

主 编 ● 姜 梦
分册主编 ● 张先德

1 一堂好课

yitanghaoke

讲 问 练 解 测

全在一堂好课

试 验 修 订 版 →

shiyanxiudingban

高一物理
(下)

吉林人民出版社

1 堂好课

yitanghaoke



试验修订版→

shiyanxiudingban

高一物理(下)

主 编●秦 梦 分册主编●张先德
编 者●周德俊 侯红霞 陈学红 张先德 张王亮

吉林人民出版社

(吉)新登字 01 号

一堂好课·高一物理·下(试验修订版)

主 编	秦 梦	分册主编	张先德
责任编辑	张长平 王胜利	封面设计	魏 晋
责任校对	常静波	版式设计	王胜利

出 版 者	吉林人民出版社(长春市人民大街 124 号 邮编 130021)
发 行 者	吉林人民出版社 电话:0431-5678541
印 刷 者	北京市通县长凌营印刷厂

开 本	787×1092 1/16
印 张	7.125
字 数	166 千
版 次	2001 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月第 1 次修订版
印 次	2002 年 11 月第 1 次印刷
印 数	1--50100 册

标准书号	ISBN 7 - 206 - 03743 - 7/G · 1106
定 价	7.50 元

如图书有印装质量问题,请与承印工厂联系

出版说明

编写目的

- 减轻学生负担,提高课堂效率,让每节课都成为精品课。
- 推动新教材的普及使用,为广大师生提供学习的指导方法,把握新教材的特点。
- 培养学生自学能力,提高创新意识。

编写依据

- 最新国家课程标准和考试说明。
- 最新试验(试用)修订版教材。
- 最新华东版初中物理教材。

科目设置

- 试验(试用)修订版科目,涵盖初中阶段、高中阶段的数学、物理、化学、英语、语文、历史、地理、生物八大学科。
- 单独编写华东版初二、初三物理,其他科目通用。

编写特点

- 讲、练、测,三位一体。通过讲一题、练一题、测一题,把学习过程进行优化设计,轻松学习,事半功倍。
- 突出能力,命题新颖。全书从选材到命题都以能力立意,设问角度新,思维价值高。
- 引导思维,突破难点。本书精选典型题,重点指导解题方法,培养迁移能力,突出重点,能够举一反三。
- 及时反馈,因材施教。每课或每章(单元)后设有单元拔高训练,通过自测或小考,老师和学生及时了解知识掌握的不同程度,找出原因,采取不同措施,因材施教。

适用范围

- 使用试验(试用)修订版教材的省市。
- 使用初二、初三华东版物理教材的省市。

特别致谢

本书在编写过程中得到了参与新教材试验教学一线教师的大力帮助,使我们能够充分把握新教材的特点,编写时融进了广大一线教师的教学成果及独特的教学方法、新知识、新题型,在此我们表示衷心感谢。

吉林人民出版社综合室

目 录

第五章 曲线运动	1
第一节 曲线运动	1
第二节 运动的合成和分解	3
第三节 平抛物体的运动	6
第四节 匀速圆周运动	9
第五节 向心力 向心加速度	11
第六节 匀速圆周运动的实例分析	14
第七节 离心现象及其应用	17
单元拔高训练	19
第六章 万有引力定律	21
第一节 行星的运动	21
第二节 万有引力定律	22
第三节 引力常量的测定	24
第四节 万有引力定律在天文学上的应用	25
第五节 人造卫星 宇宙速度	27
第六节 行星、恒星、星系和宇宙	27
单元拔高训练	29
第七章 动 量	31
第一节 冲量和动量	31
第二节 动量定理	34
第三节 动量守恒定律	38
第四节 动量守恒定律的应用	43
第五节 反冲运动 火箭	47
实验:验证动量守恒定律	50
单元拔高训练	53
第八章 机械能	56
第一节 功	56
第二节 功 率	58
第三节 功和能	61
第四节 动能 动能定理	62
第五节 动能定理的应用	65
第六节 重力势能	67
第七节 机械能守恒定律	69
第八节 机械能守恒定律的应用	72
实验:验证机械能守恒定律	75
单元拔高训练	77

