

专业教育出版

高考备考精品

# 高考零距离

精讲本

一轮复习  
优化讲练

物理



凤凰出版传媒集团



江苏教育出版社

JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

# 目 录

| 目录                                            | 习题  |
|-----------------------------------------------|-----|
| 目录                                            | 目录  |
| 001 第一章 力 物体的平衡 .....                         | 165 |
| 001 第1课时 力 重力 弹力 .....                        | 165 |
| 002 第2课时 摩擦力 受力分析 .....                       | 166 |
| 004 第3课时 力的合成与分解 .....                        | 167 |
| 005 第4课时 共点力作用下物体的平衡 .....                    | 168 |
| 007 第5课时 实验:验证力的平行四边形定则<br>探索弹力和弹簧伸长的关系 ..... | 169 |
| 单元测试 .....                                    | 170 |
| 009 第二章 直线运动 .....                            | 173 |
| 009 第1课时 描述质点运动的物理量 匀速运动 .....                | 173 |
| 010 第2课时 匀变速直线运动规律及应用 .....                   | 174 |
| 012 第3课时 自由落体运动 竖直上抛运动 .....                  | 175 |
| 013 第4课时 运动图象 追及与相遇问题 .....                   | 175 |
| 015 第5课时 实验:长度的测量 研究匀变速直线运动 .....             | 177 |
| 单元测试 .....                                    | 177 |
| 017 第三章 牛顿运动定律 .....                          | 180 |
| 017 第1课时 牛顿第一定律 牛顿第三定律 惯性 .....               | 180 |
| 018 第2课时 牛顿第二定律 超重和失重 .....                   | 181 |
| 020 第3课时 牛顿运动定律的应用(一) .....                   | 182 |
| 022 第4课时 牛顿运动定律的应用(二) .....                   | 183 |
| 单元测试 .....                                    | 184 |
| 024 第四章 曲线运动 万有引力定律 .....                     | 186 |
| 024 第1课时 曲线运动 运动合成与分解 平抛运动 .....              | 186 |
| 026 第2课时 匀速圆周运动 .....                         | 187 |
| 028 第3课时 圆周运动中的常见问题 .....                     | 188 |
| 030 第4课时 开普勒定律 万有引力定律 .....                   | 189 |

|     |                     |                            |     |
|-----|---------------------|----------------------------|-----|
| 031 | 第 5 课时              | 人造卫星 宇宙速度 .....            | 190 |
| 033 | 第 6 课时              | 实验:研究平抛物体的运动 .....         | 191 |
|     | 单元测试                | .....                      | 192 |
| 035 | <b>第五章 动量</b>       | .....                      | 195 |
| 035 | 第 1 课时              | 动量 冲量 动量定理 .....           | 195 |
| 036 | 第 2 课时              | 动量定理的应用 .....              | 195 |
| 038 | 第 3 课时              | 动量守恒定律及其应用 .....           | 196 |
| 040 | 第 4 课时              | 碰撞 爆炸 反冲 .....             | 197 |
| 041 | 第 5 课时              | 实验:验证动量守恒定律 .....          | 198 |
|     | 单元测试                | .....                      | 199 |
| 043 | <b>第六章 机械能</b>      | .....                      | 202 |
| 043 | 第 1 课时              | 功和功率 .....                 | 202 |
| 045 | 第 2 课时              | 动能 动能定理 .....              | 203 |
| 046 | 第 3 课时              | 势能 机械能守恒定律 .....           | 204 |
| 047 | 第 4 课时              | 功和能 动量和能量 .....            | 205 |
| 049 | 第 5 课时              | 力学规律的综合应用 .....            | 206 |
| 051 | 第 6 课时              | 实验:验证机械能守恒定律 .....         | 207 |
|     | 单元测试                | .....                      | 207 |
| 053 | <b>第七章 机械振动与机械波</b> | .....                      | 210 |
| 053 | 第 1 课时              | 机械振动 振动图象 .....            | 210 |
| 054 | 第 2 课时              | 弹簧振子 单摆 .....              | 211 |
| 055 | 第 3 课时              | 机械波 波的图象 .....             | 212 |
| 057 | 第 4 课时              | 波的干涉和衍射 声波 超声波 多普勒效应 ..... | 213 |
| 058 | 第 5 课时              | 实验:单摆测重力加速度 .....          | 214 |
|     | 单元测试                | .....                      | 215 |
| 060 | <b>第八章 热学</b>       | .....                      | 217 |
| 060 | 第 1 课时              | 分子动理论 .....                | 217 |
| 061 | 第 2 课时              | 热和功 内能 热力学定律 .....         | 218 |
| 063 | 第 3 课时              | 气体的状态参量 气体压强的微观意义 .....    | 219 |
| 064 | 第 4 课时              | 实验:油膜法测分子直径 .....          | 220 |
|     | 单元测试                | .....                      | 221 |

|     |                                   |     |
|-----|-----------------------------------|-----|
| 066 | <b>第九章 电场</b> .....               | 223 |
| 066 | 第1课时 库仑定律 电场强度 .....              | 223 |
| 068 | 第2课时 电势 电势差和电场强度的关系 电势能 .....     | 224 |
| 070 | 第3课时 静电场中的导体 电容 电容器 .....         | 225 |
| 072 | 第4课时 带电粒子在电场中的运动(一) .....         | 226 |
| 074 | 第5课时 带电粒子在电场中的运动(二) .....         | 227 |
| 076 | 第6课时 实验:电场中等势线的描绘 .....           | 228 |
|     | 单元测试 .....                        | 229 |
| 078 | <b>第十章 恒定电流</b> .....             | 232 |
| 078 | 第1课时 部分电路的欧姆定律 电阻定律 串并联电路 .....   | 232 |
| 080 | 第2课时 电功 电功率 .....                 | 233 |
| 082 | 第3课时 闭合电路的欧姆定律(一) .....           | 234 |
| 084 | 第4课时 闭合电路的欧姆定律(二) .....           | 235 |
| 086 | 第5课时 电阻的测量 .....                  | 236 |
| 088 | 第6课时 实验:多用电表的使用 .....             | 237 |
| 089 | 第7课时 实验:电流表改装成电压表 .....           | 238 |
| 091 | 第8课时 实验:描绘小灯泡的伏安特性曲线 测定金属的电阻率 ... | 239 |
| 093 | 第9课时 实验:测定电源电动势和内阻 .....          | 240 |
|     | 单元测试 .....                        | 241 |
| 097 | <b>第十一章 磁场</b> .....              | 243 |
| 097 | 第1课时 磁场 磁感应强度、磁通量 .....           | 243 |
| 098 | 第2课时 磁场对电流的作用 磁电式电表 .....         | 244 |
| 100 | 第3课时 洛伦兹力 带电粒子在磁场中运动 .....        | 245 |
| 102 | 第4课时 带电粒子在复合场中运动(一) .....         | 246 |
| 105 | 第5课时 带电粒子在复合场中运动(二) .....         | 247 |
|     | 单元测试 .....                        | 248 |
| 108 | <b>第十二章 电磁感应</b> .....            | 251 |
| 108 | 第1课时 电磁感应现象 楞次定律 .....            | 251 |
| 109 | 第2课时 法拉第电磁感应定律 .....              | 252 |
| 111 | 第3课时 法拉第电磁感应定律应用 .....            | 253 |
| 114 | 第4课时 自感 日光灯 .....                 | 254 |
|     | 单元测试 .....                        | 255 |

|     |                                   |     |
|-----|-----------------------------------|-----|
| 116 | <b>第十三章 交变电流 电磁场和电磁波</b> .....    | 258 |
| 116 | 第1课时 交变电流的规律及表征物理量 .....          | 258 |
| 117 | 第2课时 变压器 电能的输送 .....              | 259 |
| 119 | 第3课时 电磁场 电磁波 .....                | 260 |
| 121 | 第4课时 实验:练习使用示波器、传感器的简单应用 .....    | 261 |
|     | 单元测试 .....                        | 263 |
| 123 | <b>第十四章 光的反射和折射 光的本性</b> .....    | 266 |
| 123 | 第1课时 光的直线传播 光的反射 .....            | 266 |
| 125 | 第2课时 光的折射、全反射、棱镜、色散 .....         | 267 |
| 126 | 第3课时 光的干涉、衍射、偏振、光的电磁说、光谱 .....    | 268 |
| 128 | 第4课时 实验:测定玻璃的折射率 用双缝干涉测光的波长 ..... | 269 |
|     | 单元测试 .....                        | 270 |
| 131 | <b>第十五章 量子论初步 原子和原子核</b> .....    | 273 |
| 131 | 第1课时 光电效应 光子 光的波粒二象性 物质波 .....    | 273 |
| 133 | 第2课时 原子的核式结构 玻尔原子模型 .....         | 274 |
| 135 | 第3课时 原子核 天然放射现象 原子核衰变及人工转变 .....  | 275 |
| 136 | 第4课时 核能 质量亏损 裂变和聚变 .....          | 276 |
|     | 单元测试 .....                        | 277 |
| 139 | <b>参考答案</b>                       |     |

