336) |
| 综合模拟试题(第二套) ..... | (338) |
| 参考答案 .....        | (341) |
| 综合模拟试题(第三套) ..... | (344) |
| 参考答案 .....        | (347) |

# 第一部分 力 物体的平衡

## 高考导航

### 一、考纲照录

| 内 容                                            | 要求 |
|------------------------------------------------|----|
| 1. 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 | Ⅱ  |
| 2. 重力是物体在地球表面附近所受到的地球对它的引力,重心                  | Ⅱ  |
| 3. 形变和弹力,胡克定律                                  | Ⅱ  |
| 4. 静摩擦力,最大静摩擦力                                 | I  |
| 5. 滑动摩擦力,滑动摩擦定律                                | Ⅱ  |
| 6. 实验:互成角度的两个共点力的合成                            |    |
| 7. 共点力作用下物体的平衡                                 | Ⅱ  |

### 二、考点解读

对力的认识特别是力学中常见的三种性质的力——重力、弹力和摩擦力的理解和掌握的最终要求是能在具体的问题中对物体做出正确的受力分析,它是力学的最基础的内容,也是求解力学题的关键,所有的物理问题凡是涉及到力的都要对物体进行正确的受力分析,对每种力的产生条件、方向的判断、大小的计算方式都应熟练掌握,高考中对这一部分知识点的考查往往融合在其他的力学题中.

## 1.1 力学中的三种力

### 知识备要

#### 一、基础知识

力(定义、力的作用效果、力的三要素、力的分类)、重力、弹力、摩擦力(滑动摩擦力、静摩擦力)

#### 二、知识解读

1. 重心:重心可以看作是物体的各个部分所受重力的合力的作用点,在画受力图时,可以把物体的全部重力画在重心上,但物体的重力并不是真正作用在重心这一个点上,它与各部分的重力作用在各个部分上等效.如质量分布均匀的圆环其重心在环心,并不在圆环本身上,但各个部分的重力依然作用在圆环的各个部分上.

理解这个问题对于求物体的重力势能时也有用处,当整个物体的重心位置未知时,可以分别求出物体的各个部分的重力势能(用各个部分的重心求),再求和即可.如,一根链条长为 $L$ 质量为 $M$ ,有 $1/4$ 伸出桌边,桌面离地高为 $H$ ,以地面为重力势能参考平面,若求链条的重力势能,应用链条的重力 $Mg$ 乘以整个链条的重心离地的高度,但整根链条的重心位置不好确定,但若将链条分为桌上和桌面外的两部分,则其重力势能为 $\frac{1}{4}Mg \cdot (H - \frac{1}{8}L) + \frac{3}{4}Mg \cdot H = MgH - \frac{1}{32}MgL$

2. 弹力的方向:弹力的方向总是与形变的方向相反,对于中学阶段常见的三种弹力,其方向也有自己的特点.

①绳子的拉力(也称绳中的张力)其方向总是沿着绳子指向绳子收缩的方向,知道绳子的方位就可以得到绳子的拉力的方向,反之在有的问题中也可由绳应有的拉力的方向来确定绳子的方位.

②接触物间的压力和支持力的方向总是与接触面垂直,确定此类弹力的方向的关键是找到接触面,常见的接触类型有:平面与平面接触——接触面即为此面;点与平面接触——接触面为此面;点与曲面接触——接触面为接触点曲面的切面;曲面与曲面接触——接触面为二曲面的公切面.图1—1中给出了一些常见情况下的支持力的方向.

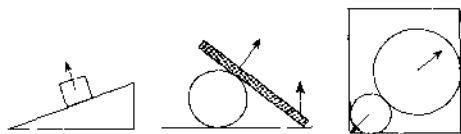


图 1-1

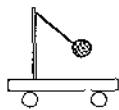


图 1-2

③杆的弹力的方向较复杂,因杆除了可以产生沿杆方向的形变外,还可有弯曲、扭转等形变,其弹力的方向不一定沿杆方向,具体由物体的受力情况和运动状态来决定.如图 1-2,一个质量为  $m$  的小球固定在一个车上的斜杆上,车水平方向的加速度为  $a$ ,设杆对小球的弹力与水平方向的夹角为  $\theta$ ,则

$$N_{\text{水平}} = ma \quad N_{\text{竖直}} = mg \quad \tan\theta = \frac{mg}{ma}$$

可见  $N$  的方向与  $a$  的大小有关,特殊地,如  $a=0$ ,则  $N$  的方向竖直向上,并不沿杆方向.

3. 弹力的大小:尽管所有的弹力的大小都与形变量有关,但我们只能用胡克定律来求解弹簧的弹力的大小,对于诸如拉力、压力、支持力等由微小形变所产生的弹力,需由物体受到的其他力和物体的运动状况来求解,如放在水平面上的物体,只有物体在竖直方向不受其他力且竖直方向没有加速度时,支持力才等于物体的重力;放在倾角为  $\theta$  的斜面上的物体受斜面的支持力等于  $mg\cos\theta$  时也需要对其他力和物体的运动状态有要求,有人也把这种由其他力和运动状况决定的力称为被动力.因此求这类弹力时切忌先入为主,一定牢记由受力分析去求.

4. 摩擦力的方向:①滑动摩擦力的方向是与物体间相对运动方向相反,阻碍的是相对运动,它可以与物体的运动方向相同,可以充当动力,如光滑水平面上放一长木板开始时静止,某一时刻,一物体以一初速冲上木板,在二者间的滑动摩擦力的作用下,物体做减速运动,其受滑动摩擦力的方向与其相对于木板的运动方向相反,同时也与其运动方向相反;木板在物体给它的滑动摩擦力的作用下做加速运动,摩擦力的方向与它相对于物体的运动方向相反,但却与它的运动方向相同.②静摩擦力的方向是与相对运动趋势的方向相反,与物体的运动方向无必然关系,判断静摩擦力的方向方法有二:其一,假设接触面光滑,即假设不存在静摩擦力,看是否会发生相对运动,如有就会受到静摩擦力的作用,其方向与假设光滑时的相对运动方向(即相对运动趋势的方向)相反;其二,通过受力分析结合物体的运动状况,看是否需要静摩擦力,需要哪个方向的静摩擦力,较好的方法应是后一种.