第九章 机械振动	80
第一节 简谐运动	80
第二节 振幅、周期和频率	82
第三节 简谐运动的图像	84
第四节 单摆	86
第五节 相位	89
第六节 简谐运动的能量 阻尼振动	89
第七节 受迫振动 共振	91
单元拔高训练	93
期中测试	96
期末测试	99
参考答案	102



第五章 曲线运动

第一节 曲线运动

重点难点考点

- 重点:** 1. 知道曲线运动中速度的方向, 理解曲线运动是一种变速运动.
2. 知道物体做曲线运动的条件是所受外力的方向与它的速度方向不在同一条直线上.
- 难点:** 曲线运动是一种变速运动, 物体做曲线运动的条件.
- 考点:** 会根据物体的受力情况判断物体做什么样的运动.

典型例题解析

例 1 如图 5-1 所示, 物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B , 这时突然使它所受的力反向而大小不变 (即由 F 变 $-F$), 在此力作用下, 关于物体以后的运动情况, 下列说法中正确的是 ().

- A. 物体可能沿曲线 Ba 运动 B. 物体可能沿曲线 Bb 运动
C. 物体可能沿曲线 Bc 运动 D. 物体可能沿原曲线由 B 返回 A

解析 正确答案为 C. 研究物体在力的作用下沿什么方向运动时, 首先应根据物体运动时的运动轨迹来推断出物体的受力情况, 然后再根据物体的受力情况来分析出物体的受力变化之后的运动情况. 在题中物体在 A 点时的速度 v_A 沿 A 点的切线方向, 物体在恒力的作用下沿曲线 AB 运动, 此力 F 必有垂直于 v_A 的分量, 即 F 力只能为图 5-2 中所示的各种方向之一; 当物体到达 B 点时, 瞬时速度 v_B 沿 B 点的切线方向, 这时的受力 F 变为 $-F$, 即只能为图中所示的方向之一, 可知物体以后可能沿曲线 Bc 运动.

点评 在此题中物体受力的情况没有明确给出, 只有从物体的运动情况上进行分析得出, 然后再看物体受力变化之后, 物体的运动速度与物体受力的角度情况来进行判断, 这样也就容易得出物体的运动轨迹的情况了. 从题中给出的条件来看, 这道题是一道灵活运用物体运动条件的难题.

例 2 关于做曲线运动物体的速度和加速度, 下列说法中正确的是 ().

- A. 做曲线运动物体的速度方向不断改变, 其加速度方向也不断改变
B. 做曲线运动物体的速度方向不断改变, 其加速度肯定不为零, 而且加速度的方向与速度方向总有一定的夹角
C. 做曲线运动物体的加速度可以不变, 即加速度的大小和方向可以恒定不变
D. 做曲线运动物体的加速度不可能恒定不变, 即物体不可能做匀变速曲线运动

解析 正确答案为 B, C. 物体做曲线运动时, 物体所受合外力的条件是物体所受合外力的方向跟物体的速度方向不在同一条直线上, 可知物体的加速度方向跟速度方向也不在一条直线上. 因为加速度的方向总是跟合外力的方向相同, 所以只要知道做曲线运动物体所受合力情况, 就可知道它的加速度, 但加速度跟速度是无关的.

速度方向改变, 加速度方向不一定变, 水平抛出与斜着抛出的物体在运动中只受重力作用, 其加速度就是重力加速度, 大小、方向都不变, 它们运动都是匀变速曲线运动, 所以选项 A, D 是错误的.

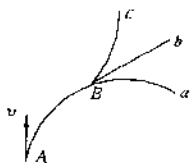


图 5-1

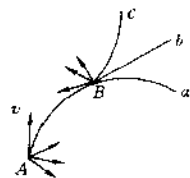


图 5-2

点评 在此题中主要是从概念着手分析,紧扣定义,结合一些所学到的物理现象来进行分析,如在分析1)中的物体在做曲线运动时加速度不可能恒定不变时,从抛体运动着手就很容易分析清楚.这种分析方法在以后的学习中也会经常遇到,在学习上要引起同学们的注意.