# 第一章 力 物体的平衡

## 直击高考

1. 力是贯穿于力学乃至整个物理学的重要概念,力的有关知识是高中物理的基础,因此,三种常见的力、物体的受力分析、共点力的平衡等内容几乎每年必考,以本章内容单独命题,往往以选择题形式出现,近几年高考中往往是把相关知识融于动力学、热学和电磁学之中。

2. 复习方略:(1)要注意对力、重力、弹力、摩擦力基本概念、原理、规律的理解和掌握;(2)能用文字、图形和数学公式表达力的平行四边形定则;(3)熟练掌握处理平衡问题的解题方法,尤其是熟练应用正交分解法和整体法与隔离法;(4)学会用作图法和函数表达式法解决动态平衡问题及极值问题;(5)学会构建物理模型,注重理论联系实际型的分析和处理。

## 第1课时

## 力 重力 弹力

### 知识精要

1. 力的性质:物质性、相互性、矢量性、独立性。

2. 一个物体重力的大小不受运动状态改变的影响,与是否还受其他力无关,但同一物体在不同的星球上,或在星球周围不同高度处其重力不同。

3. 重心:即重力的作用点,物体的重心可以在物体上,也可以在物体外,可用悬挂法寻找。

4. 弹力的方向:(1)压力、支持力的方向总是垂直于接触面;

(2)绳对物体的拉力总是沿着绳收缩的方向;

(3)杆对物体的弹力不一定沿杆的方向,如果轻直杆只有两个端点受力而处于平衡状态,则轻直杆两端对物体的弹力的方向一定沿杆的方向。

5. 弹力的大小:(1)胡克定律,求弹簧产生的弹力或遵循胡克定律的橡皮条的弹力;

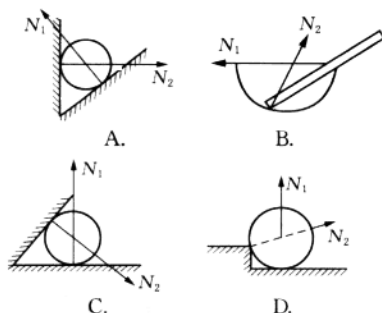
(2)一般非弹簧类的弹力大小没有相应公式,由平衡条件或动力学规律求解。

有引力的一个分力,与物体所在地点的纬度、离地高度有关,纬度越大,则物体的重力越大;高度越高,则物体的重力越小。答案:不变 变小

**点评** 本题重点考查学生对质量和重力两个概念的理解,要注意区分二者不同:质量大小与位置无关,而重力大小与位置有关。

2. 弹力有无的分析

**例2** 图中各静止物体所受的弹力正确的是(各接触面均光滑) ( )



**解析** 利用“挡板”法,撤走C选项中的左斜板,撤走D选项中的 $N_2$ 对应触点,物体均不动,说明C、D选项中 $N_2$ 不存在。A选项中若撤走竖直“板”,则球沿斜面向下运动,说明 $N_2$ 存在。B选项中 $N_1$ 应垂直棒向上。A正确。

**点评** 把与研究对象接触的物体,看成“挡板”,撤去“挡板”,若物体运动,说明有力的作用,即有形变,反之则无形变,本题也可用共点力平衡来判定。

3. 整体法与隔离法应用

### 方法引领

1. 基本概念理解

**例1** 有一批记者乘飞机从上海来到西藏旅游,他们托运的行李与在上海时比较,行李的质量将\_\_\_\_\_ (填“变大”、“变小”或“不变”),所受重力的大小将\_\_\_\_\_ (填“变大”、“变小”或“不变”)。

**解析** 质量是物体的一个固有属性,是指物体所含物质的多少,不随位置的变化而变化,但是重力是万

**例3** 如图所示,两根相同的轻质弹簧  $s_1$ 、 $s_2$ , 劲度系数皆为  $k = 4 \times 10^2 \text{ N/m}$ , 悬挂的重物质量分别为  $m_1 = 2 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 4 \text{ kg}$ , 若不计弹簧质量, 取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 则平衡时弹簧  $s_1$ 、 $s_2$  的伸长量分别为 ( )

- A. 5 cm, 10 cm      B. 10 cm, 5 cm  
C. 15 cm, 10 cm      D. 10 cm, 15 cm

**解析** 采取先整体后隔离的方法, 把  $m_1$ 、 $s_2$ 、 $m_2$  作为整体,  $s_1$  的弹力等于整体重力, 所以  $s_1$  伸长  $\Delta x_1 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k} = 15 \text{ cm}$ . 再以  $m_2$  为研究对象,  $s_2$  的弹力等于  $m_2$  的重力, 所以  $s_2$  伸长  $\Delta x_2 = \frac{m_2 g}{k} = 10 \text{ cm}$ . C 正确.

**点评** 通过本题分析, 可以明确: 在不涉及物体间内力时, 可用整体法解题, 比较简捷.

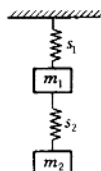
#### 4. 状态和过程分析

**例4** 如图所示, 质量为  $m$  的物体 A 压在放在地面上的竖直轻弹簧 B 上, 用细绳跨过定滑轮与物体 A 相连, 另一端与轻弹簧 C 连接, 当弹簧 C 处在水平位置且右端位于 a 点时, 它没有发生形变. 已知弹簧 B 和弹簧 C 的劲度系数分别为  $k_1$  和  $k_2$ , 不计定滑轮、细绳的质量和摩擦, 将弹簧 C 的右端 a 点沿水平方向拉到 b 点时, 弹簧 B 刚好没有形变. 求 a、b 两点间的距离.

**解析** 由于物体 A 的重力作用, 弹簧 B 被压缩, 当弹簧 B 恢复原长时, 弹簧 C 应受到物体 A 的拉力作用伸长.

当弹簧 C 的右端到 a 点时, 由于物体 A 的重力作用, 弹簧 B 的压缩量为  $x_1$ , 根据胡克定律有  $mg = k_1 x_1$ , 当弹簧 B 恢复原长时, 弹簧 C 的伸长量为  $x_2$ , 同理有  $mg = k_2 x_2$ .

故两点 a、b 间的距离为  $s = x_1 + x_2 = \frac{mg}{k_1} + \frac{mg}{k_2}$ .

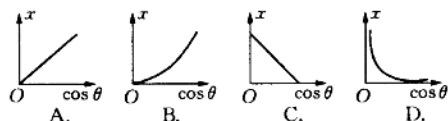
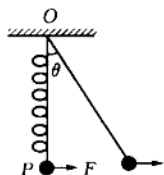


**点评** 本题关键要明确: 在初状态, 弹簧 B 承受 A 的压力, 而在末状态, 弹簧 C 承受 A 的拉力.

### 考点链接

高考中, 本节内容主要与平衡问题、动力学问题以及机械能问题相结合, 并以几何图形和数学函数式进行考查.

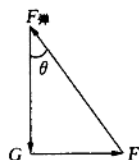
**例1** 如右图所示, 一根轻弹簧上端固定在 O 点, 下端拴一个钢球 P, 球处于静止状态. 现对球施加一个方向向右的外力 F, 使球缓慢偏移, 在移动中的每一个时刻, 都可以认为钢球处于平衡状态. 若外力 F 方向始终水平, 移动中弹簧与竖直方向的夹角  $\theta < 90^\circ$ , 且弹簧的伸长量不超过弹性限度, 则下面给出的弹簧伸长量  $x$  与  $\cos \theta$  的函数关系图象中, 最接近的是 ( )



**解析** 由于小球一直处于平衡状态, 就可以按照受力平衡来解决问题. 将小球受到的三个力画成矢量三角形, 如下图所示.

需要强调的是重力是不变的, 拉力 F 的方向不变, 由此可得弹簧的拉力  $F_{\text{弹}} = G / \cos \theta$ , 由胡克定律知  $F_{\text{弹}} = kx$ , 即能够得到  $x = G / k \cos \theta$ , 由反比例函数的规律可以判断出 D 是正确的.