5. 摩擦力的大小:①滑动摩擦力的大小由滑动摩擦定律来求,注意两点:一是求某两面间的滑动摩擦力时用的是由这两面材料和粗糙程度所决定的动摩擦因数和此两面间的压力,二是压力应由其他力和物体的运动状况通过受力分析求解,不要看到物体在水平面上运动就认为滑动摩擦力为  $\mu mg$ ,看到物体在斜面上运动就认为滑动摩擦力为  $\mu mg\cos\theta$ .②静摩擦力的大小可以介于零与最大静摩擦力之间,在此区间取何值,要看物体受到的其他力和物体的运动状况.从这一点上说,静摩擦力也是一种被动力.求解静摩擦力的大小时,应通过受力分析,列物体的动力学方程,看它需要多大的静摩擦力才能保持相对静止.同时也应掌握判断两个物体能否保持相对静止的方法:先假设相对静止,看需要多大的静摩擦力,如果在最大静摩擦力的范围之内,则能相对静止,反之则不能相对静止.

6. 受力分析:受力分析是解力学题的第一步,也是最关键的一步,很多题的错误往往就在受力分析上,在受力分析时首先要有明确的研究对象,即想对哪一个物体或是对哪几个物体构成的整体进行受力分析;在受力分析时,根据每一种力的产生条件来判断物体受哪些力的作用,同时强调是物体受到的力而不考虑它给别的物体的力;受力分析时一般先分析重力,后分析弹力,再分析摩擦力及其他性质的力;在受力分析时注意不能添加力,如踢出去的球在向前飞行时并不受向前的力,因它不存在施力物体,同时也不能漏掉力,这主要指在对多个物体受力分析时注意牛顿第三定律的应用,如对  $A$  受力分析时, $B$  对  $A$  有某个力,再对  $B$  受力分析时, $A$  也一定会对  $B$  有它的反作用力.对多个物体进行受力分析时,应注意从受力最简单的物体开始入手.

### 例题解析

【例 1】如图 1-3 所示,悬挂着的盛满水的容器底部有一小孔,在水从小孔不断流出的过程中,容器连

同水的重心将

A. 一直下降

B. 一直上升

C. 先升后降

D. 先降后升

**解析:** 由于容器中的水不断流出, 剩余水的重心不断下降, 而容器的重心不变, 故在开始的一段时间内, 两者的重心将下降; 当水流出一定量以后, 剩余水的重心将继续下降, 整体的重心可采用极限法分析: 当容器中水即将流尽时, 水的重心在最底层, 但水的质量很小, 两者的重心位置接近于容器的重心位置, 故重心先降后升, 所以 D 正确。

**说明:** 重心除与物体的形状有关外还与物体的质量分布有关。

**【例 2】** 如图 1-4 所示, 用力  $F$  将物体压在竖直墙面及有一定倾角的斜面上, 试分析静摩擦力的方向?

**解析:** 在图甲中, 当推力较大时, 即  $F\cos\theta > mg$  时, 物体相对于墙面有向上的运动趋势, 所以墙对物体的摩擦力向下, 当  $F\cos\theta = mg$  时, 物体相对于墙面无相对运动趋势, 所以摩擦力为零。

当  $F\cos\theta < mg$  时, 物体相对于墙面有向下的运动趋势, 所以摩擦力向上。

在图乙中, 当  $F\cos\theta > mgsin\theta$  时, 物体相对于斜面有向上的运动趋势, 所以斜面对物体的摩擦力沿斜面向下。

当  $F\cos\theta = mgsin\theta$  时, 物体与斜面之间无相对运动趋势, 所以摩擦力为零。

当  $F\cos\theta < mgsin\theta$  时, 物体相对于斜面有向下的运动趋势, 所以斜面对物体的摩擦力沿斜面向上。

由此题可知, 力  $F$  的大小不同, 物体间的相对运动趋势就不同, 所以静摩擦力的方向也不同。

**说明:** 在分析求解静摩擦力时, 要注意静摩擦力的大小和方向与其他力密切相关。

**【例 3】** 如图 1-5, 在粗糙的水平面上放一物体 A, A 上再放一质量为  $m$  的物体 B, A、B 间的动摩擦因数为  $\mu$ , 施加一水平力  $F$  于 A, 计算下列情况下 A 对 B 的摩擦力的大小: ①当 A、B 一起向右做匀速运动时。②当 A、B 一起以加速度  $a$  向右做匀加速运动时。③当力  $F$  足够大而使 A、B 发生相对滑动时。④当 A、B 发生相对滑动, 且 B 物体的 1/5 伸长到 A 的外面时。

**解析:** ①因 A、B 向右匀速运动, B 物体受到的合外力为零, 所以 B 物体受到的摩擦力为零。

②因 A、B 无相对滑动, 所以 B 受到的摩擦力是静摩擦力, 此时不能用滑动摩擦力公式  $f = \mu N$  来计算。用牛顿第二定律对 B 物体分析有  $F_{\text{合}} = ma$  得  $f = F_{\text{合}} = ma$ 。

③因 A、B 发生相对滑动, 所以 B 受到的摩擦力是滑动摩擦力, 即  $f = \mu N = \mu mg$ 。

④因滑动摩擦力的大小与物体间的接触面积大小无关, 所以  $f = \mu mg$ 。

**说明:** 在计算摩擦力大小时, 应首先明确是静摩擦力还是滑动摩擦力。对于滑动摩擦力, 可直接应用滑动摩擦定律求解。要特别注意正压力的求解以及滑动摩擦力的大小与接触面积和相对运动速度无关的特点; 对于静摩擦力, 在不超过最大静摩擦的情况下, 其数值与正压力无关, 可在  $0 \sim f_m$  之间按需要取值。求其大小时应根据物体的实际状态运用平衡条件、牛顿第二定律等求解。