例3 匀变速运动一定不是曲线运动,这一说法正确吗?

解析 物体是否做匀变速运动,取决于物体的加速度是否恒定,即加速度的大小和方向是否保持不变,也就是说,物体所受的合外力是不是恒力,而不是取决于物体运动的轨迹是曲线还是直线.比如说,被水平抛出去的物体,其轨迹是曲线(抛物线),而被抛出的物体只受重力的作用.重力是恒力,其大小、方向是不变的,重力产生的加速度是恒定的量,因而物体做的是匀变速运动.可见,匀变速运动可以是曲线运动.

因此,上面所说的匀变速运动一定不是曲线运动是不正确的.

点评 此题主要考查的是对匀变速运动概念的理解,人们总是将匀变速运动和物体的运动轨迹联系在一起,这样将出现对概念理解上的偏差,所以在做这种概念性的习题的时候,要从本质上来进行分析,也就不会出现问题了.

例4 试用牛顿第二定律来说明物体做曲线运动的条件.

解析 若物体所受的合外力的方向跟物体速度的方向相同(相反)时,则加速度方向与物体的运动的方向相同(相反),物体就做加速(减速)直线运动,物体的运动轨迹是直线.若物体所受合外力的方向跟物体的速度方向不在同一直线上,夹角小于 90° 时,如图5-3所示,这时的作用力 F 可以分解成沿速度方向的力 $F_{\parallel}$ 和垂直速度方向的力 $F_{\perp}$, $F_{\parallel}$ 方向与速度方向一致,它只能使物体的速度增加,不能改变速度的方向; $F_{\perp}$ 与速度的方向垂直,它会改变速度的方向,使物体做曲线运动.

若物体所受的合外力的方向与速度方向的夹角大于 90° ,如图5-4所示.将 F 沿与物体速度相反的方向和与速度垂直的方向分解为 $F_{\parallel}$ 和 $F_{\perp}$, $F_{\parallel}$ 和物体的速度方向相反,它只能使物体速度减小,不能改变物体速度的方向; $F_{\perp}$ 与物体的速度方向垂直,它会改变物体速度的方向,使物体做曲线运动.

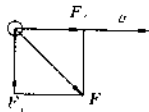


图 5-3

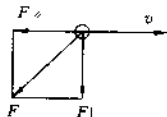


图 5-4

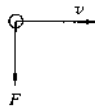


图 5-5

若物体所受到的合外力的方向与物体的运动方向是垂直的,如图5-5所示,该力只能改变物体的运动方向,而不能改变物体的速度大小,物体就做曲线运动.

综上所述,只要物体受到的合外力的方向与物体运动方向不在同一直线上,合外力在与速度垂直的方向上就有分力,该分力就会导致物体的速度方向改变,使物体做曲线运动.

点评 在分析物体时,从各个方面着手分析处理,运用这种方法也就是数学上所说的归纳法,这种方法在物理题的论证中经常用到.

综合能力训练

一、选择题

- 关于质点做曲线运动的下列说法中正确的是().
 - 曲线运动一定是变速运动
 - 变速运动一定是曲线运动
 - 曲线运动轨迹上任一点的切线方向就是质点在这一点瞬时速度的方向
 - 有些曲线运动也可能是匀变速运动
- 下列关于曲线运动的说法中正确的是().
 - 速率不变的曲线运动是没有加速度的
 - 曲线运动一定是变速运动
 - 变速运动不一定是曲线运动
 - 曲线运动一定具有加速度