**点评** 本题关键是利用矢量三角形得出弹力  $F_{\text{弹}}$  与角度  $\theta$  的关系式.



## 第2课时

## 摩擦力 受力分析

### 知识精要

#### 1. 摩擦力产生的条件:

- (1) 两物体间接触面不光滑, 即  $\mu \neq 0$ ;  
(2) 有弹力; (3) 有相对运动或相对运动趋势.

#### 2. 摩擦力的大小:

- (1) 滑动摩擦力由  $F_f = \mu F_N$  公式计算;  
(2) 静摩擦力的大小和方向都跟产生相对运动趋势

的外力密切相关, 但跟接触面相互挤压力  $F_N$  无直接关系;

(3) 最大静摩擦力  $F_m$  是物体将发生相对滑动这一临界状态时的摩擦力, 它的数值与  $F_N$  成正比, 在  $F_N$  不变的情况下, 滑动摩擦力略小于  $F_m$ , 而静摩擦力可在  $0 \sim F_m$  间变化.

#### 3. 摩擦力的作用效果

可以是阻力, 阻碍物体的运动; 可以是动力, 加快物体的运动.

4. 运动的物体可能受到静摩擦力的作用,静止的物体也可能受到滑动摩擦力的作用.关于“动”、“静”摩擦力的判断,要看研究对象和与之相接触的物体间是相对静止还是相对滑动.

#### 5. 受力分析的方法

##### (1) 物体受力分析的一般思路

① 明确研究对象,研究对象可以是质点、结点、物体、物体系;

② 按顺序分析物体所受的力,一般可先按重力、弹力、摩擦力的次序分析,再分析电场力、磁场力等其他力;

③ 正确画出受力图.注意:不同对象的受力图用“隔离法”分别画出,对于质点和不考虑力对物体的形变和转动效果时,可将各力平移至物体的重心上,即各力均从重心画起;

④ 检验,防止错画力、多画力和漏画力.

##### (2) 受力分析的注意事项

① 只分析研究对象所受的力,不分析研究对象对其他物体所施的力;

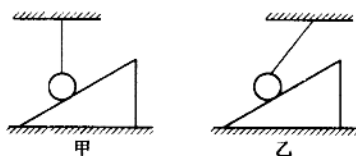
② 只分析根据性质命名的力;

③ 合力和分力不能同时作为物体所受的力.

### 方法引领

#### 1. 受力分析问题

**例1** 如图所示,已知小球静止,甲图中的细线竖直,乙图中的细线倾斜,试判断图中小球所受弹力的方向.



**解析** 甲图中小球受细线竖直向上的拉力;乙图中小球受细线斜向上的拉力和垂直斜面向上的弹力.

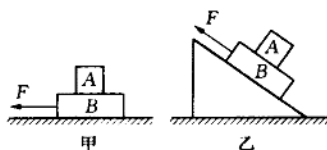
**点评** ① 细线悬挂小球是重要的物理模型;

② 用“假设法”分析问题,在以后经常用到.

#### 2. 摩擦力有无的判定

**例2** 如图所示,物体A、B在力F作用下一起以相同速度沿F方向匀速运动.关于物体A所受的摩擦力,下列说法中正确的是 ( )

- A. 甲、乙两图中A均受摩擦力,且方向均与F相同
- B. 甲、乙两图中A均受摩擦力,且方向均与F相反
- C. 甲、乙两图中A均不受摩擦力
- D. 甲图中A不受摩擦力,乙图中A受摩擦力,方向和F相同

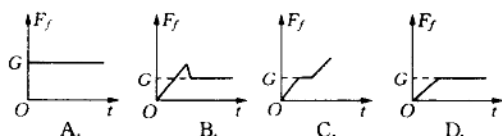


**解析** 用假设法分析:甲图中,假设A受摩擦力,则与A做匀速运动在水平方向受力为零不符,所以A不受摩擦力;乙图中,假设A不受摩擦力,A将相对B沿斜面向下运动,故A受沿F方向的摩擦力,D正确.

**点评** 判定有无摩擦力,往往应用物体平衡知识或动力学知识,用假设法分析求解.

#### 3. 滑动摩擦力与静摩擦力的综合辨析应用

**例3** 把一重为G的物体,用一水平的推力 $F_N = Kt$  (K为恒量,t为时间)压在竖直的足够高的平整的墙上,则从 $t = 0$ 开始物体所受的摩擦力 $F_f$ 随t的变化关系是下图中的 ( )



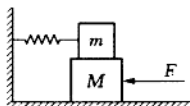
**解析** 开始时由于推力为零,物体和墙面间没有挤压,则摩擦力为零.物体在重力作用下开始沿竖直墙面下滑,所以开始时为滑动摩擦力.由 $F_f = \mu F_N$ ,又 $F_N = Kt$ ,所以 $F_f = \mu Kt$ ,即 $F_f$ 随时间t成正比增加.当 $F_f$ 增大到等于G时,物体肯定有一定速度,由于惯性仍然滑行,随着滑行的继续, $F_f$ 已大于物体重力G,最后物体静止于墙上,变为静摩擦力.竖直方向根据二力平衡,则有 $F_f = G$ ,B正确.

**点评** 本题关键之处在于明确物体速度达到最大时, $f_k = G$ ,之后有一减速过程,该过程 $f_k > G$ ;而速度减为零之后,物体受到静摩擦力,且 $f_s = G$ .

### 考点链接

摩擦力是高考的必考内容,经常是结合平衡问题考查弹力、摩擦力、物体的受力分析及胡克定律;在动力学、机械能和动量的综合题目中,总是伴随着对摩擦力和受力分析内容的考查.

**例1** 如图所示,质量 $m = 10 \text{ kg}$ 和 $M = 20 \text{ kg}$ 的两物块,叠放在动摩擦因数为 $\mu = 0.50$ 的粗糙水平地面上,质量m的物块通过处于水平位置的轻弹簧与竖直墙连接,

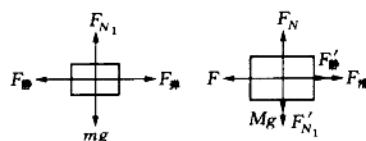


初始弹簧处于原长, 弹簧的劲度系数  $k = 250 \text{ N/m}$ . 现将一水平力  $F$  作用在物块  $M$  上, 使其缓慢地向墙壁靠近, 当移动  $40 \text{ cm}$  时, 两物块间开始滑动, 此时水平推力  $F$  的大小为多少?

**解析** 依题意, 水平力  $F$  作用在  $M$  上, 当两物块一起向左移动时, 两物块间有静摩擦力, 当两物块间开始滑动瞬间, 物块  $m$  受的静摩擦力达到最大值, 静摩擦力的大小与弹簧的弹力大小相等; 再对物块  $M$  进行受力分析, 此时水平力  $F$  的大小等于其所受静摩擦力与滑动摩擦力之和.

用隔离法画出两物块受力分析图, 如图所示, 对  $m$ :  $F_{\text{弹}} = F_{\text{静}}, F_{N1} = mg$ .

根据胡克定律, 当物块向墙壁方向移动  $40 \text{ cm}$  时,



$$F_{\text{弹}} = kx = 250 \times 0.40 \text{ N} = 100 \text{ N}.$$

$$\text{对 } M: F_N = Mg + F_{N1}, F = F_{\text{静}} + F_{\text{静}}.$$

$$F_{\text{静}} = \mu F_N = 0.50 \times (10 + 20) \times 10 \text{ N} = 150 \text{ N}.$$

$$\text{可得推力 } F = F_{\text{静}} + F_{\text{静}} = 250 \text{ N}.$$

**点评** 本题结合平衡问题考查弹力、摩擦力的知识, 要求掌握受力分析、摩擦力大小的计算、方向的判断及胡克定律的应用. 这是高考命题热点之一.

### 第3课时

### 力的合成与分解

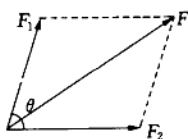
#### 知识精要

##### 1. 矢量和标量

2. 力的合成与分解是“等效思维”在解决实际问题中的应用.

