

# 前言

## QIAN YAN

《高中总复习优化设计》系列丛书经过几年来的不断实践和持续打造,以其对教考信息迅捷而敏锐的吸纳,以其科学实用的复习备考模式,以其致力于继承与创新的精品意识,在全国教辅书中独树一帜,已经成为与广大读者建立了深厚心理默契和情感依恋的品牌图书。

2002—2003 学年《高中总复习优化设计》(江苏省专用)系列丛书在整体策划和编写过程中,既秉承已有的新颖、优化、科学、实用等基本特色和“宏观优化,微观设计”的指导理念,又力求发展与创新。在认真学习江苏省高考改革最新精神和深入研究 2003 年“3+1+1”高考命题特点的基础上,立足江苏省备考复习的实际与需求,从素质备考的角度全程规划复习方案与内容,注重学生创新能力、实践能力、应用能力的全面培养与提升。

本书在秉承原有特色的基础上,在完成综合过关版对教材内容的梳理与夯实后,以知识专题为主线,以专项练习、模拟练习为基本方式,以提升学生应试能力为目的,适用于 2003 年高考复习第二、第三阶段。

本书在今天的修订中,有如下鲜明特色:

第一,全面体现 2003 年《考试说明》的最新要求,深刻展示高考命题最新趋向,并依据 2002 年 4 月颁布的物理科新大纲,对“气体”部分作了大幅度调整,只安排了“气体状态参量变化的定性判断”一个小专题;对“透镜”部分则作了完全删除。

第二,以最迅捷的速度及时收录了 2003 年春季高考试题。

第三,本次修订设计了一些小专题,使第二轮复习基本能做到一节课进行一个小专题,专题内容针对性强,复习效率高,同时师生还可针对第一轮复习中存在的薄弱环节来选择性地使用专题,使复习安排更具有灵活性和针对性。另外,还根据物理知识系统划分了若干板块,各个板块中均配置了 A、B 两套练习题,以帮助学生建立对板块知识建立起整体认知。

第四,本次修订加强了用“能量观点”分析处理问题的要求,加强了对实验能力的训练力度。

本书共包括两部分内容:

第一部分:专题复习与板块练习,专题栏目设置及功能如下:

【设置目的】通过该栏目向师生介绍设置该专题的意图,即为什么要设置该专题,学习该专题的意义,通过学习该专题主要解决什么问题,理解什么,掌握什么,使学生明确学习该专题的目的要求。

【重点分析】阐释、分析该专题中的重点、难点、疑点内容,使学生对涉及的概念、规律及方法有更深入的认识和理解。



【方法指导】用典型例题带出基本方法。通过启发性讲解 ,对学生进行思路、方法的导引。例题选用讲求“ 代表性、针对性、启发性 ”的原则。

【强化训练】精心编选强化训练题 ,帮助学生检测专题复习效果。

第二部分 :高考模拟训练 ,设计 6 套模拟训练题 ,供学生实战演练 ,提升考前能力。

为了帮助教师充分把握本书的设计思想和意图 ,促进本书的有效使用 ,本书配有《教师用书》。

本书编者身处中学物理教学第一线 ,希望能给广大高三师生后期复习提供有效、有益的参考。受编者水平和编写时间所限 ,书中难免存在疏忽与不妥之处 ,敬请广大读者批评赐教。

编 者

2003 年 1 月

目  
录

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 第一部分 专题复习与板块练习      | (001) |
| 专题一 有关摩擦力的分析与计算     | (001) |
| 专题二 矢量的合成与分解        | (003) |
| 专题三 物体的平衡问题         | (005) |
| 专题四 运动物体的追赶、相遇问题    | (008) |
| 专题五 平抛运动的处理方法       | (010) |
| 专题六 超重、失重现象讨论       | (012) |
| 专题七 竖直平面内的圆周运动      | (014) |
| 专题八 天体运动与人造地球卫星     | (016) |
| 板块练习 运动和力(A卷)       | (018) |
| 运动和力(B卷)            | (019) |
| 专题九 动量定理及其应用        | (021) |
| 专题十 动能定理及其应用        | (023) |
| 专题十一 动量守恒定律及其应用     | (025) |
| 专题十二 碰撞问题的讨论        | (027) |
| 专题十三 功率·汽车运动分析      | (029) |
| 专题十四 用能量观点处理物理问题    | (030) |
| 专题十五 图象法处理物理问题      | (032) |
| 专题十六 图解法处理物理问题      | (034) |
| 板块练习 动量和能量(A卷)      | (036) |
| 动量和能量(B卷)           | (037) |
| 专题十七 有关弹簧问题的分析与计算   | (039) |
| 专题十八 波的图象问题分析       | (042) |
| 专题十九 波的特有现象及声波      | (044) |
| 板块练习 力学综合(A卷)       | (046) |
| 力学综合(B卷)            | (047) |
| 专题二十 分子力和分子势能       | (049) |
| 专题二十一 热学中的估算问题      | (051) |
| 专题二十二 热力学规律的应用      | (053) |
| 专题二十三 气体状态参量变化的定性判断 | (055) |
| 板块练习 热学综合(A卷)       | (058) |
| 热学综合(B卷)            | (059) |
| 专题二十四 电场的力的性质及应用    | (061) |
| 专题二十五 电场的能的性质及应用    | (063) |
| 专题二十六 电容器问题的讨论      | (065) |
| 专题二十七 带电粒子在电场中的运动   | (067) |
| 专题二十八 静电感应与静电平衡     | (069) |
| 专题二十九 直流电路的动态分析     | (071) |
| 专题三十 含电容电路分析        | (073) |
| 专题三十一 电路故障分析        | (075) |
| 专题三十二 电源的输出功率与效率    | (077) |
| 专题三十三 欧姆表的使用        | (079) |



|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| 板块练习 电场、恒定电流( A 卷 ) .....       | ( 081 ) |
| 电场、恒定电流( B 卷 ) .....            | ( 082 ) |
| 专题三十四 带电粒子在磁场及复合场中的运动 .....     | ( 084 ) |
| 专题三十五 楞次定律及其应用 .....            | ( 087 ) |
| 专题三十六 法拉第电磁感应定律及其应用 .....       | ( 089 ) |
| 专题三十七 有关电磁感应现象的动态分析 .....       | ( 092 ) |
| 专题三十八 电磁感应现象中的能量转化分析 .....      | ( 094 ) |
| 专题三十九 交变电流的有效值 .....            | ( 096 ) |
| 专题四十 变压器问题的讨论 .....             | ( 097 ) |
| 专题四十一 电磁振荡问题的讨论 .....           | ( 099 ) |
| 板块练习 磁场、电磁感应、交变电流( A 卷 ) .....  | ( 101 ) |
| 磁场、电磁感应、交变电流( B 卷 ) .....       | ( 102 ) |
| 电学综合( A 卷 ) .....               | ( 103 ) |
| 电学综合( B 卷 ) .....               | ( 105 ) |
| 专题四十二 折射和全反射 .....              | ( 107 ) |
| 专题四十三 光的波动性和粒子性 .....           | ( 109 ) |
| 专题四十四 玻尔理论与能级跃迁 .....           | ( 111 ) |
| 专题四十五 核反应与核能 .....              | ( 113 ) |
| 板块练习 光学、原子物理( A 卷 ) .....       | ( 115 ) |
| 光学、原子物理( B 卷 ) .....            | ( 116 ) |
| 专题四十六 中学物理实验中的常用方法 .....        | ( 118 ) |
| 专题四十七 谈对实验条件的控制 .....           | ( 120 ) |
| 专题四十八 典型学生实验精析 .....            | ( 122 ) |
| 专题四十九 谈实验设计——实验原理和方法的迁移应用 ..... | ( 125 ) |
| 板块练习 实验 .....                   | ( 129 ) |
| <b>第二部分 高考模拟训练</b> .....        | ( 132 ) |
| 模拟训练( 一 ) .....                 | ( 132 ) |
| 模拟训练( 二 ) .....                 | ( 134 ) |
| 模拟训练( 三 ) .....                 | ( 136 ) |
| 模拟训练( 四 ) .....                 | ( 138 ) |
| 模拟训练( 五 ) .....                 | ( 140 ) |
| 模拟训练( 六 ) .....                 | ( 143 ) |
| 参考答案 .....                      | ( 146 ) |

# 第一部分 专题复习与板块练习

## 专题一 有关摩擦力的分析与计算

### 设置目的

摩擦力,特别是静摩擦力的方向判定及大小计算,历来是学生学习中的难点,同时也是高考的热点.为帮助学生更好地理解、掌握该部分内容,特设此专题予以专门讨论.