**【例 4】** 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 (图 1-6), 从  $t = 0$  开始物体所受的摩擦力  $F_f$  随时间  $t$  的关系是 ( )

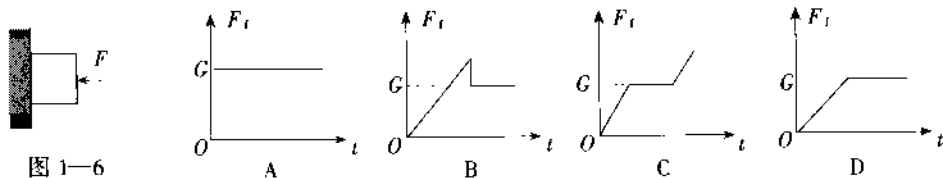


图 1-6

**解析:** 开始时由于推力  $F$  为零, 物体和墙面间没有挤压, 则摩擦力为零。物体在重力作用下开始沿竖直墙面下滑, 所以开始时为滑动摩擦力。则  $F_f = \mu F_N$ , 又因为  $F_N = F = kt$ , 所以  $F_f = \mu kt$ , 即  $F_f$  随  $t$  成正比增加,

当  $F_1$  增大到等于  $G$  时,物体具有一定速度,由于惯性仍然滑行,随着滑行的继续,  $F_1$  已大于物体重力  $G$ ,物体做减速运动.最后物体静止于墙上,摩擦力变为静摩擦力,竖直方向根据二力平衡,则有  $F_1 = G$ ,所以 B 正确.

说明:根据运动分析得出物体所受摩擦力先为滑动摩擦力,后来为静摩擦力是解决此题的关键.

### 误区扫描

1. 对滑动摩擦力的方向总与相对运动方向相反认识不足

【例】如图 1—7 所示,重力为 20N 的物体在动摩擦因数为 0.1 的水平面上向左运动,同时受到大小为 10N,方向向右的水平力  $F$  的作用,则物体所受摩擦力的大小和方向是 ( )

- A. 2N 向左      B. 2N 向右      C. 10N 向左      D. 12N 向右

【陷入误区】认为摩擦力的方向与外力  $F$  的方向相反,错选 A.

【走出误区】滑动摩擦力的方向与相对运动方向相反,不是由外力的方向决定的. 根据滑动摩擦力  $f = \mu N = \mu mg = 0.1 \times 20 = 2(\text{N})$ ,方向与相对运动方向相反,故选 B.



图 1—7



图 1—8



图 1—9



图 1—10

2. 没有掌握滑动摩擦力的大小会随正压力的变化而变化

【例】物体  $m$  恰能沿斜面匀速下滑,现用一个竖直向下且通过重心的力  $F$  作用在  $m$  上,如图 1—8 所示,则有 ( )

- A. 斜面对物体的弹力将增大      B. 斜面对物体的摩擦力将增大  
C. 物体将沿斜面加速下滑      D. 物体仍沿斜面匀速下滑

【陷入误区】认为加上力  $F$  后,物体沿斜面向下的力变大了,所以物体将沿斜面加速下滑.

【走出误区】加上力  $F$  后物体与斜面间的压力变大,摩擦力也会变大.要全面考虑力  $F$  的作用效果.设物与斜面间动摩擦因数为  $\mu$ ,则原来

$mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$ ,即  $\mu = \tan \theta$ .加上力  $F$  后,  $N' = (mg + F) \cos \theta > N$ ,  $f' = \mu N' = \mu (mg + F) \cos \theta$ ,将  $\mu$  代入有:  $f' = (mg + F) \sin \theta$ .物体仍匀速下滑,故答案应为 ABD.

3. 对压力和支持力的方向总与接触面垂直认识不足

【例】如图 1—9 所示,三根质量和形状都相同的圆柱体,他们的重心位置不同,置于两墙上,为了方便,将他们的重心画在同一截面图上,重心位置分别用 1,2,3 标出,设  $N_1, N_2, N_3$  分别为三根圆柱体对墙的压力,则 ( )

- A.  $N_1 < N_2 < N_3$       B.  $N_1 > N_2 > N_3$       C.  $N_1 = N_2 > N_3$       D.  $N_1 = N_2 = N_3$

【陷入误区】认为  $N$  的方向过重心,所以选 A.

【走出误区】 $N$  的方向应与接触面垂直,与重心位置无关.但有人认为那样物体受力是否不为共点力了呢?实际上共点力只要力的作用线交于一点就可以,不必一定作用在同一点上.

由  $N$  的方向可知三根圆柱体受墙的支持力  $N$  的方向均过圆心,即  $N$  与竖直方向夹角相同,设为  $\theta$ .即有  $2N \cos \theta = mg$ ,  $N = \frac{mg}{2 \cos \theta}$ ,故应选 D.

4. 在胡克定律的理解和应用中对弹簧的形变量掌握不好

【例】如图 1—10 所示,质量为  $m$  的物体与甲、乙两个弹簧相连,乙弹簧下端与地相连,两弹簧的劲度系数分别为  $k_1, k_2$ ,现用手拉甲的上端 A,使它缓慢竖直上移,当乙弹簧的弹力为原来的  $\frac{2}{3}$  时,甲上端 A 移动的距离为多少?

【陷入误区】①忽视弹簧形变量与弹簧长度的区别 ②忽视形变有两种情形:拉长或压缩.

【走出误区】A 上移的距离取决于弹簧总长的变化. 本题由胡克定律求出前后两弹簧的长度变化, 就可求出. 但乙弹簧原来是被压缩, 后来弹力为原来的  $\frac{2}{3}$  时, 有压缩或拉长两种可能.