(1) 平行四边形定则: 合力  $F$  与分力  $F_1$ 、 $F_2$  及夹角  $\theta$  的关系为  $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$ , 如图所示;

(2) 由平行四边形定则可知, 力的合成是惟一的, 而力的分解则可能多解, 但处理实际问题时, 力的分解必须依据力的作用效果, 答案同样是惟一的;



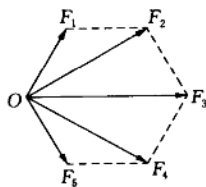
(3) 合力的范围:  $|F_1 - F_2| \leq F \leq |F_1 + F_2|$ ;

(4) 合力与分力之间是“等效替代”的关系, 受力分析时, 不能认为是同时作用在物体上的力.

3. 正交分解: 如果物体受到多个力共同作用时, 一般常用正交分解法, 将各个力都分解到相互垂直的两个方向上.

##### 1. 平行四边形法则的基本应用

**例1** 如图所示, 有五个力作用于同一点  $O$ , 表示这五个力的有向线段恰好分别构成一个正六边形的两条邻边和三条对角线, 已知  $F_3 = 10$



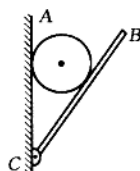
$\text{N}$ , 则这五个力的合力大小为  $\underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$ .

**解析** 根据正六边形的对边平行且相等和三角形定则可知:  $F_2$  和  $F_5$  的合力等于  $F_3$ ;  $F_1$  和  $F_4$  的合力也等于  $F_3$ , 所以这五个力的合力等于  $3F_3 = 30 \text{ N}$ .

**点评** 物体受三个以上的力作用时, 也可用三角形定则和平行四边形定则.

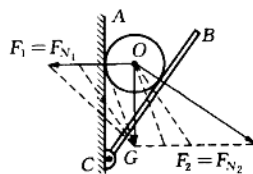
##### 2. 图解法分析动态平衡问题

**例2** 如图所示, 把球夹在竖直墙  $AC$  和木板  $BC$  之间, 不计摩擦, 球对墙的压力为  $F_{N1}$ , 球对板的压力为  $F_{N2}$ . 在将板  $BC$  逐渐放至水平的过程中, 下列说法中正确的是 ( )



- A.  $F_{N1}$  和  $F_{N2}$  都增大    B.  $F_{N1}$  和  $F_{N2}$  都减小  
C.  $F_{N1}$  增大,  $F_{N2}$  减小    D.  $F_{N1}$  减小,  $F_{N2}$  增大

**解析** 球所受的重力  $G$  产生的效果有两个: 对墙的压力  $F_{N1}$  和对板的压力  $F_{N2}$ . 根据  $G$  产生的效果将其分解, 如右图所示, 则  $F_1 = F_{N1}$ ,  $F_2 = F_{N2}$ . 从图中不难看出, 在板  $BC$  逐渐被放平的过程中,  $F_{N1}$  的方向保持不变而大小逐渐减小,  $F_{N2}$  与  $G$  的夹角逐渐变小, 其大小也逐渐减小. B 正确.



**点评** 利用图解法分析动态平衡问题, 具有直观、简便等优点, 但在使用中需注意:

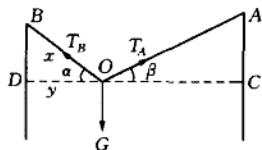
(1) 本方法所适用的基本上都是“三力平衡”问题, 且物体所受的三力中, 有一个恒力 (如  $G$ ), 还有一个是方向不变仅大小变动的力 (如  $F_{N1}$ ), 另一个则是大小和方

向都变的力(如  $F_{N_2}$ ), 否则, 用图解法分析不一定简便.

(2) 作图时要规范, 也可仅讨论其中的一个三角形, 要特别注意方向变化的那个力, 要切实搞清其方向变化的范围.

### 3. 正交分解法的应用

**例 3** 如图所示, 长为 5 m 的细绳两端分别系于竖立在地面上相距为 4 m 的两杆的顶端 A、B 上. 绳上挂一个光滑的轻质挂钩, 其下连着一个重为 12 N 的物体. 平衡时, 绳中的张力  $T =$  \_\_\_\_\_.



**解析** 该题属于典型的三角形相似关系的应用, 可用正交分解法解题. 因挂钩光滑, 所以 AO 的张力必等于 BO 的张力, 设  $BO = x$ ,  $AO = 5 - x$ ,  $OD = y$ ,  $CO = 4 - y$  (如上图). 因为  $T_A = T_B$ , 则  $\alpha = \beta$ . 由相似三角形对应边成比例, 则  $\frac{y}{x} = \frac{4-y}{5-x}$ , 得  $\cos \alpha = \frac{y}{x} = \frac{4}{5}$ . 由  $2T \sin \alpha = G$ , 可得出  $T_A = T_B = 10$  N.

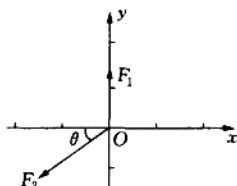
**点评** 题中一关键点在于 BOA 是一根绳子, 所以始终有  $T_A = T_B$  (和 O 点是结点完全不同). 分析时应特别注意这些隐含条件. 本题还可以探讨绳子的一端上移或下移, 绳子的张力如何变化. 因为绳子的一端位置发生变化, 平衡后, 并不改变角  $\alpha$ , 即有  $\cos \alpha = \frac{y}{x} = \frac{4}{5}$ , 所以绳子的张力不变.

### 考点链接

力的合成与分解是高考常考知识点, 而利用力的

合成与分解作图、定性分析各力的变化规律和定量求解物理极值是运用数学知识处理物理问题能力的体现.

**例 1** 作用于 O 点的三力平衡, 设其中一个力大小为  $F_1$ , 沿 y 轴正方向, 力  $F_2$  大小未知, 与 x 轴负方向夹角为  $\theta$ , 如图所示. 下列关于第三个力  $F_3$  的判断中正确的是 ( )



A. 力  $F_3$  只能在第四象限

B. 力  $F_3$  与  $F_2$  夹角越小, 则  $F_2$  和  $F_3$  的合力越小

C.  $F_3$  的最小值为  $F_1 \cos \theta$

D. 力  $F_3$  可能在第一象限的任意区域

**解析** 由共点力的平衡条件可知,  $F_3$  与  $F_1$  和  $F_2$  的合力等值、反向, 所以  $F_3$  的范围应在  $F_1$ 、 $F_2$  的反向延长线所夹的区域内, 不包括  $F_1$ 、 $F_2$  的反向延长线方向, 所以  $F_3$  既可以在第四象限, 也可以在第一象限的一部分; 由于  $F_3$  和  $F_2$  的合力与  $F_1$  大小相等, 方向相反, 而  $F_1$  大小方向确定, 故力  $F_3$  与  $F_2$  夹角变小,  $F_2$  和  $F_3$  的合力不变; 由于力  $F_2$  大小未知, 方向一定,  $F_3$  的最小值可以作图求出为  $F_1 \cos \theta$  (过  $F_1$  的末端作  $F_2$  的平行线, 两平行线间的距离就可以表示  $F_3$  的最小值). 综上, 本题答案为 C.

**点评** 本题涉及到力的合成与分解、平行四边形定则等知识点和作图求极值. 本题关键在于利用力的合成与分解作图, 定性分析各力变化规律, 并求出极值.

## 第 4 课时

## 共点力作用下物体的平衡

### 知识精要

1. 共点力: 作用在物体的同一点或作用线相交于一点的几个力叫共点力.

2. 平衡状态: 物体保持匀速直线运动或静止状态叫平衡状态.

3. 共点力作用下物体的平衡条件: 物体所受合力为零, 即  $\sum F = 0$ .

4. 解答平衡问题的常用方法

(1) 拉密原理: 如果在共点的三个力作用下物体处于平衡状态, 那么各力的大小分别与另外两个力夹

角的正弦成正比, 其表达式为  $\frac{F_1}{\sin \theta_1} = \frac{F_2}{\sin \theta_2} = \frac{F_3}{\sin \theta_3}$ .

(2) 相似三角形法.

(3) 正交分解法: 对于受三个以上互成角度的共点力作用的平衡问题, 通常采用正交分解法, 即以物体的重心为坐标原点 O, 建立直角坐标系 xOy, 然后将各力沿 x 轴和 y 轴分解, 即可根据平衡条件  $\sum F_x = 0$ ,  $\sum F_y = 0$  列方程求解. 在建立直角坐标系时, 要考虑尽量减少力的分解, 要让尽可能多的力落在坐标轴上.