3. 下列说法中正确的是().
- 做曲线运动的物体的速度方向不是物体的运动方向
 - 曲线运动中在某点的速度方向即该点的切线方向
 - 曲线运动速度的大小可以不变,但速度方向一定改变
 - 曲线运动的方向可以不变,但速度大小一定改变
4. 下列说法中正确的是().
- 物体在恒力的作用下不可能做曲线运动
 - 物体在变力的作用下有可能做曲线运动
 - 物体在变力的作用下一定做曲线运动
 - 做曲线运动的物体,其速度方向与加速度方向不在同一直线上
5. 要使物体做曲线运动,需要对物体施加力的作用,迫使它不断改变速度的方向,则().
- 此力一定是方向变化的力
 - 此力一定是大小和方向都不断变化的力
 - 此力的方向一定与速度方向不在同一直线上
 - 此力的方向一定与速度方向垂直
6. 物体受几个力的作用而做匀速直线运动,若突然撤掉其中的一个力,它可能做().
- 匀速直线运动
 - 匀加速直线运动
 - 匀减速直线运动
 - 曲线运动
7. 若在上题中,物体在几个恒力的作用下而处于静止状态,若突然撤掉其中一个力,它可能做().
8. 下列物体做变速运动的是().
- 物体做自由落体运动
 - 物体运动的方向时刻在改变,但物体运动速度的大小不变
 - 物体速度的大小在改变,但物体运动的方向不变
 - 地球绕太阳的运动
9. 关于合外力对物体速度的影响,下列说法中正确的是().
- 如果合外力的方向跟物体速度的方向在同一直线上,物体速度的大小将要改变,物体速度的方向不变
 - 如果合外力的方向跟物体速度的方向成锐角,物体速度的大小将要增大,物体速度的方向也要改变
 - 如果合外力的方向跟物体速度的方向垂直,物体速度的大小不变,速度的方向将要改变
 - 如果合外力的方向跟物体速度的方向成钝角,物体速度的大小将要减小,物体速度的方向将要改变

二、填空与作图题

- 质量为 m 的物体受到两个互成角度的恒力 F_1 和 F_2 的作用,若物体由静止开始,则它将做_____运动,若物体运动一段时间撤去一个外力 F_1 ,物体继续运动是_____运动.
- 画出图 5-6 中沿曲线 $ABCDE$ 运动的物体在 A, B, C, D, E 各点的速度方向.

三、分析题

试观察曲线运动的物体,例如观察掷出的铅球在空中的运动,分析物体受到的合外力的方向和它速度的方向有什么关系?从而得出物体做曲线运动的条件是什么?

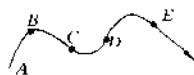


图 5-6

第二节 运动的合成和分解

重点难点考点

- 重点: 1. 在一个具体的问题中知道合运动、分运动以及它们的的同时性和独立性.
2. 知道运动的合成与运动的分解,理解运动的合成与分解遵循平行四边形定则.

3. 会用作图法和直角三角形知识解有关位移和速度的合成、分解问题.
4. 会用运动合成的方法分析平抛运动等问题.

难点:运动的合成与分解.

考点:用运动的合成与分解解答运动中的问题,能将一些复杂的问题通过运动的分解简化成一些简单的运动来进行处理.

典型例题解析

例1 互成角度的两个初速度不为零的匀加速直线运动的合运动,将().

- A. 一定还是匀加速直线运动
- B. 一定是匀加速曲线运动
- C. 可能是直线运动,也可能是曲线运动

解析 正确答案为C. 两个匀加速直线运动的初速度和加速度一定分别在同一直线上且方向相同. 两个直线运动的初速度以及加速度的合成如图5-7所示,若合初速度 v 与合加速度 a 在同一直线上,则物体做直线运动,若合初速度 v 与合加速度 a 不在同一直线上,则物体做曲线运动. 由于题目没有给出两个直线运动的初速度和加速度的具体数值和方向,所以上述情况都有可能,故选项C正确.

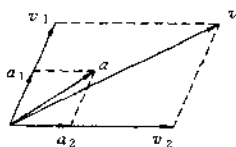


图5-7

点评 判断物体的运动是直线运动还是曲线运动,这要根据物体运动时受到的合外力(或加速度)与物体的运动方向(速度)是否有一定的夹角,根据做曲线运动的条件进行判断.