应用胡克定律, 物体  $m$  压缩乙弹簧时有  $mg = k_2 x_0$ , 得  $x_0 = \frac{mg}{k_2}$ .

当 A 端上移, 乙弹簧仍处于压缩状态时, 根据题设条件, 有

$$F_2 = \frac{2}{3} k_2 x_0 = \frac{2}{3} mg = k_2 \cdot x_2, x_2 = \frac{2mg}{3k_2}.$$

取物体  $m$  为研究对象, 其受力示意图如图 1—11 所示, 根据平衡条件得

$$F_1 + F_2 = mg \quad F_1 = mg - F_2 = mg - \frac{2}{3} mg = \frac{1}{3} mg = k_1 \cdot x_1$$

则甲弹簧的伸长量为  $x_1 = \frac{mg}{3k_1}$ .

物体  $m$  上移的距离为  $s = x_0 - x_2 = \frac{mg}{k_2} - \frac{2mg}{3k_2} = \frac{mg}{3k_2}$

弹簧 A 端上升的距离为  $x = x_1 + s = \frac{mg}{3k_1} + \frac{mg}{3k_2} = \frac{mg}{3} \left( \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$ .

当 A 端上移时, 乙弹簧处于拉伸状态, 此时物体  $m$  受力示意图如图 1—12 所示, 根据平衡条件得  $F_1' = mg + F_2' = mg + \frac{2}{3} mg = \frac{5}{3} mg$

$$\because F_1' = k_1 \cdot x_1' \quad \therefore \text{甲弹簧伸长量 } x_1' = \frac{5mg}{3k_1},$$

乙弹簧伸长量为  $x_2' = \frac{2mg}{3k_2}$ , 物体向上移动的距离为

$$s' = x_0 + x_2' = \frac{mg}{k_2} + \frac{2mg}{3k_2} = \frac{5mg}{3k_2}.$$

A 端向上移动的距离为  $x' = x_1' + s' = \frac{5mg}{3k_1} + \frac{5mg}{3k_2} = \frac{5}{3} mg \left( \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$ .

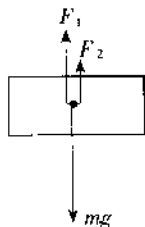


图 1—11

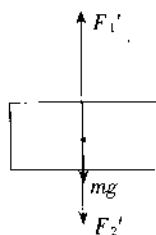


图 1—12

## 纵向阶梯

1. 下列说法中正确的是 ( )

- A. 施力物体同时也一定是受力物体
- B. 没有施力物体和受力物体, 力照样可以独立存在
- C. 找不到施力物体的力是不存在的
- D. 有的物体自己就有力, 这个力不是由另外的物体施加的

2. 有两个物体相互接触, 关于接触处的弹力和摩擦力, 以下说法正确的是 ( )

- A. 一定有弹力, 但不一定有摩擦力
- B. 如果有弹力, 则一定有摩擦力
- C. 如果有摩擦力, 则一定有弹力
- D. 如果有摩擦力, 其大小一定与弹力的大小成正比

3. 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的运动方向相同
- C. 静摩擦力的方向可能与物体的运动方向垂直
- D. 静止的物体所受静摩擦力一定为零

4. 关于物体的重心, 下列说法中正确的是 ( )

- A. 重心就是物体内最重的一点

- B. 任何有规则形状的物体的重心都在几何中心  
C. 重心是物体各部分所受重力的合力的作用点  
D. 重心是重力的作用点, 因此任何物体的重心必然都在物体上

5. 如图 1-13 所示, 两个轻弹簧  $k_1$ 、 $k_2$  串联在一起, 下端吊有一个 6 N 的重物, 则两弹簧所产生的弹力大小分别是 ( )

- A. 3 N, 3 N  
B. 0 N, 6 N  
C. 6 N, 6 N  
D. 不知其劲度系数, 故无法确定

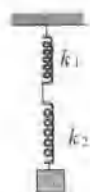


图 1-13

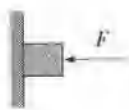


图 1-14

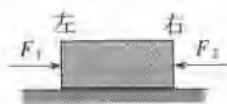


图 1-15

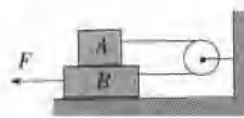


图 1-16

6. 如图 1-14 所示, 今用水平力  $F$  将物体  $A$  紧压在竖直墙壁上使其保持静止, 若将力  $F$  加倍, 则物体  $A$  和墙壁间的静摩擦力大小将 ( )

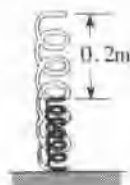
- A. 加倍  
B. 不变  
C. 减半  
D. 无法判断

7. 如图 1-15, 一木块放在水平桌面上, 在水平方向共受三个力作用, 即  $F_1$ 、 $F_2$  和摩擦力, 木块处于静止状态, 其中  $F_1 = 10\text{ N}$ ,  $F_2 = 2\text{ N}$ . 若撤去力  $F_1$ , 则木块受到的静摩擦力为 ( )

- A. 10 N, 方向向左  
B. 6 N, 方向向右  
C. 2 N, 方向向右  
D. 8 N, 方向向左

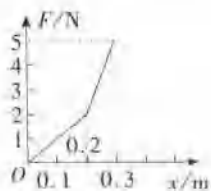
8. 如图 1-16 所示,  $A$  重 8 N,  $B$  重 16 N,  $A$ 、 $B$  之间及  $B$  与地面之间的滑动摩擦因数都是 0.25, 水平拉力  $F$  是多大时,  $B$  在其牵引下向左做匀速直线运动?