### 重点分析

相互接触、挤压的物体存在相对运动或相对运动趋势时,在它们的接触面间就会产生阻碍其相对运动的摩擦力.其中:

1. 物体存在相对运动时产生的摩擦力叫滑动摩擦力.滑动摩擦力的大小与物体间的压力成正比,表达式为  $F = \mu F_N$ ;其方向总是与物体相对运动的方向相反,但不一定与物体对地的运动方向相反,因此,滑动摩擦力可能是阻力,也可能是动力,可能对物体做负功,也可能对物体做正功.

2. 物体间保持相对静止但存在相对运动趋势时产生的摩擦力叫静摩擦力.静摩擦力的大小除最大值外无确定的表达式,其大小可为零与最大值间的任意值,具体大小由物体的受力情况和运动状态决定.静摩擦力的方向总是与物体相对运动的趋势相反,与物体对地的运动方向间无确定的关系,可能与物体对地的运动方向相同、相反、垂直或成任意角度,因此静摩擦力可以对物体做负功、正功或不做功,但在任何情况下,静摩擦力对相互作用的系统做功的代数和总为零,故静摩擦力做功不会改变系统的机械能,不会将机械能转化为内能.

### 方法指导

[例1] 水平地面上停着一辆小车  $B$ ,小车上放着一个物体  $A$ ,如图 1—1 所示,试分析小车和物体共同向右加速运动、匀速运动和减速运动几种情况下  $B$  对  $A$  是否有静摩擦力作用?如有静摩擦力作用,方向如何?

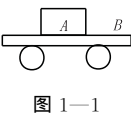


图 1—1

解析:在小车向右加速运动过程中,若假设  $A$ 、 $B$  间接触面光滑,由于惯性, $A$  将相对地面保持静止,即相对  $B$  向左运动.这说明在接触面粗糙的情况下, $A$  相对  $B$  有向左的运动趋势,因此要受到向右的静摩擦力作用.

在  $A$ 、 $B$  以相同的速度  $v$  向右匀速运动的过程中,若假设  $A$ 、

$B$  间接触面光滑,由于惯性, $A$  仍将保持速度  $v$  向右做匀速直线运动而和  $B$  保持相对静止,即在接触面粗糙的情况下, $A$  相对  $B$  亦无相对运动的趋势,所以  $B$  对  $A$  无摩擦力作用.在小车向右减速运动过程中,若  $A$ 、 $B$  间接触面光滑, $A$  由于惯性将保持向右的匀速直线运动,而  $B$  的速度不断减小, $A$  将相对  $B$  向右运动,即在接触面粗糙的情况下, $A$  对  $B$  有向右的运动趋势,所以  $B$  对  $A$  有向左的静摩擦力.

说明:因为产生静摩擦力时,相接触的物体并未发生相对运动,它们之间相对运动的趋势方向如何,有时单凭想象是难于作出准确判定的.但若假设接触面光滑后,它们能否发生相对运动,相对运动的方向又是如何,便很容易地显现出来,因此,假设法是分析静摩擦力是否存在及静摩擦力方向一个基本的、重要的方法.

[例2] 如图 1—2,  $C$  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 .....

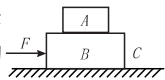


图 1—2

A.  $\mu_1 = 0$   $\mu_2 = 0$

B.  $\mu_1 = 0$   $\mu_2 \neq 0$

C.  $\mu_1 \neq 0$   $\mu_2 = 0$

D.  $\mu_1 \neq 0$   $\mu_2 \neq 0$

解析:选  $A$ 、 $B$  整体为研究对象,知地面对  $B$  的摩擦力一定水平向左,故  $\mu_2 \neq 0$ ,对  $A$  受力分析知,水平方向不受力,  $\mu_1$  可能为 0,也可能不为 0,故 B、D 正确.

说明:本题主要考查对摩擦力存在条件的理解,产生摩擦力的条件是接触面粗糙,接触面间有压力,物体间有相对运动或相对运动趋势.这三点缺一不可.

[例3] 如图 1—3 所示,一质量为  $m$  的货物放在倾角为  $\alpha$  的传送带上随带一起向上或向下做加速运动.设加速度大小为  $a$ ,试求两种情况下货物所受的摩擦力  $F$ .

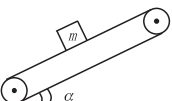


图 1—3

解析:向上加速运动时,由牛顿第二定律,得:  $F - mgsin\alpha = ma$

所以  $F = mgsin\alpha + ma$ ,方向沿斜面向上.

向下加速运动时,由牛顿第二定律,得:

$mgsin\alpha - F = ma$  (设  $F$  沿斜面向上)

所以  $F = mgsin\alpha - ma$

当  $\alpha < gsin\alpha$  时,  $F > 0$ . 与所设方向相同——即沿斜面向上.

当  $\alpha = gsin\alpha$  时,  $F = 0$ . 即货物与传送带间无摩擦力作用.

当  $\alpha > gsin\alpha$  时,  $F < 0$ . 与所设方向相反——即沿斜面向下.

说明: 当物体加速运动而摩擦力方向不明确时, 可先假设摩擦力向某一方向, 然后应用牛顿第二定律导出表达式, 再结合具体情况进行讨论.

[例4] 如图 1—4 所示, 半径为  $r = 0.2$  m 的

圆柱体绕水平轴  $OO'$  以角速度  $\omega =$

$9$  rad/s 的角速度匀速转动. 将一质量

$m = 1$  kg 的物体  $A$  放在圆柱体上方,

并用光滑挡板挡住使它不能随圆柱体一起转动. 现用平行于

水平轴的力  $F = 2$  N 推物体, 可使物体以  $v_0 = 2.4$  m/s 的速度

向右匀速滑动. 试求物体与圆柱体间的动摩擦因数  $\mu$ .

解析: 从上往下看物体在水平面内受  $F_\mu$ 、 $F$ 、挡板弹力  $F_N$  和摩擦力  $F_\mu$  作用, 其方向应如图 1—5 所示. 由物体平衡条件知:

$$F_\mu = F / \cos\alpha,$$

$$\text{而 } \cos\alpha = \frac{v_0}{v_{\text{相对}}} = \frac{v_0}{\sqrt{v_0^2 + (r\omega)^2}},$$

$$\text{所以 } F_\mu = F \cdot \frac{\sqrt{v_0^2 + (r\omega)^2}}{v_0} = 2 \times \frac{\sqrt{2.4^2 + (0.2 \times 9)^2}}{2.4} \text{ N}$$

$$= 2.5 \text{ N}.$$

由于物体与圆柱体间压力大小即等于物体重力, 所以:

$$\mu = \frac{2.5}{10} = 0.25$$

说明: 根据滑动摩擦力的方向与物体相对运动的方向相反, 确定  $F_\mu$  的方向是解决此类问题的关键. 请同学们通过对该题的解析, 仔细领会滑动摩擦力的方向与物体运动方向间的关系.