例2 河宽 $d=100\text{ m}$,水流速度 $v_1=3\text{ m/s}$,船在静水中的速度 $v_2=4\text{ m/s}$.求:

- (1)欲使船渡河时间最短,船应怎样渡河? 最短的时间是多少? 船经过的位移是多少?
- (2)欲使船航行距离最短,船应怎样渡河? 渡河时间多长?

解析 当船与岸成 θ 角向对岸行驶时,如图5-8所示,设想河水不流动,船将沿与岸成 θ 角的方向以 v_2 的速度做匀速直线运动;设想船不开行,船将顺水漂流,以 v_1 的速度沿水流方向做匀速直线运动. 可见,船渡河时同时参与了“与河岸成 θ 角的匀速直线运动”和“顺水漂流”这两个分运动,其合运动为沿 v_1, v_2 矢量和的方向做匀速直线运动. 由于分运动与合运动的等时性,船渡河的时间等于船与河岸成 θ 角方向上的匀速直线运动的时间.

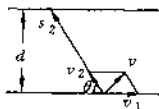


图5-8

(1)设船与岸成 θ 角向对岸行驶,如图5-8所示,则当船行至对岸时,

$$s_2 = \frac{d}{\sin\theta}, t = \frac{s_2}{v_2} = \frac{d}{v_2 \sin\theta}.$$

当 $\sin\theta=1$ 时, t 最小,即船头方向应沿垂直于河岸的方向渡河(如图5-9),

$$t_{\min} = \frac{d}{v_2} = \frac{100}{4}\text{ s} = 25\text{ s}.$$

船经过的位移大小为 $s=vt$,

$$\therefore v = \sqrt{v_2^2 + v_1^2} = 5\text{ m/s}, \therefore s = 5 \times 25\text{ m} = 125\text{ m}.$$

(2)欲使船航行距离最短,需使船的实际位移(合位移)与河岸垂直. 设此时船的开行速度 v_2 与岸成 φ 角,如图5-10所示.

$$\cos\varphi = \frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{4}, \varphi = \arccos \frac{3}{4},$$

$$\text{则 } v = \sqrt{v_2^2 - v_1^2} = \sqrt{7}\text{ m/s}, t = \frac{d}{v} = \frac{100}{\sqrt{7}}\text{ s} \approx \frac{100\sqrt{7}}{7}\text{ s}.$$

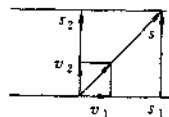


图5-9

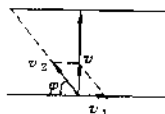


图5-10

例3 如图5-11所示,在离地面高为 H 的岸边,有人以 v_0 的匀速率收绳使船靠岸,当绳与水面的

夹角为 φ 时,船的速度是多少?

解析 收绳的过程中,船对地是水平向左运动的,这是船的合运动. 可以将此合运动分解为两个分运动,那么应当分解为怎样的两个分运动呢? 让我们分析绳子在这一运动过程中的变化,可以看出绳子一方面在逐渐变短,另一方面绕滑轮旋转使其与水面夹角变大. 以与船头相接的绳端点为研究对象,此端点同时参与了两个分运动,一是沿绳以 v_0 速度运动,另一是绕滑轮做圆周运动,这一分运动速度 v_1 与绳垂直. 所以,应将合运动速度 v 分解为 v_0 和 v_1 ,如图 5-12 所示. 则有 $v = \frac{v_0}{\cos\varphi}$.

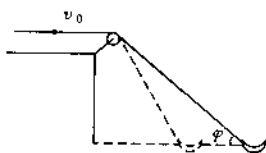


图 5-11

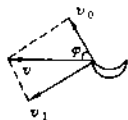


图 5-12

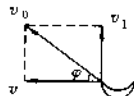


图 5-13

点评 本题常见的错误是把船速 v 当成 v_0 的分速度,画成如图 5-13 所示的速度分解图. 因为只有物体的实际运动速度才是合速度,所以 v_0 当然不是船的合速度,而是分速度,把 v_0 进行分解就必然是错误的.

例 4 火车以 6 m/s 的速度向东运行,雨点的速度是 4 m/s ,方向竖直向下,求车中人所观察到的雨点的速度.