9. 一根大弹簧内套一根小弹簧, 大弹簧比小弹簧长 0.2 m, 它们一端平齐并固定, 另一端自由, 如图 1-17 所示, 当压缩此组合弹簧时, 测得力与压缩距离之间关系图线如图 1-18 所示, 求这两根弹簧的劲度系数  $k_1$  和  $k_2$ .



甲

图 1-17



乙

图 1-18



图 1-19



图 1-20

10. 如图 1-19 所示, 在一水平面上放置两物体, 此时  $AB$  间无相互作用力. 已知  $A$ 、 $B$  两物体与地面的最大静摩擦力分别为 8 N 和 4 N, 若一水平力  $F = 6\text{ N}$  向右作用于  $A$  物体时, 此时  $A$  对  $B$  的作用力大小为 \_\_\_\_\_ N. 当水平力向左作用于  $B$  时, 则  $A$  对  $B$  的作用力的大小为 \_\_\_\_\_ N.

11. 一木块静止放在水平桌面上, 与桌面间的最大静摩擦力为 8 N, 若用  $f = 2\text{ N}$  的水平方向的力推木块时, 木块受到的摩擦力为 \_\_\_\_\_ N, 木块在水平方向上受的合力为 \_\_\_\_\_ N.

12. 如图 1-20 所示, 位于斜面上的物块  $M$  在沿斜面向上的力  $F$  作用下, 处于静止状态, 则斜面作用于物块的静摩擦力为 ( )

- A. 方向可能沿斜面向上  
B. 方向可能沿斜面向下  
C. 大小可能等于零  
D. 大小可能等于  $F$

13. 如图 1—21 所示, 质量为  $m$  的人站在质量为  $M$  ( $M \neq m$ ) 的小车上用恒力  $F$  拉绳. 若人和车始终保持相对静止, 且绳的质量及绳与滑轮、滑轮与轴、车与地面的摩擦力不计, 则车对人的摩擦力大小和方向可能是 ( )

- A. 0      B.  $\frac{(m-M)F}{m+M}$ , 向右      C.  $\frac{(m-M)F}{m+M}$ , 向左      D.  $\frac{(M-m)F}{m+M}$ , 向右

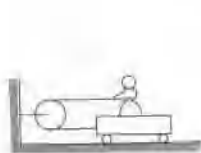


图 1—21

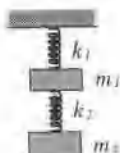


图 1—22



图 1—23

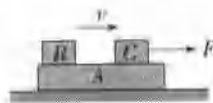


图 1—24

14. 如图 1—22 所示, 原长分别为  $L_1$  和  $L_2$ 、劲度系数分别为  $k_1$  和  $k_2$  的轻质弹簧竖直地悬挂在天花板上. 两弹簧之间有一质量为  $m_1$  的物体, 最下端挂着质量为  $m_2$  的另一物体, 整个装置处于静止状态. 这时两个弹簧的总长度为\_\_\_\_\_. 用一个质量为  $m$  的平板把下面的物体竖直地缓慢地向上托起, 直到两个弹簧的总长度等于两弹簧的原长之和, 这时平板受到下面物体的压力大小等于\_\_\_\_\_.

### 拓展平台

1. 如图 1—23 所示, 把重力为 20N 的物体放在倾角为  $\theta = 30^\circ$  的粗糙斜面上并静止, 物体一端与固定在斜面上且平行于斜面的轻弹簧相连接, 若物体与斜面间的最大静摩擦力为 8N, 则弹簧的弹力 ( )

- A. 可以为 20N, 方向沿斜面向上      B. 可以为 2N, 方向沿斜面向上  
C. 可以为 2N, 方向沿斜面向下      D. 弹簧的弹力可能为零

2. 如图 1—24 所示, 物体 A、B、C 叠放在水平桌面上, 水平力  $F$  作用于 C 物体, 使 A、B、C 以共同速度向右匀速运动, 且三者相对静止, 那么关于摩擦力的说法, 正确的是 ( )

- A. C 不受摩擦力作用      B. B 不受摩擦力作用  
C. A 受摩擦力的合力为零      D. 以 A、B、C 为整体, 整体受到的摩擦力为零

3. 如图 1—25 所示, 在与水平方向成  $\theta$  角、大小为  $F$  的力作用下, 质量为  $m$  的物块沿竖直墙壁匀速下滑, 已知物块与墙壁的动摩擦因数为  $\mu$ , 则下滑过程中物块受到的滑动摩擦力的大小为 ( )

- A.  $mg$       B.  $\mu(F \cos \theta + mg)$       C.  $mg - F \sin \theta$       D.  $\mu mg$

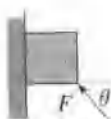


图 1—25

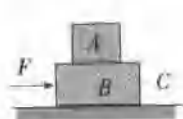


图 1—26



图 1—27



图 1—28

4. 如图 1—26, C 是水平地面, A、B 是两个长方形物块,  $F$  是作用在 B 上沿水平方向的力, 物体 A 和 B 以相同的速度做匀速直线运动, 由此可知 A、B 间的动摩擦因数  $\mu_1$  和 B、C 间的动摩擦因数  $\mu_2$  可能是 ( )

- A.  $\mu_1 = 0$   $\mu_2 = 0$       B.  $\mu_1 = 0$   $\mu_2 \neq 0$       C.  $\mu_1 \neq 0$   $\mu_2 = 0$       D.  $\mu_1 \neq 0$   $\mu_2 \neq 0$

5. 如图 1—27 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  $k_2$ , 上面木块压在上方的弹簧上 (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, 直到它刚离开上面的弹簧, 在这个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.  $\frac{m_2 g}{k_2}$

6. 如图 1—28 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 ( )

- 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.  $F_1 = 0$ ,  $F_2 = 10\text{ N}$ ,  $F_3 = 5\text{ N}$

7.  $s_1$  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 1—29 方式悬挂起来. 现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

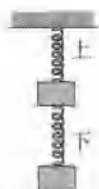


图 1—29



图 1—30

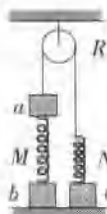


图 1—31

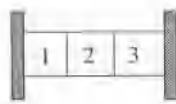


图 1—32

8. 如图 1—30 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  $\mu$ . 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 ( )

- A.  $l + \frac{\mu}{k} m_1 g$       B.  $l + \frac{\mu}{k} (m_1 + m_2) g$       C.  $l + \frac{\mu}{k} m_2 g$       D.  $l + \frac{\mu}{k} (\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}) g$

9. 图 1—31 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, 他们连接如图并处于平衡状态, 则 ( )

- 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

10. 如图 1—32 所示, 在两粗糙的木板之间夹住质量均为  $m$  的 3 块砖, 试分析第三块砖对第二块砖的静摩擦力大小及方向.