5. 要善于利用共点力平衡条件的一些推论解题, 例如, “当物体平衡时, 其中的某个力必定与余下的其

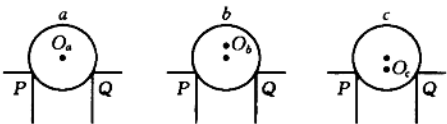
他力的合力等大反向”，“若物体受三个非平行力的作用而处于平衡状态，则该三个力的作用线(或延长线)必共点且共面”等。

**力 的 分 解**

**1. 基本规律应用**

**例 1** 三个相同的支座上分别搁着三个质量和直径都相等的光滑圆球  $a$ 、 $b$ 、 $c$ ，支点  $P$ 、 $Q$  在同一水平面上。 $a$  球的重心  $O_a$  位于球心， $b$  球和  $c$  球的重心  $O_b$ 、 $O_c$  分别位于球心的正上方和球心的正下方，如图所示，三球均处于平衡状态。支点  $P$  对  $a$  球的弹力为  $N_a$ ，对  $b$  球和  $c$  球的弹力分别为  $N_b$  和  $N_c$ ，则 ( )

- A.  $N_a = N_b = N_c$
- B.  $N_b > N_a > N_c$
- C.  $N_b < N_a < N_c$
- D.  $N_a > N_b = N_c$

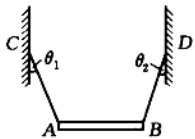


**解析** 若物体同时受几个力作用而平衡且这几个力共面，则这几个力一定是共点力，利用这一结论分析和计算，可使复杂的共面力平衡问题变得较为简单，便于计算。题中球体光滑，则只能受三个不共线的力，又由于球体平衡，则三个力必定共点，这个点必然是球心但不一定是重心，所以  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三个球受力情况完全相同。A 正确。

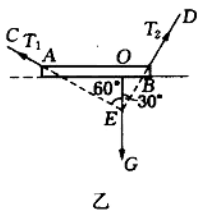
**点评** 若接触面是点面接触，则支持力垂直于接触面指向被支持的物体，即可知题中的球体所受的支持力垂直于球面并指向球心。

**2. 三力平衡问题**

**例 2** 如图甲所示，质量分布不均匀的直细杆  $AB$  长  $1\text{ m}$ ，将它的两端用两根细绳拴住吊在两竖直墙上。当  $AB$  水平平衡时，细绳  $AC$  与竖直方向的夹角  $\theta_1 = 60^\circ$ ，细绳  $BD$  与竖直方向的夹角  $\theta_2 = 30^\circ$ 。求  $AB$  杆的重心距  $B$  端的距离。



**解析** 以  $AB$  杆为研究对象进行受力分析，它受重力  $G$  和两绳对它的拉力  $T_1$  与  $T_2$  的作用，这三个力使  $AB$  杆处于平衡状态，且三个力不平行，三个力遵从三力汇交原理，据此我们可以找到杆的重心  $O$ ，再利用几何知识求解重



心位置。

以杆  $AB$  为研究对象进行受力分析，如图乙所示。 $AC$  绳的拉力为  $T_1$ ， $BD$  绳的拉力为  $T_2$ ， $T_1$ 、 $T_2$  的作用线交于  $E$  点，则重力的作用线必过  $E$  点。过  $E$  点作竖直线交  $AB$  于  $O$ ，点  $O$  即为  $AB$  杆的重心的位置。

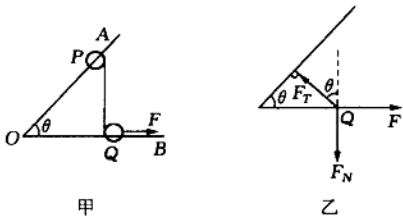
由几何关系可知  $OB = BE \cdot \sin 30^\circ = AB \cdot \sin 30^\circ \cdot \sin 30^\circ = AB/4 = 0.25\text{ m}$ 。

即杆的重心距  $B$  端  $0.25\text{ m}$ 。

**点评** 本题关键是应用了三力平衡的条件：不平行则共点。

**3. 连接体的平衡**

**例 3** 如图甲所示，两根固定的水平放置的光滑硬杆  $AO$  与  $BO$  夹角为  $\theta$ ，在杆上套有两个小环  $P$  与  $Q$ ，两环间用绳子连接。现用恒力  $F$  沿  $OB$  方向拉环  $Q$ ，当两环平衡时，绳中的张力为多大？



**解析** 当  $P$  环平衡时，竖直方向受重力与(竖直)支持力而平衡，在水平面内  $P$  环受绳子的拉力和杆的(水平)支持力而平衡，因  $OA$  杆对  $P$  环的(水平)支持力与杆垂直，故绳的拉力与杆  $OA$  垂直；对  $Q$  环，竖直方向受重力、(竖直)支持力而平衡，在水平面内受到三个力，如图乙，由平衡条件得  $F_T \sin \theta = F$ 。

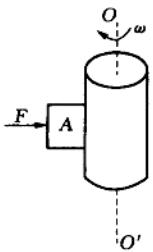
解得  $F_T = \frac{F}{\sin \theta}$ 。

**点评** 本题着重考查了力学中的受力分析，这是学习物理的一个重要技能，是学生学习物理必须掌握和熟练运用的，同时本题还考查了学生的观察、判断能力。

**力 的 分 解**

共点力平衡问题，在高考中往往与弹力、摩擦力、极值问题结合起来进行考查，尤其注意与滑动摩擦力方向问题结合考查是一个热点问题。

**例 1** 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  $v_0 = 2.4\text{ m/s}$  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).

**解析** 圆柱与A接触处相对于A的速度垂直纸面向里,所以A相对于圆柱体既有 $v_0 = 2.4 \text{ m/s}$ 的竖直向下的恒定速度,还有 $v' = \omega r = 9 \times 0.2 = 1.8 \text{ m/s}$ 的垂直纸面向外的速度.

A相对于圆柱体合速度 $v = \sqrt{v_0^2 + v'^2} = 3 \text{ m/s}$

与竖直方向夹角 $\theta = \arctan \frac{v'}{v_0} = \arctan \frac{3}{4}$ .

A所受摩擦力的方向与相对速度方向相反,其竖直向上分量与A所受重力平衡

$$f \cos \theta - mg = 0,$$

$$f = \mu N = \mu F,$$

解得  $F = 50 \text{ N}$ .

**点评** 本题关键要明确滑动摩擦力方向与相对运动方向相反,而不一定是与运动方向相反.

## 第5课时

## 实验:验证力的平行四边形定则 探索弹力和弹簧伸长的关系

测力计之间的夹角应取 $90^\circ$ ,以便于算出合力大小

1. 互成角度的两个共点力合成时,误差的主要来源除弹簧测力计本身的误差外,还出现读数误差、作图误差.因此,读数时眼睛一定要正视,要按有效数字正确读数和记录,两力的对边一定要平行.两个分力 $F_1$ 、 $F_2$ 间夹角 $\theta$ 越大,用平行四边形作出的合力F的误差 $\Delta F$ 就越大,所以,实验中不要把 $\theta$ 取得太大,一般在 $60^\circ \sim 120^\circ$ 之间较为合适.

2. 探索弹力和弹簧伸长的关系时,应注意:

(1) 选择的弹簧不宜过软,以免弹簧被拉伸时超出它的弹性限度;

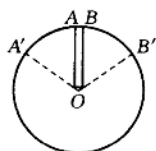
(2) 作图时要标明纵、横轴的意义、单位,并需选择适当的坐标轴的标度,使纵、横轴的全长大致相等;实验数据点必须用“X”或“·”符号标明;连线时应尽量使图线通过或接近数据点,个别严重偏离的点应舍弃,应使其余的点尽量比较均匀地分布在图线的两侧.

**解析** 从橡皮条固定点到O点的连线,是合力的作用线方向,如果O点变动,那么合力的大小、方向都要变化,就不能验证力的平行四边形定则,故A选项错.C选项中,因一个弹簧测力计已拉到最大量程,再通过另一个弹簧测力计拉橡皮条到O点时,每一个弹簧测力计都可能超过最大量程,造成损坏,或读数不准,故C选项错.互成角度的两个力的合成,是利用平行四边形定则进行合成,两个分力成任意角度都适用,不必成 $90^\circ$ ,故D选项错.选ACD.