解析 这是一道关于相对运动的问题,在分析的时候要考虑到运动的合成和分解的问题,对于车而言,雨点同时参与了竖直向下的运动和水平向西的运动,雨点对车的速度为这两个速度的合速度.

$$\text{即 } v_{\text{雨对车}} = v_{\text{合}} = \sqrt{6^2 + 4^2} \text{ m/s} = 7.2 \text{ m/s}.$$

$$\text{雨点对竖直方向的偏角 } \varphi \text{ 有 } \tan\varphi = \frac{6}{4} = 1.5, \therefore \varphi = 56^\circ 18'.$$

点评 这是一道典型的运动合成的习题,在观察者的眼中雨滴参与了两种运动,一种是竖直下落的自由落体运动,另一种就是随汽车的匀速运动. 这两种运动的合运动就是人们所观察到的雨滴的运动.

综合能力训练

一、选择题

- 某人站在自动扶梯上,经时间 t_1 由一楼开到二楼;如果自动扶梯不动,人从一楼走到二楼需时间 t_2 . 现在扶梯正常运动,人也保持原来的速率沿扶梯向上走,则人从一楼到二楼的时间是().
 A. $t_2 - t_1$ B. $\frac{t_2 t_1}{t_2 - t_1}$ C. $\frac{t_2 t_1}{t_2 + t_1}$ D. $\frac{\sqrt{t_1^2 - t_2^2}}{2}$
- 下列说法中正确的是().
 A. 初速度为 v_0 , 加速度为 a 的匀加速直线运动,可以看做是速度为 v_0 的匀速直线运动和初速度为零、加速度为 a 的匀加速直线运动的合运动
 B. 竖直下抛运动可看做是竖直向下的匀速直线运动和自由落体运动的合运动
 C. 竖直上抛运动可看做是竖直向上的匀速直线运动和自由落体运动的合运动
 D. 以上说法均不对
- 一小船以一定的航速渡河,当行至河中央时,水流速度突然变大,则小船渡河时间将().
 A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 不能确定
- 在空中某点以相同的速率同时分别竖直向上、竖直向下、水平向右、水平向左抛出四个小球,不计空气阻力,在小球落地前某一瞬间,以四个小球所在的位置为顶点所构成的四边形是().
 A. 任意四边形 B. 长方形 C. 菱形 D. 正方形

二、填空题

1. 匀减速直线运动物体的速度 $v_t = v_0 - at$ 可以看成是两个在一条直线上运动速度的合成, 一个是 _____, 另一个是 _____.
2. 雨滴在竖直落向地面的过程中, 由于空气阻力的作用, 在接近地面的时候都是沿着竖直方向竖直下落的. 设竖直下落时的速度 $v_1 = 10 \text{ m/s}$, 若有(自东向西)东风, 其速度 $v_2 = 7.5 \text{ m/s}$, 则:
 - (1) 雨滴在落向地面时的实际速度大小为 _____ m/s . 方向 _____.
 - (2) 若某人在雨中以 $v_3 = 2.5 \text{ m/s}$ 的速度向东走, 则雨滴相对于人的速度大小为 _____ m/s , 方向 _____.
3. 如图 5-14 所示, 质点 A 以 $v_1 = 8 \text{ m/s}$ 的速度从坐标原点沿 x 轴的正方向做匀速运动, 质点 B 以 $v_2 = 10 \text{ m/s}$ 的速度从 y 轴上坐标为 $(0, 60)$ 的点开始做匀速直线运动, 要使两个质点能在 x 轴上相遇, 则 v_2 方向应与 y 轴的夹角 $\theta =$ _____, 它们在 x 轴上相遇时, 与原点 O 相距 _____ cm .

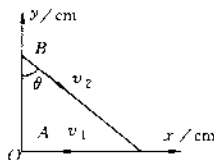


图 5-14

三、计算题

1. 降落伞在下落一定时间后的运动是匀速的, 无风时, 某跳伞运动员着地时的速度是 4 m/s . 现在由于有水平向东的风的影响, 跳伞运动员的速度为 5 m/s , 那么:
 - (1) 跳伞运动员着地时的速度方向怎样? (2) 风速为多少?
2. 如图 5-15 所示, 以速度 v 沿竖直杆匀速下滑的物体 A, 用细绳通过滑轮拉物体 B, 当绳与水平面夹角为 φ 时, 物体 B 的速率为多少?