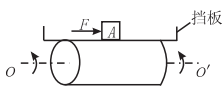


图 1—4

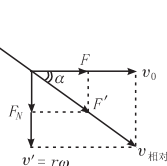


图 1—5

## 强化训练

- 1. 如图 1—6 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的 ... ( )

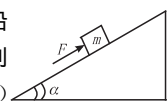


图 1—6

- A. 方向可能沿斜面向上  
B. 方向可能沿斜面向下  
C. 大小可能为零  
D. 大小可能等于  $F$
- 2. 关于静摩擦力, 下列说法正确的是 ... ( )
- A. 两个相对静止的物体之间一定有静摩擦力作用  
B. 受静摩擦力作用的物体一定静止  
C. 静摩擦力一定是阻力  
D. 在压力一定的条件下, 静摩擦力的大小是可以变化的, 但有一个限度
- 3. 如图 1—7 所示,  $A$ 、 $B$  两物体叠放在水平桌面上,  $G_A = 20$  N,  $G_B = 40$  N,  $A$ 、 $B$  间动摩擦因数为  $0.2$ ,  $B$  与桌面间动摩擦因数为  $0.1$ . 当水平力  $F = 5$  N 作用于物体  $A$  时

图 1—7

- ①  $A$  受四个力作用 ②  $B$  受四个力作用 ③ 桌面对  $B$  的摩擦力

为  $5$  N, 方向水平向左 ④ 桌面对  $B$  的摩擦力为  $4$  N, 方向水平向左

其说法正确的有 ... ( )

- A. ①③ B. ①②④ C. ①④ D. ①②③

- 4. 如图 1—8 所示, 倾角为  $\alpha$  的三角形滑块上放置一个质量为  $m$  的物体, 它们一起以加速度  $a$  在水平面上向右做匀加速直线运动. 对于  $m$  所受的摩擦力, 下列叙述正确的有 ... ( )

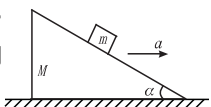


图 1—8

① 方向可能沿斜面向上 ② 方向可能沿斜面向下 ③ 可能不存在摩擦力 ④ 一定存在摩擦力

- A. ①② B. ①②③ C. ①②④ D. ①③

- 5. 如图 1—9 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 ... ( )

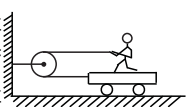


图 1—9

- 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

- 6. 如图 1—10 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

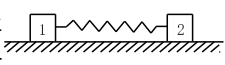


图 1—10

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, 当两木块一起匀速运动时两木块之间的距离是 ... ( )

(2001 年全国理综)

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

- 7. 在倾角为  $30^\circ$ 、动摩擦因数为  $\frac{\sqrt{6}}{3}$  的斜面上, 质量为  $1$  kg 的物体在平行于斜面底边的水平力作用下沿斜面做匀速直线运动. 试求水平力的大小及其与物体运动方向的夹角.

- \* ► 8. 如图 1—11 所示, 质量分布均匀的圆柱体  $A$  静止在水平地面上, 板  $B$  一端搭在  $A$  上, 另一端用轻绳悬挂, 板与竖直方向夹角为  $\theta$  ( $0 < \theta < 90^\circ$ ). 试判断地面及板对  $A$  的摩擦力的方向.

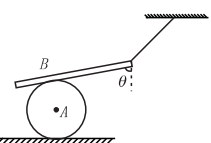


图 1—11

## 专题二 矢量的合成与分解

### 设置目的

力、速度、位移、加速度、动量、电场强度、磁感应强度等物理量都属于矢量,它们都遵守相同的运算法则——平行四边形定则或三角形定则。掌握并熟练地运用矢量运算法则处理实际的物理问题,是高中物理的重要内容,特设该专题,以强化学生对矢量运算法则的认识并提高运用矢量运算法则的熟练程度。

### 重点分析

1. 求两个矢量之和,应将该两矢量从同一点作出,并以其为邻边作平行四边形,则该两矢量所夹的对角线的长度即表示合矢量的大小,对角线所指的方向即为合矢量的方向。此即矢量合成的平行四边形定则。如两力  $F_1$ 、 $F_2$  的合成如图 2—1 所示。

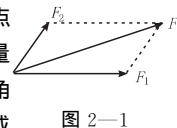


图 2—1

由于平行且相等的两个矢量可视为同一矢量,故两个矢量的合成可转化为如图 2—2 所示:将两矢量首尾相接顺次作出,则从第一个矢量的始端向第二个矢量的末端作出的矢量即为两矢量的合矢量。此即矢量合成的三角形定则。

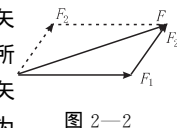


图 2—2

由矢量合成的三角形定则不难看出:当两矢量同向时,合矢量最大(大小等于两矢量大小之和);当两矢量反向时,合矢量最小(大小等于两矢量大小之差的绝对值)。

2. 由图 2—2 知,  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ , 所以  $\vec{F}_2 = \vec{F} - \vec{F}_1$ 。可见,要求两矢量之差,应将两矢量从同一点作出,然后从减矢量末端向被减矢量末端作矢量即可。

应当指出,将一矢量分解时,若不加条件限制,可分解为无穷多组大小、方向各不相同的分矢量,但在实际分解某一矢量时,一定要按该矢量所产生的实际效果进行分解。

### 方法指导

[例1] 从空间某点  $O$  以同样大小的速率  $v_0$  在同一竖直面内向各个不同的方向,同时抛出几个物体。试证明:在任意时刻,这几个物体总是散布在某一圆周上。

解析:若物体不受重力作用,则同时抛出的各物体将沿抛出方向做匀速直线运动,在任意时刻,物体分布在以  $O$  为圆心、以  $v_0 t$  为半径的圆周上。而实际上由于重力的存在,每一个物体都沿竖直方向下落了一段位移  $\frac{1}{2}gt^2$ 。于是任一时刻相对抛出点的位移可

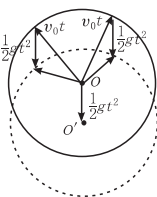


图 2—3

由抛出方向做匀速直线运动的位移和竖直方向做自由落体的位移合成求得,如图 2—3 所示。可见,它们仍在一个圆周上,只是这时所在圆周相当于将原来的圆周

下移  $\frac{1}{2}gt^2$  而得,而此圆的半径仍是  $v_0 t$ 。

[例2] 在倾角为  $\theta$  的斜坡上沿与水平方向成仰角  $\alpha$  的方向向坡顶抛出一石块,石块在斜坡上的落点与抛出点相距  $L$ 。求石块抛出时的初速度。

解析:石块的位移  $L$  可看作沿抛出方向匀速直线运动的位移  $v_0 t$  和竖直方向自由落体运动的位移  $\frac{1}{2}gt^2$  的合位移如图 2—4

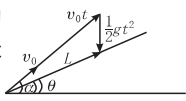


图 2—4

所示。由正弦定理,得:

$$\frac{v_0 t}{\sin(90^\circ + \theta)} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{\sin(\alpha - \theta)} = \frac{L}{\sin(90^\circ - \alpha)}$$

解得:  $v_0 = \cos\theta \sqrt{gL / 2\cos\alpha \sin(\alpha - \theta)}$ 。

说明:以上两例均可采用解析几何的知识求解,但其物理意义不明显,且求解过程繁琐。而采用矢量合成的三角形定则,既能加深理解运动的本质,又能简化计算过程。

\* [例3] 如图 2—5(a) 所示,小环  $P$ 、 $Q$  分别套在两根平行的竖直固定主杆上。在  $B$  点连接一根细绳,绳穿过小环  $P$  与  $Q$  相连。当小环  $P$  以速度  $v_0$  匀速向下运动到图示位置

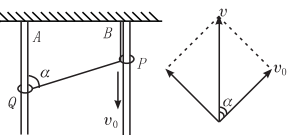


图 2—5

时,小环  $Q$  的速度是多少?