### 创新视角

1. 许多轨道交通桥建成如图 1—33 所示的形状. 画出拱形梁在  $A$  点受弹力的示意图, 这种拱形桥的优点是\_\_\_\_\_.

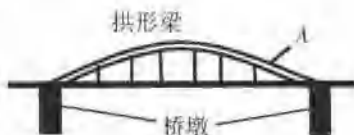


图 1—33

2. 如图 1—34 所示, 矩形均匀薄板长  $AC' = 60\text{ cm}$ , 宽  $CD = 10\text{ cm}$ . 在  $B$  点以细线悬挂, 板处于平衡,  $AB = 35\text{ cm}$ , 则悬线和板边缘  $CA$  的夹角  $\alpha =$ \_\_\_\_\_.

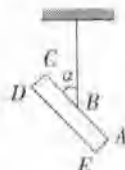


图 1—34

## 1.2 力的合成与分解

### 知识备要

#### 一、基础知识

合力与分力、力的合成与力的分解

#### 二、知识解读

1. 同一直线上矢量的运算: 矢量的运算是物理学中的一种重要方法, 所有矢量的运算都遵循平行四边形法则, 但中学阶段大多都是同一直线上的矢量的运算, 现以一直线上两个力的合成来介绍同一直线上矢量运算的方法——通过规定正方向将矢量运算转化为代数运算: 现有一直线上向左的大小为  $5\text{ N}$  的力  $F_1$  和向右的大小为  $8\text{ N}$  的力  $F_2$ , 求合力  $F$ . 当然结论我们一看便知: 这两个力的合力为  $3\text{ N}$ , 方向向右, 若用上

述方法运算时则:若规定向右为正方向则  $F_1 = -5\text{N}$ ,  $F_2 = 8\text{N}$ , 则  $F = F_1 + F_2 = (-5) + 8 = 3\text{N}$ , 即合力的大小为  $3\text{N}$ , 方向向右;若规定向左为正方向则  $F_1 = 5\text{N}$ ,  $F_2 = -8\text{N}$ , 则  $F = F_1 + F_2 = 5 + (-8) = -3\text{N}$ , 合力的大小为  $3\text{N}$ , 方向向右, 由此可见, 正方向的选取不会影响结论, 而且对于矢量而言, 其正负仅代表其方向与所规定的正方向是相同还是相反, 表示的是它的方向不代表其大小, 这种方法一定要掌握。

2. 讨论力的合成与分解中, 可得到一些重要的结论: ①两个大小一定的分力的合力的大小随夹角的增大而减小, 其值介于两力之和(两力方向相同时)与两力之差(两力方向相反时)之间; ②两个大小相等的力的合力的方向在其角平分线方向上; ③三个共点力的合力可以为零的条件: 任意两力之差小于等于第三个力或任意两力之和大于等于第三个力; ④几个力的合力为零, 其中一个力与其余那些力的合力是一对平衡力, 这些结论在受力分析过程中经常用到。

3. 图解法求分力的变化。在这些题中, 经常见到这样一类问题: 两个力的合力一定, 其中一个分力的方向不变, 另一个分力的方向在一定范围内变化时, 判断两个分力的大小的变化。这类问题利用平行四边形定则, 采用图解的方式既直观又方便, 先来看这样一个问题: 已知两个力的合力的大小和方向, 其中一个分力  $F_1$  与合力  $F$  的夹角为  $\alpha$  (小于  $90^\circ$ ), 讨论另一个分力  $F_2$  的大小取不同值时其分解的可能性。这个问题可以转化为一个几何的作图问题: 已知平行四边形的对角线和一个边的方向及另一条边的长度, 求作平行四边形, 能画出几个平行四边形就有几个分解的结果, 如图 1—35。

由图可知: 若  $F_2 < F \sin \alpha$  时无解; 若  $F_2 = F \sin \alpha$  时只有一解; 若  $F > F_2 > F \sin \alpha$  时有两解; 若  $F_2 \geq F$  时也只有一解。由图 1—35 可知, 当两个力的合力一定, 一个分力的方向确定时, 表示另一分力的矢量的箭头的末端在与方向已知的力平行的虚线上, 否则就不符合平行四边形法则。

【例】光滑的重球夹在竖直的固定墙与可动的板之间, 若缓缓增大板与墙间的夹角, 判断球对墙的压力  $N_1$  和对板的压力  $N_2$  的大小随角度增大的变化情况。

球对墙的压力和对板的压力的大小分别与球的重力沿垂直于墙方向和垂直于板方向的分力等大, 球的重力恒定, 对墙的压力方向不变, 板动时, 改变的是另一个分力的方向, 可以用上述的图示法。

由图 1—36 可知随板与墙间夹角的增大,  $N_1$  和  $N_2$  均减小。

4. 解合力和分力问题常用的方法: 利用力的图示法作力合成或分解的平行四边形来求合力和分力虽直观但存在着作图误差, 实际求合力和分力时往往是画出力合成或分解的示意图, 再根据实际情况选择适当的数学方法来计算, 常用的方法有: ①余弦定理: 适用于知道两力和两力间的夹角; ②正弦定理: 适用于知道力的三角形中一个力的大小和其中的两个角, 求另外两个力的大小; ③相似三角形法: 适用于可以找到力的三角形和某一三角形相似, 利用相似三角形对应边成比例