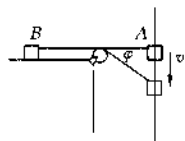


图 5-15

第三节 平抛物体的运动

重点难点考点

- 重点:** 1. 平抛运动的特点是初速度方向为水平方向, 只在竖直方向受重力作用, 运动轨迹是抛物线.
 2. 理解平抛运动是匀变速运动, 平抛运动的物体可以看成是水平方向的匀速运动和竖直方向上的自由落体运动. 会用平抛运动的规律来解答有关的问题.
- 难点:** 平抛运动的分解与平抛运动规律的应用.
- 考点:** 平抛运动规律的应用.

典型例题解析

例 1 将一钢球以 5 m/s 的初速度从 20 m 高处水平抛出, 试求:

(1) 小球落地时的速度. (2) 小球落地时离抛出点的水平位移.

解析 小球水平抛出后, 只在重力的作用下做平抛运动, 在水平方向上做匀速直线运动, 在竖直方向上做自由落体运动. 在计算物体落地的速度时, 可以将此时的竖直方向上的速度和水平方向上的速度进行合成求出, 由于水平方向上的运动和竖直方向上的运动的同时性, 可以确定出在水平方向上物体运动时间的大小, 从而求出物体在水平方向上的位移.

由平抛运动的规律可得 $v_x = v_0 = 5 \text{ m/s}$, 由 $v_y = gt, h = \frac{1}{2}gt^2$ 得

$$v_y = g\sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s},$$

$$\text{小球落地时的速度 } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{5^2 + 20^2} \text{ m/s} = 20.6 \text{ m/s}.$$

$$\text{速度与竖直方向上的夹角为 } \varphi, \text{ 则 } \tan\varphi = \frac{v_0}{v_y} = \frac{1}{4},$$

$$\text{水平位移 } s = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} = 10 \text{ m.}$$

点评 在此题中应用了物体做平抛运动时,可分解为在水平方向上物体做匀速直线运动和在竖直方向上做自由落体运动两种运动,这两种运动具有等时性和同时性,对于这样一个复杂的运动就可以转化为一些简单的运动来处理了.

例 2 如图 5-16 所示,以 $v_0 = 9.8 \text{ m/s}$ 的水平初速度抛出的物体飞行一段时间后,垂直地撞在倾角 $\varphi = 30^\circ$ 的斜面上,试求物体完成这段飞行的时间是多少?

解析 物体做的是平抛运动,当物体与斜面相碰时的速度与斜面是垂直的关系,这时可以将物体的运动看成一个是水平方向的匀速运动,一个是竖直方向上的自由落体运动,这时可以根据合速度的方向与水平速度求出竖直方向速度的大小,根据物体在竖直方向的运动速度求出物体的运动时间.

物体的初速度 $v_0 = 9.8 \text{ m/s}$,末速度 v 与水平方向的夹角为 60° , v_0, v_y, v 的关系

如图 5-17 所示,由图可知 $\frac{gt}{v_0} = \tan 60^\circ$, 所以 $t = \frac{v_0}{g} \tan 60^\circ = \frac{9.8}{9.8} \times \sqrt{3} \text{ s} = 1.7 \text{ s}$.

点评 此题灵活运用了做平抛运动时,可以将物体的运动看成是水平方向上的匀速直线运动和竖直方向上的自由落体运动,将合运动分解,使平行四边形原理得到灵活的运用,从而求出所要求的答案.

例 3 一固定的斜面 ABC , 倾角为 φ , 高为 h , 如图 5-18 所示, 在顶点 A 以某一初速度水平抛出一小球, 恰好落在 B 点, 空气阻力不计, 试求从抛出起经多长时间小球离斜面的距离最远?