解析:由题意知,小环  $P$  下落多大高度,两环间绳子就缩短多大长度。若以小环  $P$  为参照物,则小环  $Q$  一方面以小环  $P$  下降的速度  $v_0$  沿绳子方向靠近小环  $P$ ,同时又绕小环  $P$  沿顺时针方向做圆周运动,而小环  $Q$  对  $P$  的实际运动是沿杆  $A$  竖直向上的,故其各速度关系应如图 2—5(b) 所示,所以  $v = v_0 / \cos\alpha$ 。由于小环  $P$  以  $v_0$  匀速下降,所以

小环  $Q$  对地的速度  $v_Q = \frac{v_0}{\cos\alpha} - v_0$ 。

说明:将某矢量进行分解或合成时,一定要按照实际效果进行,并要分清谁是合矢量,谁是分矢量。如该题中小环  $Q$  实际运动的速度为合速度,其所产生的两个效果方向的速度为分速度。

### 强化训练

► 1. 如图 2—6 所示,甲、乙两运动员同时从水流湍急的河流两岸下水游泳,甲在乙的下游方且流速大于乙。欲使两人尽快在河中相遇,则应选择的游泳方向是……( )

图 2—6

- 都沿虚线偏下游方向游
- 都沿虚线方向朝对方游
- 甲沿虚线方向、乙沿虚线偏上游方向游
- 乙沿虚线方向、甲沿虚线偏上游方向游

- 2. 船沿着不同方向横渡一条河流, 河的两岸平行, 船相对于水的速度大小不变, 则下列判断正确的是…………… ( )
- A. 当船朝垂直于河岸航行时, 渡河用的时间最短
- B. 当船的航线最短时, 渡河用的时间最短
- C. 渡河用的时间与水流速度大小无关
- D. 当船头朝向上游与河岸成一定角度航行时, 实际航线最短

- 3. 如图 2—7 所示, 一辆匀速行驶的汽车将一重物提起, 在此过程中, 重物 A 的运动情况是…………… ( )
- A. 加速上升, 且加速度不断增大
- B. 加速上升, 且加速度不断减小
- C. 减速上升, 且加速度不断减小
- D. 匀速上升

图 2—7

- 4. 带有等量异种电荷的两点电荷连线中垂线上的电场强度的大小和方向, 下列说法正确的是…………… ( )
- A. 大小为零
- B. 方向沿中垂线, 离点电荷越远, 场强越小
- C. 方向垂直于中垂线指向负点电荷一方, 离点电荷越远处场强越小
- D. 方向垂直中垂线指向负点电荷一方向, 从点电荷连线中点向外, 场强先增大后减小

- 5. 质量为  $m$  的小球, 以速度  $v$  绕一固定圆心做匀速圆周运动, 则在其运动半径转过  $90^\circ$  的过程中, 其动量的变化大小为…………… ( )

A. 零    B.  $mv$     C.  $2mv$     D.  $\sqrt{2}mv$

- 6. 图 2—8 为地磁场磁感线的示意图. 飞机在我国上空匀速巡航, 机翼保持水平, 飞行高度不变. 由于地磁场的作用, 金属机翼上有电势差. 设飞行员左方机翼末端处的电势为  $U_1$ , 右方机翼末端处的电势为  $U_2$ …………… ( )

(1999 年全国高考)

- A. 若飞机从西往东飞,  $U_1$  比  $U_2$  高
- B. 若飞机从东往西飞,  $U_2$  比  $U_1$  高
- C. 若飞机从南往北飞,  $U_1$  比  $U_2$  高
- D. 若飞机从北往南飞,  $U_2$  比  $U_1$  高

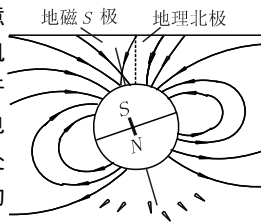


图 2—8

- 7. 如图 2—9 所示, 临界角  $C$  为  $45^\circ$  的液面上有一点光源  $S$  发出一束光垂直入射到水平放置于液体中且距液面为  $d$  的平面镜  $M$  上. 当平面镜  $M$  绕垂直过中心  $O$  的轴以角速度  $\omega$  做逆时针匀速转动时, 观察者发现水面上有一光斑掠过, 则观察者观察到的光斑在水面上掠过的最大速度为多少?

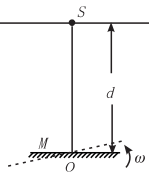


图 2—9



天行健, 君子以自强不息。

## 专题三 物体的平衡问题

### 设置目的

物体的平衡状态,是人们日常生活、生产实践和科学实验中常见的一种状态,是高考命题中理论和实际结合的一个紧密结合点,因此高考考查频率较高.特别新教材又增加了有轴物体的平衡问题,更增加了该部分知识的容量,有必要设专题予以讨论.

### 重点分析

#### 1. 共点力作用下物体的平衡

(1)共点力:有公共的作用点或作用线能交于同一点的力称为共点力.

(2)物体的平衡状态:物体处于静止或匀速直线运动的状态为平衡状态,其运动学特征是加速度为零.

(3)平衡条件:物体所受合外力为零.可表示为:

$$F_{\text{合}}=0 \text{ 或 } \begin{cases} F_x=0 \\ F_y=0 \end{cases}$$

#### 2. 有固定轴物体的平衡

(1)平衡状态:静止或绕轴匀速转动的状态.应当注意:做匀速转动的整个物体处于平衡状态,但物体上某一部分(质点)都在绕轴做匀速圆周运动,存在向心加速度,不是平衡状态.

(2)平衡条件:合力矩为零.可表示为: $M_{\text{合}}=0$ .

力矩为力与力臂的乘积.力矩为矢量,但高中阶段不予讨论,只按其产生的效果以顺时针力矩和逆时针力矩予以区别.应特别注意力臂指的是轴到力的作用线的距离而不是轴到作用点的距离.

### 方法指导

[例1]有三根长度皆为  $l=1.00 \text{ m}$  的不可伸长的绝缘轻线,其中两根的一端固定在天花板上的  $O$  点,另一端分别拴有质量皆为  $m=1.00 \times 10^{-2} \text{ kg}$  的带电小球  $A$  和  $B$ ,它们的电量分别为  $-q$  和  $+q$ ,  $q=1.00 \times 10^{-7} \text{ C}$ .  $A$ 、 $B$  之间用第三根线连接起来.空间中存在大

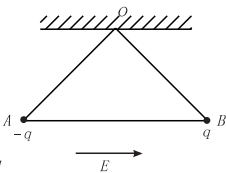


图 3—1

小为  $E=1.00 \times 10^6 \text{ N/C}$  的匀强电场,场强方向沿水平向右,平衡时  $A$ 、 $B$  球的位置如图 3—1 所示.现将  $O$ 、 $B$  之间的线烧断,由于有空气阻力, $A$ 、 $B$  球最后会达到新的平衡位置.求最后两球的机械能与电势能的总和与烧断前相比改变了多少.(不计两带电小球间相互作用的静电力)

(2002 年全国高考题)

解析:解决本题的关键是正确找出最终  $A$ 、 $B$  球所处的位置,一旦最终  $A$ 、 $B$  球的位置确定,便可根据重力做功与重力势能变化的关系及电场力做功与电势能变化的关系将问题解决.

因最终  $A$ 、 $B$  球都处于平衡状态,故其最终位置可由共点力

平衡条件求得.

图 3—2 中虚线表示  $A$ 、 $B$  球原来的平衡位置,实线表示烧断后重新达到平衡的位置,其中  $\alpha$ 、 $\beta$  分别表示细线  $OA$ 、 $AB$  与竖直方向的夹角.

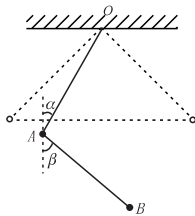


图 3—2

$A$  球受力如图 3—3 所示:重力  $mg$ , 竖直向下;电场力  $qE$ , 水平向左;细线  $OA$  对  $A$  的拉力  $T_1$ , 方向如图;细线  $AB$  对  $A$  的拉力  $T_2$ , 方向如图.由平衡条件:

$$T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta = qE$$

$$T_1 \cos \alpha = mg + T_2 \cos \beta$$

$B$  球受力如图 3—4 所示:重力  $mg$ , 竖直向下;电场力  $qE$ , 水平向右;细线  $AB$  对  $B$  的拉力  $T_2$ , 方向如图.由平衡条件

$$T_2 \sin \beta = qE$$

$$T_2 \cos \beta = mg$$

联立以上各式并代入数据,得

$$\alpha = 0$$

$$\beta = 45^\circ$$

由此可知, $A$ 、 $B$  球重新达到平衡的位置如图 3—5 所示.