**点评** 本题考查了验证力的平行四边形定则实验的操作技巧:(1)同一次实验中,使橡皮条拉长时结点的位置一定相同;(2)读数时应注意使弹簧与木板平行;(3)弹簧测力计不能测超过其量程的力;(4)用两个弹簧测力计钩住绳套,弹簧伸长方向的夹角才是两力的夹角.

### 2. 实验原理创新应用

**例2** 如图所示,两根相同的橡皮绳OA、OB开始夹角为零,在O处打结吊一重50 N的物体后,结点O刚好位于圆心.今将A、B分开,沿圆周向两边移至A'、B',使 $\angle AOA' = \angle BOB' = 60^\circ$ .欲使结点仍在圆心处,则此时结点处应挂多重的物体?



**解析** 根据在原位置时静止,求出每根橡皮条的拉力,由于变化后结点位置不变,因此每根橡皮条的拉力大小不变,方向变化合力变化,求此时的合力,大小等于物重.

设OA、OB并排吊起重物时,橡皮条产生的弹力均为F,则它们产生的合力为 $2F$ ,且与物重 $G_1$ 平衡,有 $F = G_1/2 = 25 \text{ N}$ .

当移到A'、B'时,OA'、OB'夹角为 $120^\circ$ ,橡皮条伸长不变,故拉力仍为 $25 \text{ N}$ .根据规律,它们互成 $120^\circ$ 角时,其合力与分力等大,故有 $G_2 = F = 25 \text{ N}$ .

### 1. 实验基本原理

**例1** 在做“互成角度的两个力的合成”实验时,橡皮条的一端固定在木板上,用两个弹簧测力计把橡皮条的另一端拉到某一确定的O点,下列操作中错误的是 ( )

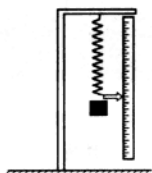
- A. 同一实验过程中,O点位置允许变动
- B. 实验中,弹簧测力计必须与木板平行,读数时视线要正对弹簧测力计刻度线
- C. 实验中,先将其中一个弹簧测力计沿某一方向拉到最大量程,然后只需调节另一个弹簧测力计拉力的大小和方向,把橡皮条另一端拉到O点
- D. 实验中,把橡皮条另一端拉到O点时,两弹簧

**点评** 注意到两分力大小不变,在夹角  $\theta$  由零逐渐增大到  $180^\circ$  的过程中,合力逐渐变小.又应分析出橡皮条的拉力与伸长有关,且特别注意等大两力夹角在  $120^\circ$  时的合力特征.

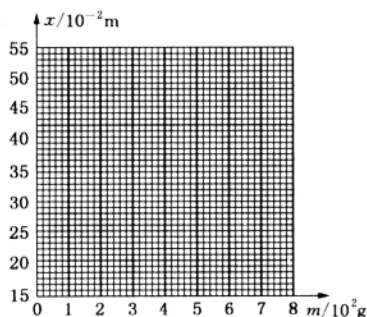
## 考点链接

对实验《探索弹力和弹簧伸长的关系》的考查,是近年高考中热点问题,尤其是结合图象解题,既是重点,又是难点.

**例 1** 某同学用如图所示装置做探究弹力和弹簧伸长关系的实验.他先测出不挂砝码时弹簧下端指针所指的标尺刻度,然后在弹簧下端挂上砝码,并逐个增加砝码,测出指针所指的标尺刻度,所得数据列表如下(重力加速度  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ):



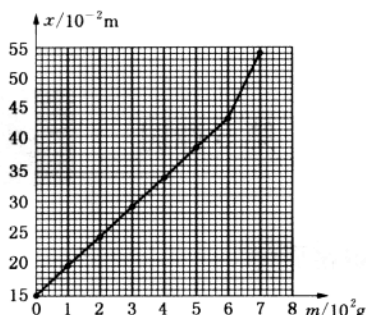
|                          |       |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 砝码质量 $m/10^{-2}\text{g}$ | 0     | 1.00  | 2.00  | 3.00  |
| 标尺刻度 $x/10^{-2}\text{m}$ | 15.00 | 18.94 | 22.82 | 26.78 |
| 砝码质量 $m/10^{-2}\text{g}$ | 4.00  | 5.00  | 6.00  | 7.00  |
| 标尺刻度 $x/10^{-2}\text{m}$ | 30.66 | 34.60 | 42.00 | 54.00 |



(1) 根据所测数据,在答题卡的坐标纸上作出弹簧指针所指标尺刻度  $x$  与砝码质量  $m$  的关系曲线.

(2) 根据所测得的数据和关系曲线可以判断,在 \_\_\_\_\_ N 范围内弹力大小与弹簧伸长关系满足胡克定律.这种规格弹簧的劲度系数为 \_\_\_\_\_ N/m.

**解析** (1)



(2)  $0 \sim 4.9$ ,  $k = \frac{0.5 \times 9.8}{(35 - 15) \times 10^{-2}} \text{ N/m} = 25 \text{ N/m}$ .

**点评** 本题重点考查了以下三个问题:(1)会画  $x-m$  图象;(2)由图象找出弹性限度范围;(3)由图象求弹簧劲度系数  $k$ .

## 第二章 直线运动

### 直线运动

1. 直线运动是高中物理重要章节,是整个物理学基本内容,涉及的概念多、公式多、图象多.从近年来高考试题的发展趋势看,本章内容作为一个孤立的知识点考查的命题并不多,更多体现在综合问题中,与生活、生产、科技等实际问题相结合,甚至与力、电、磁等内容结合,作为综合试题中一个知识点加以体现.

2. 复习方略:(1)要掌握好质点、位移、路程、速度、速率、加速度等基本概念;(2)要掌握好匀变速运动的七个重要公式;(3)要掌握好  $s \rightarrow t$  图象和  $v \rightarrow t$  图象;(4)要善于运用所学知识分析、解决综合和实际问题.

### 第1课时

### 描述质点运动的物理量 匀速运动

#### 知识精要

1. 研究物体的运动时,若物体的形状和大小属于无关紧要的因素时,为使问题简化,常把物体用一个有质量的点——质点来代替.

2. 位移与路程是在一定时间内发生的,是过程量.一般情况下,位移的大小并不等于路程,只有当质点做单方向直线运动时,二者才相等.

3. 在变速运动中,物体位移与时间的比是平均速度;路程与时间的比是平均速率.平均速度和平均速率不仅有矢量和标量的区别,数值上也不相等.

在变速运动中,当时间趋于零时,在极短时间内的平均速度,叫该时刻的即时速度.即时速率与即时速度的大小相等,只是标量与矢量的区别.

4. 速度、速度的变化量、速度的变化率与加速度

(1) 速度的变化率指速度变化的快慢,就是加速度,它的大小与时间无关;而速度的变化量  $\Delta v$  与时间的长短有关,  $\Delta v \neq 0$  表示质点有加速度,但  $\Delta v$  本身并不是加速度.

(2) 只要速度的大小和方向其一发生变化,质点就一定有加速度.但速度的大小与加速度的大小没有必然联系,即速度大,加速度不一定大;反之,加速度大,速度也不一定大.另外,速度方向和加速度方向也不一定相同,当两者方向在同一直线上时,质点做直线运动,不在同一直线上时做曲线运动.

#### 方法引领

##### 1. 概念理解辨析

例1 关于质点的下列描述,正确的是 ( )

- A. 质量很小的物体可看做质点
- B. 体积很小的物体可看做质点
- C. 在某些情况下,地球可以看做质点
- D. 做平动的物体肯定可以看做质点,做转动的物体肯定不可以看做质点

**解析** 物体可看成质点的条件是物体的大小和形状在所研究现象中起的作用很小,可忽略,而不是看质量、体积的大小,所以 A、B 错;物体做平动不一定可看成质点,例如,一列火车过一座小桥时就不可以看成质点;既做平动,又做转动的物体,研究其平动时可看成质点,所以 D 错;研究地球公转时,可以把地球看成质点.所以正确选项为 C.

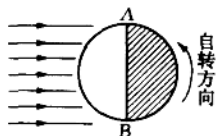
**点评** 本题关键要理解质点的概念及条件.