来求解各力大小之间的关系; ④正交分解法: 是矢量运算中最常用的方法, 它的特点是能将任意方向的矢量运算转化为一条直线上的矢量运算和互相垂直的矢量运算, 实质上是化复杂为简单、化一般为特殊, 其具体方法是选取互相垂直的两个坐标轴, 将力先沿这两个坐标轴进行分解, 然后分别求出在这两个坐标轴上的合力, 最后再求两个坐标轴上互相垂直的合力的合力。

5. 实验: 验证力的合成的平行四边形定则

橡皮条一端固定于  $A$  点, 另一端拴上两个细绳套, 先用两个弹簧秤通过两个细绳套互成角度地拉橡皮条, 使结点到达某一位置  $O$ , 记下结点  $O$  及两个拉力的大小和方向, 然后做  $F_1$ 、 $F_2$  的图示, 并选一标度, 用平行四边形法则求出两力的合力  $F$  的图示, 再用一力  $F'$  将橡皮条的结点拉至同一点  $O$ , 记下  $F'$  的大小和方向, 用同一标度作出  $F'$  的图示, 比较  $F$  与  $F'$  的图示, 即可验证力的合成的平行四边形定则。

### 例题解析

【例 1】两个共点力同向时合力为  $A$ , 反向时合力为  $B$ , 当两力垂直时, 合力大小为

( )

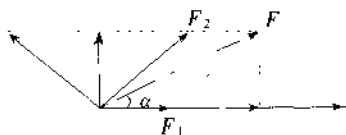


图 1—35

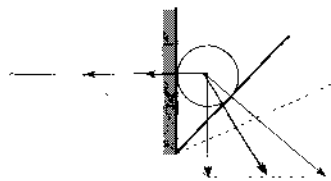


图 1—36

A.  $\sqrt{A^2+B^2}$       B.  $\sqrt{\frac{A^2+B^2}{2}}$       C.  $\sqrt{A+B}$       D.  $\sqrt{\frac{A+B}{2}}$

解析:根据题意可知:  $F_1 + F_2 = A$   $F_1 - F_2 = B$

解得:  $F_1 = \frac{1}{2}(A+B)$   $F_2 = \frac{1}{2}(A-B)$

当两力垂直时合力为  $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{(\frac{A+B}{2})^2 + (\frac{A-B}{2})^2} = \sqrt{\frac{A^2+B^2}{2}}$

答案: B.

说明: 两力如果在一条直线上时, 利用代数和进行求解, 如果两力之间有夹角, 只能利用平行四边形定则求解.

【例2】如图1-37所示, 要使质量为  $m$  的物体在动摩擦系数为  $\mu$  的平面上匀速运动, 应施加与水平方向成  $\theta$  角向下多大的力?

解析: 首先对质量为  $m$  的物体受力分析, 物体受重力、支持力、摩擦力及推力, 然后建立直角坐标系, 将推力  $F$  分解  $F_x = F\cos\theta$ ,  $F_y = F\sin\theta$ , 由平衡条件可得  $F\cos\theta = f = \mu N$ ,  $F\sin\theta + mg = N$ . 解得  $F = \frac{mg\mu}{\cos\theta - \mu\sin\theta}$

说明: 由此题可知, 用正交分解法解题的方法是: ①确定研究对象的受力情况, 画出受力的示意图; ②建立直角坐标系(根据受力情况, 使更多的力落在坐标轴上); ③将不在坐标轴上的力分解; ④根据平衡条件列方程, 解题.

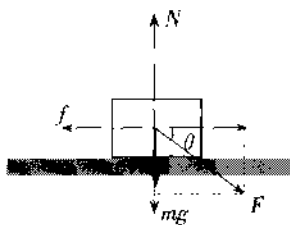


图 1-37

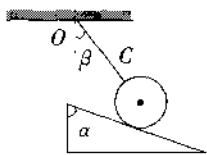


图 1-38

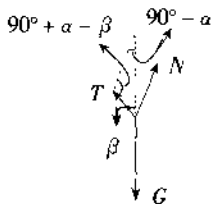


图 1-39



图 1-40

【例3】球所受重力大小为  $G$ , 固定在轻绳  $OC$  的下端, 球搁在光滑斜面上, 斜面与竖直方向的夹角为  $\alpha$ , 当向左拉斜面时, 绳与竖直方向夹角  $\beta$  不断减小, 开始时  $\beta$  大于  $\alpha$ . 如图1-38所示. 求斜面对球的支持力和绳拉力大小的变化.

解析: 如图1-39, 由正弦定理, 得  $\frac{G}{\sin(90^\circ + \alpha - \beta)} = \frac{T}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{N}{\sin\beta}$

得  $T = \frac{\cos\alpha}{\cos(\beta - \alpha)} \cdot G$ ;  $N = \frac{\sin\beta}{\cos(\beta - \alpha)} \cdot G = \frac{G}{\cot\beta \cdot \cos\alpha + \sin\alpha}$

当  $\beta = \alpha$  时,  $T$  有极小值, 所以,  $\beta$  从大于  $\alpha$  到减至零的过程中,  $T$  先减小后增大. 对于  $N$ , 当  $\beta$  减小时,  $N$  始终减小.

说明: 本题亦可由图示法直观看出  $T$  和  $N$  的变化:  $N$  和  $T$  的合力恒定大小为  $G$ , 方向竖直向上.  $N$  的方向不变,  $T$  方向逐渐向竖直方向靠近. 由图1-40可知:  $T$  先减小后增大,  $N$  逐渐减小.