与原来位置相比, $A$  球的重力势能减少了

$$E_A = mgl(1 - \sin 60^\circ)$$

$B$  球的重力势能减少了

$$E_B = mgl(1 - \sin 60^\circ + \cos 45^\circ)$$

$A$  球的电势能增加了

$$W_A = qEl \cos 60^\circ$$

$B$  球的电势能减少了

$$W_B = qEl(\sin 45^\circ - \sin 30^\circ)$$

两种势能总和减少了

$$W = W_B - W_A + E_A + E_B$$

代入数据解得

$$W = 6.8 \times 10^{-2} \text{ J}$$

注:若先选  $A$ 、 $B$  球组成的系统分析,因其水平方向所受电场力合力为零,竖直方向  $OA$  绳拉力应与系统重力平衡,故知  $OA$  绳应处竖直方向, $A$  球最终位置更易确定.其余步骤不变.

[例2]用长为  $l$  的绝缘轻绳将质量为  $m_1$ 、电量为  $q_1$  的小球悬挂于  $O$  点,同时在悬点正下方  $l$  处将质量为  $m_2$ 、电量为  $q_2$  的

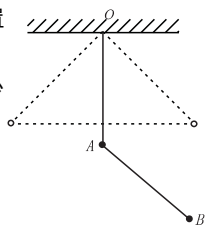


图 3—5

小球固定. 由于静电斥力作用两球相距  $x$ , 呈图 3—6 所示状态. 现欲使  $x$  加倍, 应如何改变两小球的质量? 若小球所带电量缓慢减少, 则绳中拉力的变化情况如何?

解析: 小球  $m_1$  受力情况如图 3—7 所示. 因小球  $m_1$  受三力作用平衡, 故由平衡条件知,  $F_e$ 、 $F_T$  的合力应与  $m_1 g$  等大、反向、共线如图 3—7 所示. 由力的合成知识和几何关系易知, 力的矢量三角形与几何三角形 (图中阴影部分) 相似, 故有:

$$\frac{m_1 g}{l} = \frac{F_T}{l} = \frac{k \frac{q_1 q_2}{x^2}}{x} = \frac{k q_1 q_2}{x^3}$$

所以:  $F_T = m_1 g$

$$x = \sqrt[3]{k q_1 q_2 / m_1 g}.$$

可见, 欲使  $x$  加倍, 可使  $m_1$  球的质量减小为原来的  $\frac{1}{8}$ , 或者使两球带电量的乘积增

大为原来的 8 倍. 而绳子张力  $F_T$  则与小球所带电量无关而保持不变.

说明: 对受一恒定外力和两方向都变化的另两外力作用而平衡的问题, 由一变力变化讨论另一变力变化情况时, 单纯应用平衡条件列出解析方程, 往往不易讨论清楚. 最好能结合相应的数学知识 (如本题所用相似三角形的知识、正弦定理等) 进行讨论.

[例 3] 图 3—8 中 AC 为竖直墙面, AB 为均匀横梁, 其重为  $G$ , 处于水平位置. BC 为支撑横梁的轻杆, 它与竖直方向成  $\alpha$  角. A、B、C 三处均用铰链连接. 轻杆所承受的力为 .....

(2002 年高考理综)

A.  $G \cos \alpha$

B.  $\frac{G}{2} \cdot \cos \alpha$

C.  $\frac{G}{\cos \alpha}$

D.  $\frac{G}{2} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$

解析: 以横梁为研究对象, 对过 A 的轴产生力矩作用的力有重力  $G$ , 轻杆 CB 的弹力  $F_N$  (方向沿轻杆 CB 方向), 设横梁长为  $l$ , 则由力矩平衡条件, 得:

$$F_N l \cos \alpha = \frac{1}{2} G l$$

所以  $F_N = G / 2 \cos \alpha$ .

由牛顿第三定律知, 杆承受的压力  $F_N' = F_N = \frac{G}{2} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$ . 即答案 D 正确.

说明: 可自由转动的轻杆两端受力平衡时, 力的方向只能沿杆的方向.

## 强化训练

- 1. 如图 3—9 所示, 在细绳的下端挂一物体, 用力  $F$  拉物体, 使细绳偏离竖直方向  $\alpha$  角, 且保持  $\alpha$  角不变, 当拉力  $F$  与水平方向夹角  $\beta$  为多大时, 拉力  $F$  的值最小 .....

图 3—9

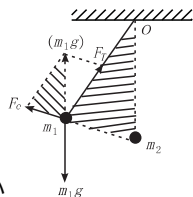
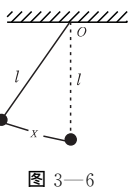


图 3—7

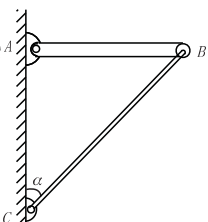


图 3—8

A.  $\beta = 0$

B.  $\beta = \frac{\pi}{2}$

C.  $\beta = \alpha$

D.  $\beta = 2\alpha$

- 2. 如图 3—10 所示, 用细长线  $ac$  和较短的细线  $bc$  将一重物悬挂在天花板上, 张力较大的线为 .....

A. 长细线  $ac$

B. 短细线  $bc$

C. 一样大

D. 无法确定

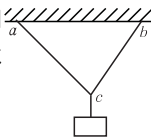


图 3—10

- 3. 如图 3—11 所示, 将一根不能伸长的柔软轻绳的两端, 分别系在两根立于水平地面上的竖直杆不等高的两点  $a$ 、 $b$  上, 用一个动滑轮  $O$  悬挂一个重物后放在绳子上 (滑轮与绳间摩擦不计), 达到平衡时, 两段绳子间的夹角  $\angle aoc$  为  $\theta_1$ ; 若现将绳子  $b$  端慢慢向下移动一段距离, 待整个系统再次达到平衡时, 两段绳子间的夹角  $\angle aob$  为  $\theta_2$ , 则 .....

A.  $\theta_1 > \theta_2$

B.  $\theta_1 = \theta_2$

C.  $\theta_2 < \theta_1$

D. 由于  $b$  点下降高度未知,  $\theta_2$  和  $\theta_1$  关系不能确定

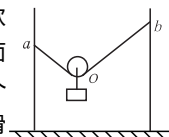


图 3—11

- 4. 如图 3—12 所示, 质量为  $M$  的木块中间有一个竖直的槽, 槽内夹有一个质量为  $m$  的木块, 用一竖直向上的力  $F$  拉  $m$ , 使  $m$  在槽内匀速上升,  $m$  和槽接触的两个面受到的摩擦力均为  $F_\mu$ , 在  $m$  上升时,  $M$  始终静止在地面上, 在此过程中,  $M$  对地面压力的大小为 .....

A.  $Mg - F$

B.  $(M + m)g$

C.  $Mg - 2F_\mu$

D.  $(M + m)g - F_\mu$

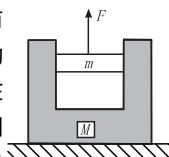


图 3—12

- 5. 如图 3—13 所示杆秤,  $B$  为提纽, 不挂待测物时, 秤砣在 0 点时杆秤平衡. 现匆忙中用了较重的秤砣, 致使 1.5 kg 的物体秤量时只指示 1 kg. 如果用这个秤砣秤物体, 当秤上示数是 2 kg 时, 被测物体的实际质量是 .....

A. 小于 3 kg

B. 大于 3 kg

C. 等于 3 kg

D. 不能确定



图 3—13

- 6. 下图 3—14 是正在治疗的骨折病人腿部示意图. 假定腿和石膏的总质量为 15 kg, 其重心  $A$  距支点  $O$  的距离为 35 cm, 悬挂处  $B$  距支点  $O$  的距离为 80.5 cm, 则悬挂物的质量为 \_\_\_\_\_ kg (保留两位小数).