##### 2. 概念的灵活运用

**例2** (2002年上海高考题)太阳从东边升起,西边落下,是地球上的自然景观,但在某些条件下,在纬度较高地区上空飞行的飞机上,旅客可以看到太阳从西边升起的奇妙现象,这些条件是 ( )

- A. 时间必须是在清晨,飞机正在由东向西飞行,飞机的速率必须较大
- B. 时间必须是在清晨,飞机正在由西向东飞行,飞机的速率必须较大
- C. 时间必须是在傍晚,飞机正在由东向西飞行,飞机的速率必须较大
- D. 时间必须是在傍晚,飞机正在由西向东飞行,飞机的速率必须较大

**解析** 如图所示,太阳光照射在地球上,地球左半球为白天,右半球为黑夜,地球自西向东转(如图中箭头方向),A点表示清晨,B点



表示傍晚,在A点向东或向西,在B点向东飞行均不能看到“太阳从西边升起”的奇妙现象,只有在B点向西飞行,即追赶快落山的太阳,能满足题意,C正确。

**点评** 本题考查的实际是以地心为参考系,飞机向西的转动速度大于零,也就是,飞机飞行速度大于该纬度地球表面自转速度。

### 3. 加速度概念的理解与应用

**例3** (2005年广东三模)以  $a = 2 \text{ m/s}^2$  做匀加速运动的物体,下列说法中正确的是 ( )

- A. 在任意1s内末速度比初速度大  $2 \text{ m/s}$
- B. 第  $n \text{ s}$  末的速度比第1s末的速度大  $2(n-1) \text{ m/s}$
- C. 2s末的速度是1s末的速度的2倍
- D.  $n \text{ s}$  时的速度是  $\frac{n}{2} \text{ s}$  时速度的2倍

**解析** 加速度  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  表示了速度变化的快慢,在数值上等于单位时间内速度的变化量。

加速度为  $2 \text{ m/s}^2$ ,即每秒速度增加  $2 \text{ m/s}$ ,经  $t \text{ s}$  速度增加  $2t \text{ m/s}$ ,所以很明显A正确;对于B项,因为第  $n \text{ s}$  末与第1s末间的时间是  $(n-1) \text{ s}$ ,故B正确;对于C项,因为2s末与1s末间的时间是1s,且未知初速度的大小,故C错;对于D项, $n \text{ s}$  时速度增加了  $2n$ ,设在初始时刻(即  $t = 0$  时刻)的速度为  $v_0$ ,则此时速度为  $v_0 + 2n$ ,  $\frac{n}{2} \text{ s}$  时速度为  $v_0 + \frac{n}{2} \cdot 2$ ,不是2倍关系,故D错,A、B正确。

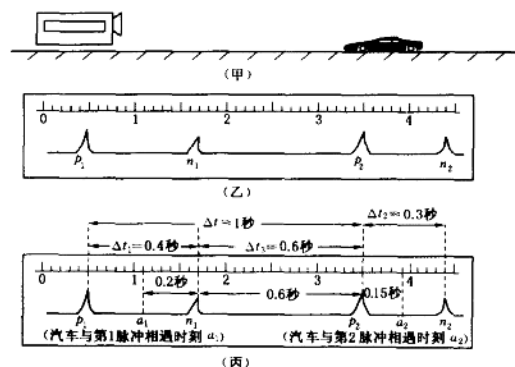
**点评** 正确理解并应用加速度这一概念是本章的一个重点和难点。

## 考点链接

近几年高考中,对匀速直线运动的考查更加深入、灵活,与天体运动、超声波测速及多普勒效应结合更加紧密,更强调实际应用。

**例1** 图(甲)是在高速公路上用超声波测速仪测车速的示意图。测速仪发出并接收超声波脉冲信号,根据发出和接收到的信号间的时间差,测出被测物体的速度。图(乙)中  $p_1$ 、 $p_2$  是测速仪发出的超声波信号, $n_1$ 、 $n_2$  分别是  $p_1$ 、 $p_2$  由汽车反射回来的信号。设测速仪匀速扫描, $p_1$ 、 $p_2$  之间的时间间隔  $\Delta t = 1.0 \text{ s}$ ,

超声波在空气中传播的速度是  $v = 340 \text{ m/s}$ ,若汽车是匀速行驶的,则根据图(乙)可知,汽车在接收到  $p_1$ 、 $p_2$  两个信号之间的时间内前进的距离是  $\text{m}$ ,汽车的速度是  $\text{m/s}$ 。



**解析**  $\because p_1 p_2 = 30 \text{ 格}, \therefore \text{每格代表 } 1/30$ ,

$\therefore \text{从 } p_1 \text{ 到 } n_1 \text{ 需时间 } \Delta t_1 = \frac{1}{30} \times 12 \text{ s} = 0.4 \text{ s}$ .

从  $p_2$  到  $n_2$  需时间  $\Delta t_2 = \frac{1}{30} \times 9 \text{ s} = 0.3 \text{ s}$ .

图(丙)中  $a_1$  为  $p_1 n_1$  间的中点,表示汽车与第一个脉冲相遇的时刻; $a_2$  为  $p_2 n_2$  间的中点,表示汽车与第二个脉冲相遇的时刻。

设汽车与第一个脉冲相遇时的位置离测速仪距离为  $s_1$ ,

$\therefore s_1 = v \times \frac{\Delta t_1}{2} = 340 \times 0.2 \text{ m} = 68 \text{ m}$ .

设汽车与第二个脉冲相遇时的位置离测速仪距离为  $s_2$ ,

$\therefore s_2 = v \times \frac{\Delta t_2}{2} = 340 \times 0.15 \text{ m} = 51 \text{ m}$ .

$\therefore \text{汽车在两次与超声波脉冲信号相遇的这段时间内运动距离为}$

$\Delta s = s_1 - s_2 = 68 \text{ m} - 51 \text{ m} = 17 \text{ m}$ .

由于两次相遇时间差为  $t = 0.2 \text{ s} + 0.6 \text{ s} + 0.15 \text{ s} = 0.95 \text{ s}$ ,

$\therefore \text{这段时间内汽车的速度为 } v = \Delta s / t = 17 / 0.95 \text{ m/s} = 17.9 \text{ m/s}$ .

**点评** 本题关键要学会从图中读出信息,找出条件,再求解。

## 第2课时

## 匀变速直线运动规律及应用

### 知识精要

1. 速度公式和位移公式:速度公式  $v_t = v_0 + at$ .

位移公式  $s = v_0 t + at^2 / 2$ .

导出公式:  $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ ,  $\frac{s}{t} = \frac{v_t + v_0}{2}$ ,

式中  $s$ 、 $v_0$ 、 $v_t$ 、 $a$  都是矢量。

## 2. 利用匀变速运动规律解题时应注意:

(1) 明确研究对象及研究对象做什么运动. 对较复杂的问题可画出草图, 并将已知量、未知量标于图上;

(2) 物体做直线运动时建立一坐标, 规定初速度方向为正方向.

## 3. 匀变速直线运动的一些重要推论

(1) 做匀变速直线运动的物体在某段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度  $v_{t/2} = \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ .

(2) 做匀变速直线运动的物体在某段位移中点的瞬时速度等于初速度  $v_0$  和末速度  $v_t$  平方和的一半的平方根:  $v_{s/2} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$ .

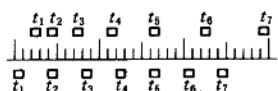
(3) 连续相等时间内的位移差等于恒量:

$$s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \cdots = s_n - s_{n-1} = at^2.$$

## 方法引领

### 1. 基本规律应用

**例1** 两木块自左向右运动, 现用高速摄影机在同一底片上多次曝光, 记录下每次曝光时木块的位置, 如图所示, 连续两次曝光的时间间隔是相等的, 由图可知 ( )



- A. 在时刻  $t_2$  以及时刻  $t_3$  两木块速度相同
- B. 在时刻  $t_3$  两木块速度相同
- C. 在时刻  $t_3$  和时刻  $t_4$  之间某瞬时两木块速度相同
- D. 在时刻  $t_4$  和时刻  $t_5$  之间某瞬时两木块速度相同

**解析** 设连续两次曝光的时间间隔为  $t$ , 记录木块位置的直尺最小刻度间隔长为  $l$ , 由图可以看出下面木块间隔都为  $4l$ , 木块做匀速直线运动, 速度  $v = \frac{4l}{t}$ . 上面木块在相邻时间间隔内木块的间隔分别为  $2l, 3l, 4l, 5l, 6l, 7l$ , 相邻相等时间间隔  $t$  内的位移之差为  $\Delta l = l = \text{恒量}$ , 所以上面木块做匀变速直线运动. 它在某段时间的平均速度等于中间时刻的瞬时速度, 得  $t_2, t_3, t_4, t_5$  时刻的瞬时速度分别为

$$v_2 = \frac{2l + 3l}{2t} = \frac{5l}{2t}, v_3 = \frac{3l + 4l}{2t} = \frac{7l}{2t},$$

$$v_4 = \frac{4l + 5l}{2t} = \frac{9l}{2t}, v_5 = \frac{5l + 6l}{2t} = \frac{11l}{2t}.$$

可见速度  $v = \frac{4l}{t}$  介于  $v_3, v_4$  之间, C 正确.