【例4】在做“互成角度的两个力的合成”的实验时, 橡皮条的一端固定在本板上, 用两个弹簧秤把橡皮条的另一端拉到某一确定的  $O$  点, 以下操作中错误的是 ( )

- A. 同一次实验过程中,  $O$  点允许变动
- B. 实验中, 弹簧秤必须与木板平行, 读数时视线要正对弹簧秤刻度
- C. 实验中, 先将其中一个弹簧秤沿某一方向拉到最大量程, 然后只需要调节另一弹簧秤的大小和方向, 把橡皮条另一端拉到  $O$  点
- D. 实验中, 把橡皮条的另一端拉到  $O$  点时, 两弹簧秤之间夹角应取  $90^\circ$ , 以便于算出合力的大小

**解析:** A、C、D 合力与它的两个分力是等效替代关系,本实验中相同的效果就是将橡皮条拉到某一确定的  $O$  点,故同一次实验过程中, $O$  点位置不能变动, A 错;一个弹簧秤沿某一方向拉到最大量程,只调节另一弹簧秤的大小和方向,可能无法将橡皮条结点拉到  $O$  点或损坏第一个弹簧秤,故 C 错;要验证任意两个力的合力均可用平行四边形定则求出,则实验时不应选定特殊角  $90^\circ$ ,故 D 错; B 是正确的操作。

**答案:** A、C、D.

**说明:** 在验证共点力的合成的实验中,要理解合力与分力等效是指将橡皮条结点拉至同一点。

### 误区扫描

1. 对两个力的合力的大小与分力大小的关系认识不清

**【例】** 有三个共点力,大小分别为  $3\text{N}$ 、 $4\text{N}$  和  $6\text{N}$ ,则三个力的合力的最大值为 \_\_\_\_\_  $\text{N}$ ,最小值为 \_\_\_\_\_  $\text{N}$ 。

**【陷入误区】** 套用两个力的合力的最小值为两力之差,认为三力的最小合力为  $3+4-6=1\text{N}$ 。

**【走出误区】**  $3\text{N}$  和  $4\text{N}$  的合力不一定为  $7\text{N}$ ,可以为  $7\text{N}$  和  $1\text{N}$  间的任意值。

三个力的方向相同时,合力的最大值为  $13\text{N}$ 。由于  $3\text{N}$ 、 $4\text{N}$  和  $6\text{N}$  的力的大小满足两力之和大于第三个力、两力之差小于第三个力,故它们合力的最小值为零。

2. 对用平行四边形法则求动态平衡的前提认识不清

**【例】** 固定在水平面上的光滑半球,半径为  $R$ ,球心  $O$  的正上方固定一个小定滑轮,细线一端拴一小球,置于半球面的  $A$  点,另一端绕过定滑轮,如图 1—41 所示,现缓慢地将小球从  $A$  点拉到  $B$  点,则此过程中,小球对半球的压力大小  $F_N$ 、细线的拉力大小  $F$  的变化情况是 ( )

A.  $F_N$  变大,  $F$  不变      B.  $F_N$  变小,  $F$  变大      C.  $F_N$  不变,  $F$  变小      D.  $F_N$  变大,  $F$  变小

**【陷入误区】** 套用动态平衡的图解法,用图示法求解动态平衡的前提除了两个分力的合力一定外,还需其中有一个分力的方向不变,本题  $N$  和  $T$  的方向都发生改变,故图解法不适用,本题可用三角形相似法和正交分解法来求解。

**【走出误区】** (1) 三角形法

小球缓慢运动,合力为零。由于重力  $G$ 、半球的弹力  $F_N$ 、绳的拉力  $F$  的方向始终沿竖直方向、半径方向、绳的收缩方向,所以由  $G$ 、 $F_N$ 、 $F$  组成的力三角形与长度三角形  $\triangle AOC$  相似,所以有  $\frac{F_N}{R} = \frac{mg}{OC} = \frac{F}{AC}$   $F_N = \frac{R}{OC}mg$   $F = \frac{AC}{OC}mg$

拉动过程中,  $AC$  变小,  $OC$  与  $R$  不变,所以  $F_N$  不变,  $F$  变小。

(2) 正交分解法

水平方向上:  $F_N \sin \alpha - F \sin \beta = 0$  ①

竖直方向上:  $F_N \cos \alpha - F \cos \beta - G = 0$  ②

解①②式得,  $F = G \sin \alpha / \sin(\alpha + \beta)$   $F_N = G \sin \beta / \sin(\alpha + \beta)$

设  $A$  到  $OC$  间的距离为  $x$ ,则  $\sin \alpha = \frac{x}{R}$ ,  $\sin \beta = \frac{x}{l}$ ,  $\triangle AOC$  中由正弦定理得  $(d+R) / \sin[180^\circ - (\alpha + \beta)] = R / \sin \beta$ ,解得  $\sin(\alpha + \beta) = (d+R)x / lR$ ,将  $\sin \alpha$ 、 $\sin \beta$ 、 $\sin(\alpha + \beta)$  代入  $F$ 、 $F_N$  表达式,即得  $F = Gl / (d+R)$ ,  $F_N = GR / (d+R)$ 。

在  $l$  减小时,  $R$  与  $d+R$  均不变,可见  $F_N$  不变而  $F$  减小。

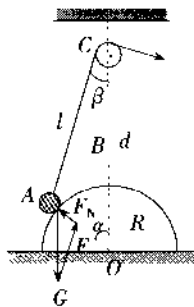


图 1—41

### 纵向阶梯

1. 关于两个大小一定的力的合力,以下说法中正确的是 ( )

- A. 两个力的合力总大于原来的每一个力      B. 两个力的合力至少大于原来的一个力  
C. 合力的大小随两个分力之间的夹角增大而减小  
D. 合力的大小介于二力之和与二力之差的绝对值之间

2. 下列关于合力与分力的叙述不正确的是 ( )

- A. 一个物体受到几个力的作用,同时也受到这几个力的合力的作用