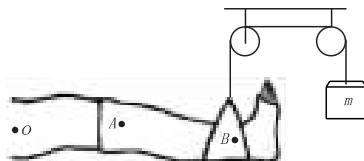


图 3—14

(2003 年上海春季高考试题)



- 

希望是附丽于存在的,有存在,便有希望,有希望,便是光明。

## 专题四 运动物体的追赶、相遇问题

### 设置目的

运动物体的追赶、相遇问题是人们日常生活中常见的,如各种交通事故、导弹击中活动目标等.此类问题的处理,要涉及运动学的基本规律,也是高考命题的热点之一,故设专题予以讨论.

### 重点分析

因运动物体追及、相遇时必到达空间同一点(运动物体都视为质点),所以它们的位移必存在确定的关系,故处理此类问题的首选方程就是它们的位移关系方程.另外,速度相等时,恰是物体能追及、不能追及或间距最大、最小的临界情况,因此讨论此类问题时,应抓住速度相等这一特殊而又关键的条件.

### 方法指导

[例1]为了安全,在公路上行驶的汽车之间应保持必要的距离.

已知某高速公路的最高限速为  $v=120\text{ km/h}$ ,假设前方车辆突然停止,后车司机从发现这一情况,经操纵刹车,到汽车开始减速所经历的时间(反应时间) $t=0.50\text{ s}$ ,刹车时汽车受到的阻力大小  $f$  为汽车重力的  $0.40$  倍.该高速公路上汽车的间距  $s$  至少应为多少?取重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ .

解析:为避免撞车,公路上汽车的最小间距应为从操纵刹车到车停止汽车的位移大小,即:  $s=vt+\frac{v^2}{2a}$ ,其中  $a=\frac{f}{m}=4\text{ m/s}^2$ ,代入其他数据,可得:  $s=1.6\times 10^2\text{ m}$ .

[例2]一列货车以  $28.8\text{ km/h}$  的速度在平直铁路上运行,由于调度失误,在后面  $600\text{ m}$  处有一列快车以  $72\text{ km/h}$  的速度向它靠近.快车司机发觉后立即合上制动器,但快车要滑行  $2000\text{ m}$  才停止.试判断两车是否会相碰.

解析:两车速度相等恰追及前车,这是恰不相碰的临界情况,因此只要比较两车等速时的位移关系,即可明确是否相碰.因快车减速运动的加速度大小为:

$$a=\frac{v_{快}^2}{2s}=\frac{20^2}{2\times 2000}\text{ m/s}^2=0.1\text{ m/s}^2.$$

故快车刹车至两车等速历时:

$$t=\frac{v_{快}-v_{货}}{a}=\frac{20-8}{0.1}\text{ s}=120\text{ s}.$$

该时间内两车位移分别是:

$$s_{快}=v_{快}t-\frac{1}{2}at^2=20\times 120\text{ m}-\frac{1}{2}\times 0.1\times 120^2\text{ m}=1680\text{ m}$$

$$s_{货}=v_{货}t=8\times 120\text{ m}=960\text{ m}$$

因为  $s_{快}>s_{货}+s_0=1560\text{ m}$ ,故两车会发生相撞.

说明:该题还有多种讨论方法,如讨论两车相遇时速度关系或利用相对运动知识求解,请同学们练习.

[例3]A球自距地面高  $h$  处开始自由下落,同时B球以初速度  $v_0$  正对A球竖直上抛,空气阻力不计.问:

(1)要使两球在B球上升过程中相遇,则  $v_0$  应满足什么条件?

(2)要使两球在B球下降过程中相遇,则  $v_0$  应满足什么条件?

解析:两球相遇时位移之和等于  $h$ .即:

$$\frac{1}{2}gt^2+(v_0t-\frac{1}{2}gt^2)=h$$

$$\text{所以: } t=\frac{h}{v_0}.$$

而B球上升的时间:  $t_1=\frac{v_0}{g}$ ,B球在空中运动的总时间:

$$t_2=\frac{2v_0}{g}.$$

(1)欲使两球在B球上升过程中相遇,则有  $t<t_1$ ,

$$\text{即 } \frac{h}{v_0}<\frac{v_0}{g}, \text{ 所以 } v_0>\sqrt{gh}.$$

(2)欲使两球在B球下降过程中相遇,则有:

$$t_1<t<t_2$$

$$\text{即: } \frac{v_0}{g}<\frac{h}{v_0}<\frac{2v_0}{g},$$

$$\text{所以: } \frac{\sqrt{2gh}}{2}<v_0<\sqrt{gh}.$$

### 强化训练

1. 两辆完全相同的汽车,沿水平直路一前一后匀速行驶,速度均为  $v_0$ .若前车突然以恒定的加速度刹车,在它刚停住时,后车以前车刹车的加速度开始刹车.已知前车在刹车过程中所行驶的距离为  $s$ ,若要保证两辆车在上述情况中不相撞,则两车在匀速行驶时保持的距离至少应为……( )  
A.  $1s$     B.  $2s$     C.  $3s$     D.  $4s$
2. 汽车A在红绿灯前停住,绿灯亮起时起动,以  $0.4\text{ m/s}^2$  的加速度做匀加速运动,经过  $30\text{ s}$  后以该时刻的速度做匀速直线运动.设在绿灯亮时,汽车B以  $8\text{ m/s}$  的速度从A车旁边驶过,且一直以相同的速度做匀速直线运动,运动方向与A车相同,则从绿灯亮时开始 …………… ( )  
A. A车在加速过程中与B车相遇  
B. A、B相遇时速度相同  
C. 相遇时A车做匀速运动  
D. 两车不可能再次相遇
3. A、B两车沿同一直线向同一方向运动,A车的速度  $v_A=4\text{ m/s}$ ,B车速度  $v_B=10\text{ m/s}$ .当B车运动至A车前方  $7\text{ m}$  处时,B车以  $a=2\text{ m/s}^2$  的加速度开始做匀减速运动,从该时刻开始计时,则A车追上B车需要的时间是\_\_\_\_\_s,在A车追上B车之前,二者之间的最大距离是\_\_\_\_\_m.
4. 同一直线上的A、B两质点,相距  $s$ ,它们向同一方向沿直线运动(相遇时互不影响各自的运动),A做速度为  $v$  的匀速直线运动,B从此刻起做加速度为  $a$ 、初速度为零的匀加速直线运动.若A在B前,两者可相遇\_\_\_\_\_次,若B在A前,两者最多可相遇\_\_\_\_\_次.



- 5. 从同一地点以  $30 \text{ m/s}$  的速度先后竖直上抛两个物体, 抛出时间相差  $2 \text{ s}$ , 不计空气阻力, 两物体将在何处、何时相遇?
- 6. 从相距  $30 \text{ km}$  的甲、乙两站每隔  $15 \text{ min}$  同时以  $30 \text{ km/h}$  的速率向对方开出一辆汽车. 若首班车为早晨  $5$  时发车, 则  $6$  时从甲站开出的汽车在途中会遇到多少辆从乙站开出的汽车?



奋斗的欢乐对于弱者总是陌生的。

## 专题五 平抛运动的处理方法

### 设置目的

按中学教学大纲和考试说明要求,平抛运动是各种抛体运动中惟一要求学生掌握的,且平抛运动的处理方法,代表了中学阶段处理各种曲线运动的一般方法.另外,平抛运动的处理方法及其所得的一些结论,对带电粒子在匀强电场中所做的类平抛运动同样适用.因此,掌握好该部分知识,对学好中学物理,具有较大的帮助作用.

### 重点分析

1. 平抛运动可看作水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动的合运动.因此,对平抛运动,我们通常将其分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动.即: $s_x = v_0 t, s_y = \frac{1}{2} g t^2; v_x = v_0, v_y = g t$ .

2. 平抛物体运动的时间由抛出高度决定,水平射程由抛出高度和水平初速度共同决定.