**点评** 本题主要应用规律是: 匀变速直线运动物体, 某段时间内平均速度等于中间时刻的瞬时速度. 这是一个十分有用的结论.

### 2. 数学归纳法应用

**例2** 物体原来静止在光滑水平面上, 现在第 1、3、5、... 奇数秒内由于受到恒定的水平推力作用而做加速度为  $2 \text{ m/s}^2$  的匀加速直线运动, 在第 2、4、6、... 偶数秒内由于不受推力作用而做匀速直线运动, 问: 经过多长时间物体位移的大小为  $40.25 \text{ m}$ ?

**解析** 物体在第 1 s、第 2 s、第 3 s... 第  $n$  s 内的位移分别为  $s_1 = 1 \text{ m}, s_2 = 2 \text{ m}, s_3 = 3 \text{ m}, \dots, s_n = n \text{ m}$ .

这样由题意得  $n(n+1)/2 = 40.25$ .

即  $8 < n < 9$ , 8 s 内位移为  $36 \text{ m}$ .

第 9 s 内物体做初速度为  $8 \text{ m/s}$ 、加速度为  $2 \text{ m/s}^2$  的匀加速运动, 有  $8t + 1/2 \times 2t^2 = 40.25 - 36$ ,

$$t = 0.5 \text{ s}.$$

故所需时间为  $8.5 \text{ s}$ .

**点评** 应用物理公式过程中, 数学归纳法是一种重要的应用数学解决物理问题的方法.

### 3. 灵活运用规律

**例3** 在正常情况下, 火车以  $54 \text{ km/h}$  的速度匀速开过一个小站, 现因需要, 必须在这个小站停留. 火车将到小站时以  $-0.5 \text{ m/s}^2$  的加速度做匀减速运动, 停留  $2 \text{ min}$  后, 又以  $0.3 \text{ m/s}^2$  的加速度出小站一直到恢复原来的速度. 求因列车停靠小站而延误的时间.

**解析** 火车减速进站  $t_1 = 30 \text{ s}, s_1 = 225 \text{ m}$ .

火车站内停留  $t_2 = 120 \text{ s}, s_2 = 0$ .

火车加速出站  $t_3 = 50 \text{ s}, s_3 = 375 \text{ m}$ .

正常行驶通过所需时间  $t = \frac{s_1 + s_3}{v} = 40 \text{ s}$ .

因停靠站所延误时间  $\Delta t = t_1 + t_2 + t_3 - t = 160 \text{ s}$ .

**点评** 本题易错之处在于只考虑火车减速、停留、加速的总时间, 而未减去火车匀速通过所需时间  $t$ .

## 考场真题

近几年高考, 对匀变速直线运动规律的考查更突出体现在实际应用中, 与生产生活实际结合, 而根据题目信息, 构建物体运动模型尤为关键.

**例1** (2005 年全国高考题) 原地起跳时, 先屈腿下蹲, 然后突然蹬地. 从开始蹬地到离地是加速过程

(视为匀加速),加速过程中重心上升的距离称为“加速距离”.离地后重心继续上升,在此过程中重心上升的最大距离称为“竖直高度”.现有列数据:人原地上跳的“加速距离” $d_1 = 0.50 \text{ m}$ ,“竖直高度” $h_1 = 1.0 \text{ m}$ ;跳蚤原地上跳的“加速距离” $d_2 = 0.00080 \text{ m}$ ,“竖直高度” $h_2 = 0.10 \text{ m}$ .假想人具有与跳蚤相等的起跳加速度,而“加速距离”仍为  $0.50 \text{ m}$ ,则人上跳的“竖直高度”是多少?

**解析** 用  $a$  表示跳蚤起跳的加速度,  $v$  表示离地时的速度,则对加速过程和离地后上升过程分别有

$$v^2 = 2ad_1, \quad ①$$

$$v^2 = 2gh_1. \quad ②$$

若假想人具有和跳蚤相同的加速度  $a$ ,令  $u$  表示在这种假想下离地时的速度,  $H$  表示与此相应的“竖直高度”,则对加速过程和离地后上升过程分别有

$$u^2 = 2ad_1, \quad ③$$

$$u^2 = 2gH. \quad ④$$

由①②③④式可得  $H = \frac{h_1 d_1}{d_2}$ .

代入数值得  $H = 62.5 \text{ m}$ .

**点评** 根据题中信息建立物体运动模型,确定运动性质,合理选择运动学公式,注意“加速距离”和“竖直高度”的交接点速度是建立它们联系的桥梁.

### 第3课时

### 自由落体运动 竖直上抛运动

#### 知识精要

1. 自由落体运动是初速为零的竖直向下的匀加速直线运动  $a = g$ .

2. 竖直上抛运动包括上升和下落两部分,解题时一定要分析清楚运动过程,特别注意公式中符号的正、负.

3. 竖直上抛运动的处理方法

(1) 分段法. 上升过程是  $a = -g$ ,  $v_0 = 0$  的匀减速直线运动,下落过程是自由落体运动.

(2) 整体法. 将全程看做是初速为  $v_0$ 、加速度为  $-g$  的匀减速直线运动.

$v_t > 0$  时,物体正在上升;  $v_t < 0$  时,物体正在下降.  $h > 0$  时,物体在抛出点的上方;  $h < 0$  时,物体已落在抛出点的下方.

#### 方法引领

1. 实际应用问题

**例1** 一跳水运动员从离水面  $10 \text{ m}$  高的平台上向上跳起,举双臂直体离开台面,此时其重心位于从手到脚全长的中心,跃起后重心升高  $0.45 \text{ m}$  达到最高点,落水时身体竖直,手先入水.(在此过程中运动员水平方向的运动忽略不计)从离开跳台到手触水面,他可用于完成空中动作的时间是 \_\_\_\_\_ s(计算时,可以把运动员看做全部质量集中在重心的一个质点,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ,结果保留两位有效数字).

**解析** 运动员完成动作的过程可视为一个竖直上抛过程. 分析运动员重心的移动,首先上升到最大高度

$$h = 0.45 \text{ m}, \text{ 设这过程中上升时间为 } t_1, \text{ 由 } h = \frac{1}{2}gt_1^2,$$

$$\text{得 } t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.45}{10}} \text{ s} = 0.3 \text{ s. 然后运动员自由下落,直到运动员手触及水面时,重心下落的高度为}$$

$$h_2 = 10.45 \text{ m}, \text{ 设这过程下降时间为 } t_2, \text{ 由 } h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2,$$

$$\text{得 } t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 10.45}{10}} \text{ s} = 1.4 \text{ s, 则运动员用于完成空中动作的时间为 } t = t_1 + t_2 = 1.7 \text{ s.}$$

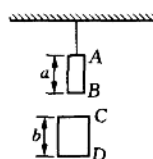
**点评** 对竖直上抛运动的处理可分为上升和下降两阶段处理;也可以对整个过程中整体处理.

2. “点过线”、“线过线”的时间问题

**例2** 如图所示,悬挂的直杆  $AB$  长为  $a$ ,在  $B$  以下  $h$  处,有一长为  $b$  的无底圆筒  $CD$ . 若将悬线剪断,问:

(1) 直杆下端  $B$  穿过圆筒的时间是多少?

(2) 整个直杆  $AB$  穿过圆筒的时间是多少?



**解析** 有长度的杆下落问题,

首先分清研究的对象经过的是

“点”还是“线”,是杆本身还是杆上的一点. 本题中第(1)问研究点穿筒用时,其对应的位移为筒长  $b$ ; 第(2)问中研究长杆穿筒用时,类似于研究火车过桥用时,其对应的位移为杆和筒的长度之和,即  $(a+b)$ .

(1) 直杆下端  $B$  穿过圆筒,由  $B$  下落到  $C$  点(自由下落  $h$ ) 起到  $B$  下落到  $D$  点(自由下落  $h+b$ ) 止. 由  $h = \frac{1}{2}gt^2$ , 求得  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ,

$$\text{则 } B \text{ 下落到 } C \text{ 点所需时间为 } t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$