3. 平抛物体在任一时刻的速度方向沿该时刻轨迹曲线的切线方向,大小为  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ .

### 方法指导

[例1] 水平抛出一物,其速度方向由与水平方向成  $45^\circ$  角变为  $60^\circ$  角所经历的时间为  $t$ .求平抛物体的初速度.

解析:根据题意及平抛运动的特点,可得其速度随时间变化的矢量图示如图 5-1 所示.

由图易知: $v_{y1} = v_0, v_{y2} = \sqrt{3} v_0$ .

由于平抛物体在竖直方向上做自由落体运动,其竖直分速度由  $v_{y1}$  变为  $v_{y2}$  历时  $t$ ,所以有:

$$v_{y2} - v_{y1} = g t$$

$$\text{即: } \sqrt{3} v_0 - v_0 = g t$$

$$\text{所以 } v_0 = \frac{g t}{\sqrt{3} - 1} = \frac{\sqrt{3} + 1}{2} g t.$$

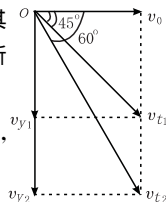


图 5-1

[例2] 小球自倾角为  $\theta$  的足够长斜面顶点沿水平方向以  $v_0$  的初速度抛出.空气阻力不计.

(1) 求小球落在斜面上的位置离顶点的距离及落到斜面上时的速度大小.

(2) 小球抛出后经历多长时间离斜面最远?

解析:(1) 设小球自抛出至落到斜面上历时为  $t$ ,落点与抛出点间距为  $s$ ,则由平抛运动的规律,得:

$$s_x = s \cos \theta = v_0 t$$

$$s_y = s \sin \theta = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{解得 } s = 2 v_0^2 \sin \theta / g \cos^2 \theta,$$

$$t = 2 v_0 / g \cot \theta.$$

由于  $v_y = g t = 2 v_0 / \cot \theta, v_x = v_0$ .

$$\text{所以 } v_t = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 4 v_0^2 / \cot^2 \theta} = \sqrt{1 + 4 \tan^2 \theta} v_0.$$

(2) 当小球速度方向和斜面平行时,离斜面最远.由平抛运动的特点知,该时刻速度合成的矢量图如图 5-2 所示.由图可知:

$$\tan \theta = \frac{v_y'}{v_x} = \frac{g t'}{v_0}$$

$$\text{所以 } t' = v_0 \tan \theta / g.$$

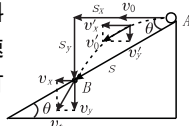


图 5-2

[例3] 质量为  $m = 0.10 \text{ kg}$  的小球以  $v_0 = 10 \text{ m/s}$  的水平速度抛出,下落  $h = 5.0 \text{ m}$  时撞击一钢板,撞后速度恰好反向,则钢板与水平面的夹角  $\theta =$  \_\_\_\_\_,球要撞击钢板时动量的大小为 \_\_\_\_\_.

(2001 年京、皖、蒙春季高考)

解析:只有小球速度方向和钢板垂直时,撞击后速度才反向,故求出撞击前小球速度方向即可明确钢板与水平方向夹角.

小球撞击钢板前水平速度:  $v_x = v_0 =$

$$10 \text{ m/s}, \text{ 竖直速度: } v_y = g t = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} =$$

$$\sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5.0} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}, \text{ 所}$$

以速度方向与竖直方向夹角:  $\theta = \tan^{-1} \frac{v_x}{v_y}$

$$= \tan^{-1} \frac{10}{10} = 45^\circ, \text{ 所以钢板方向与水平方}$$

向夹角  $\alpha = 45^\circ$ ,如图 5-3 所示.

碰前小球动量大小为:

$$p = m v = m \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$= 0.10 \times \sqrt{10^2 + 10^2} = \sqrt{2} \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

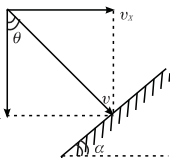


图 5-3

### 强化训练

► 1. 甲、乙两球位于同一竖直直线上的不同位置,甲比乙高出  $h$ .将甲、乙两球分别以  $v_1, v_2$  沿同一水平方向抛出,不计空气阻力,下列条件中有可能使乙球击中甲球的是.....

- A. 同时抛出,  $v_1 < v_2$
- B. 甲迟抛出,  $v_1 < v_2$
- C. 甲先抛出,  $v_1 > v_2$
- D. 甲先抛出,  $v_1 < v_2$

► 2. 用同一弹簧枪以相同的初速度分别在距地球和月球表面同样高度,水平发射一颗子弹,在这两种情况下..... ( )

- A. 弹簧对子弹做功相同
- B. 子弹落地时速率相同
- C. 子弹的水平射程相同
- D. 子弹飞行时间相同

- 3. 如图 5—4 所示,  $AB$  为斜面,  $BC$  为平面. 从  $A$  点分别以  $v_0$  和  $2v_0$  的速度水平抛出两个小球, 其落点与  $A$  的水平距离分别为  $s_1$ 、 $s_2$ . 不计空气阻力, 则  $s_1$  与  $s_2$  之比可能为………… ( )

A. 1 : 2      B. 1 : 3      C. 1 : 4      D. 1 : 5

- 4. 我国台湾省的一位特技演员第一个骑摩托车飞越长城. 已知他跨越的水平距离约 60 m, 如果起跳的水平面比着地水平面高约 7.2 m, 且有 100 m 的水平助跑道, 则他在助跑道上乘车行驶的平均加速度是 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ . ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
- 5. 在一次“飞车过黄河”的表演中, 汽车在空中飞经最高点后在对岸着地. 已知汽车从最高点至着地点经历的时间约为 0.8 s, 两点的水平距离约为 30 m, 忽略空气阻力, 则汽车在最高点时的速度约为 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ . (2000 年上海)

- 6. 如图 5—5 所示, 在倾角分别为  $37^\circ$  和  $53^\circ$  的斜面顶点将  $P$ 、 $Q$  两小球以大小相等、方向相反的初速度水平抛出. 空气阻力不计, 斜面足够长, 求两小球在空中运动的时间比.

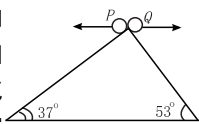


图 5—5

- 7. 如图 5—6 所示,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  为平抛物体运动轨迹上的三点, 已知  $A$ 、 $B$  间与  $B$ 、 $C$  间的水平距离均为  $x$ , 而竖直方向间的距离分别为  $y_1$ 、 $y_2$ . 试根据上述条件求平抛物体的初速度及  $B$  点瞬时速度的大小.

图 5—6

- 8. 宇航员站在一星球表面上的某高处, 沿水平方向抛出一个小球, 经时间  $t$ , 小球落到星球表面, 测出抛出点与落地点间的距离为  $L$ . 若抛出时的初速度增大到 2 倍, 则抛出点与落地点间的距离为  $\sqrt{3}L$ . 已知两落地点在同一水平面上, 该星球的半径为  $R$ , 万有引力常数为  $G$ , 求该星球的质量.



任何倏忽的灵感事实上不能代替长期的功夫。

## 专题六 超重、失重现象讨论

### 设置目的

“超重”“失重”现象是人的日常生活及现代科学实验中常见的一种现象,如电梯的启动和停止过程、火箭的发射过程及绕地球运动的卫星中,都存在“超重”或“失重”现象.而对于“超重”“失重”现象中“视重”和重力的关系、“超重”“失重”的实质,相当数量的学生还存在模糊认识,因此,特设该专题予以讨论.

### 重点分析

1. 当物体或物体系统在竖直方向做加速运动时,物体或物体系统对竖直悬线的拉力或对水平面的压力就不等于重力了.当拉力或压力大于重力时,叫做“超重”,当拉力或压力小于重力时,叫“失重”,当拉力或压力等于零时,叫“完全失重”.

2. 物体或物体系统的“超重”“失重”现象决定于物体或物体系统的加速度的方向:加速度方向向上即“超重”,加速度方向向下即“失重”,而与物体运动的方向无直接关系.

3. 在“超重”或“失重”状态下,由重力产生的一切物理现象都要发生相应的变化,特别在完全失重状态下,平常由重力产生的一切物理现象都会完全消失,比如单摆停止摆动、浸在液体中的物体不受浮力、天平失去作用、液体不再产生向下的压强等.但无论在“超重”“失重”或“完全失重”状态下,物体所受重力依然存在,而且是不变的.

### 方法指导

[例1]如图 6—1 所示,置于水平地面上的盛水容器中,用固定于容器底部的细线使一木球悬浮于水中.若将细线剪断,则在木球上升但尚未露出水面的过程中,地面对容器的支持力如何变化?

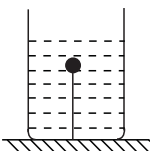


图 6—1

解析:细绳未剪断时,容器、水、木球均处于平衡状态,故地面对容器的支持力等于三者所受重力之和.由于木球所受浮力大于其重力,细绳被剪断后,它将加速上升,处于“超重”状态.在木球加速上升的过程中,相应的有同体积的“水球”以等大的加速度下降填补木球上升形成的空隙,处于失重状态.因木球的质量小于同体积的“水球”的质量,而其余部分的水及容器仍处于静止状态,所以整个容器系统呈失重状态,地面支持力将减小.

说明:本题最易犯的错误是只看到木球加速上升所呈的“超重”状态,而忽视了与木球等体积的“水球”的加速下降所呈的“失重”状态,而得出地面支持力增大的错误结论.

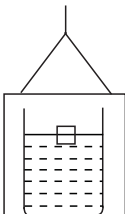


图 6—2

[例2]如图 6—2 所示,体积为  $V_0$ 、密度为水密度一半的木块漂浮在静止的烧杯中的水面上.当升降机以加速度  $a(a \leq g)$  加速上升或下降时,木块

浸入水中的体积各是多少?

解析:当升降机静止时,木块所受浮力与重力平衡,即:

$$\rho_{\text{水}} g V_{\text{排}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{水}} V_0 g,$$

$$\text{所以 } V_{\text{排}} = \frac{1}{2} V_0.$$

当升降机加速上升或下降时,浸在液体中的物体所受浮力公式  $F = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$  中的  $g$  应理解为液体的“视重力”所产生的加速度.当升降机以大小为  $a$  的加速度加速上升或下降时,水的“视重力”所产生的加速度分别为:

$$g_{\text{上}} = g + a, g_{\text{下}} = g - a.$$

于是木块所受浮力分别为:

$$F_{\text{上}} = \rho_{\text{水}} (g + a) V_{\text{排}}', F_{\text{下}} = \rho_{\text{水}} (g - a) V_{\text{排}}'.$$

由牛顿第二定律,得:

$$\rho_{\text{水}} (g + a) V_{\text{排}}'' - mg = ma,$$

$$\text{或: } mg - \rho_{\text{水}} (g - a) V_{\text{排}}' = ma, m = \frac{1}{2} \rho_{\text{水}} V_0.$$

$$\text{解得: } V_{\text{排}}'' = V_{\text{排}}' = \frac{1}{2} V_0.$$

即木块浸入水中的体积与升降机竖直方向加速度大小及方向均无关.

说明:本题易犯错误是只看到木块的“超重”或“失重”现象,而忽略了水同时存在的“超重”或“失重”现象,从而导致解答错误.

[例3]某人在地面最多能举起 60 kg 的物体,而在一竖直运动的升降机中,最多能举起 80 kg 的物体,此时升降机的加速度大小是\_\_\_\_\_,其运动性质是\_\_\_\_\_;若升降机以此加速度竖直加速上升时,人在升降机内最多能举起质量为\_\_\_\_\_的物体. ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ )

解析:在地面上该人最多能举起 60 kg 的重物,说明他能承受的最大压力(或最多能提供的支持力)  $F_N = m_0 g = 600 \text{ N}$ .当他在竖直运动的升降机中能举起 80 kg 的物体时,说明质量为 80 kg 的物体对人只产生 600 N 的压力,可见物体处于失重状态,且具有向下的加速度.设加速度大小为  $a$ ,则由牛顿第二定律,得:

$$mg - F_N = ma.$$

$$\text{代入数值可得: } a = 2.5 \text{ m/s}^2.$$

即升降机以大小为  $2.5 \text{ m/s}^2$  的加速度加速向下运动或向上做匀减速直线运动.

若升降机的该加速度匀加速上升时,此人能举起的最大质量为  $m'$ ,则由牛顿第二定律,得:

$$F_N - m'g = m'a.$$

$$\text{解得: } m' = 48 \text{ kg}.$$

### 强化训练

► 1. 在升降机的天花板上用轻弹簧悬挂一个小球,升降机静止

时,弹簧伸长量为 4 cm,升降机运动时,弹簧伸长量为 3 cm,则升降机的运动情况可能是…………… ( )

- A. 以  $a = \frac{1}{4}g$  的加速度加速下降  
 B. 以  $a = \frac{3}{4}g$  的加速度加速下降  
 C. 以  $a = \frac{1}{4}g$  的加速度减速上升  
 D. 以  $a = \frac{3}{4}g$  的加速度减速上升

► 2. 下列四个实验中,不能在绕地球飞行的宇宙飞船中完成的是…………… ( )

- A. 用天平称物体的质量  
 B. 用弹簧秤测物体的重力  
 C. 用单摆测重力加速度  
 D. 用水银气压计测舱内大气压强

► 3. 图 6—3 中 A 为电磁铁, C 为胶木秤盘, A 和 C(包括支架)的总质量为  $M$ , B 为铁片, 质量为  $m$ , 整个装置用轻绳悬挂于 O 点. 当电磁铁通电, 铁片被吸上升的过程中, 轻绳拉力  $F$  的大小为…………… ( )

- A.  $F = mg$   
 B.  $mg < F < (M+m)g$   
 C.  $F = (M+m)g$   
 D.  $F > (M+m)g$

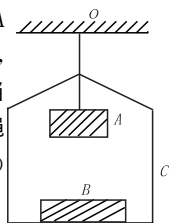


图 6—3

► 4. 如图 6—4 所示, 在竖直方向运动的升降机内, 一质量为  $m$  的物体被一伸长的弹簧拉住静止在升降机水平底板上. 现发现 A 突然被拉向右方, 则升降机可能的运动情况是 …………… ( )

- A. 向上运动的加速度减小  
 B. 向上运动的加速度增大

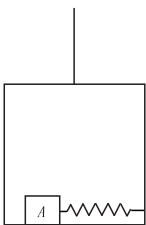


图 6—4

- C. 由加速向上运动变为匀速向上运动  
 D. 由减速向下运动变为匀速向下运动

► 5. 一物体放置在倾角为  $\theta$  的斜面上, 斜面固定于加速上升的电梯中, 加速度为  $a$ , 如图 6—5 所示. 在物体始终相对于斜面静止的条件下, 下列说法中正确的是 …………… ( )

(2001 年春季高考)

- A. 当  $\theta$  一定时,  $a$  越大, 斜面对物体的正压力越小  
 B. 当  $\theta$  一定时,  $a$  越大, 斜面对物体的摩擦力越大  
 C. 当  $a$  一定时,  $\theta$  越大, 斜面对物体的正压力越小  
 D. 当  $a$  一定时,  $\theta$  越大, 斜面对物体的摩擦力越小

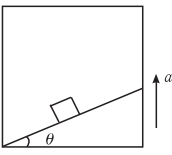


图 6—5

► 6. 质量为 55 kg 的人站在井下一质量为 15 kg 的吊台上, 利用图 6—6 所示的装置用力拉绳, 将吊台和自己提升起来. 若吊台起动时的加速度是  $0.2 \text{ m/s}^2$ , 求此时人对吊台的压力和绳中的张力.

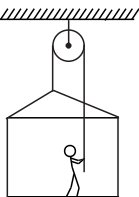


图 6—6



真知灼见, 首先来自多思善疑。