解析 在斜面的顶端上做平抛运动的物体, 做平抛运动的过程中, 只有当物体运动的速度与斜面平行的时候离斜面的距离最远, 理解这一点就可以根据这一特点来进行处理问题.

解法 1 如图 5-19 所示, 小球的瞬时速度 v 与斜面平行时, 小球离斜面的距离最远. 设此点为 D , 由 A 到 D 时间为 t_1 , 则 $v_y = gt_1$,

$$\therefore v_y = v_0 \tan \varphi, \therefore t_1 = \frac{v_0}{g} \tan \varphi$$

$$\text{设小球由 } A \text{ 到 } B \text{ 的时间为 } t, \text{ 则 } h = \frac{1}{2} g t^2, \tan \varphi = \frac{h}{v_0 t},$$

$$\text{消去 } t \text{ 得 } v_0 \tan \varphi = \sqrt{\frac{gh}{2}}, \text{ 由上面的式子可得 } t_1 = \sqrt{\frac{h}{2g}}.$$

解法 2 沿斜面和垂直于斜面建立坐标系, 如图 5-20 所示, 分解 v_0 与加速度 g , 这样沿 y 轴方向的分运动是初速度为 v_y , 加速度为 g_y 的匀减速直线运动, 沿 x 轴方向的分运动是初速度为 v_x , 加速度为 g_x 的匀加速直线运动. 当 $v_y = 0$ 时, 小球离斜面最远, 经历的时间为 t_1 ; 当 $y = 0$ 时, 小球落到了 B 点, 经历的时间 t , 显然 $t = 2t_1$.

$$\text{在 } y \text{ 轴方向, 当 } y = 0 \text{ 时有 } v_0 \sin \varphi = \frac{1}{2} g t^2 \cos \varphi, t = \frac{2v_0 \tan \varphi}{g}.$$

$$\text{由平抛水平距离公式 } \frac{h}{\tan \varphi} = v_0 t \text{ 得 } t = \frac{h}{v_0 \tan \varphi}, \therefore t_1 = \frac{t}{2} = \sqrt{\frac{h}{2g}}.$$

$$\text{解法 3 在竖直方向上小球做的是自由落体运动, } h = \frac{1}{2} g t^2, t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

在垂直斜面方向上小球做的匀减速运动, 垂直斜面的速度减到零时离斜面最远, 历时 t_1 .

$$t_1 = \frac{t}{2} = \sqrt{\frac{h}{2g}}.$$

点评 在此题中根据平抛物体运动的情况和处理问题的方式不同, 采用不同分析方法, 但是处理所

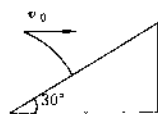


图 5-16

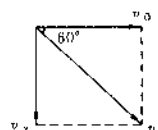


图 5-17

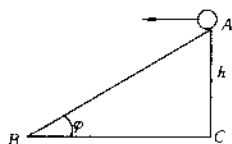


图 5-18

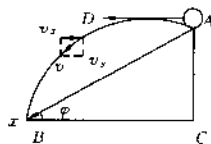


图 5-19

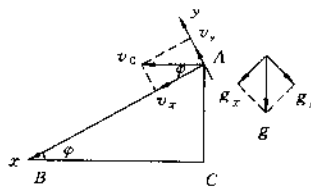


图 5-20

依据的原理是一样的。

综合能力训练

一、选择题

- 决定平抛运动物体飞行时间的因素是()。
 - 初速度
 - 抛出时的竖直高度
 - 抛出时的竖直高度和初速度
 - 以上均不对
- 一个物体从某一确定的高度以 v_0 初速度水平抛出,已知落地时的速度为 v_t ,那么它在空中运动的时间是()。
 - $(v_t - v_0)/g$
 - $(v_t - v_0)/2g$
 - $(v_t^2 - v_0^2)/2g$
 - $\sqrt{v_t^2 - v_0^2}/g$
- 平抛运动是()。
 - 匀速率曲线运动
 - 匀变速曲线运动
 - 加速度不断变化的曲线运动
 - 加速度恒为重力加速度的曲线运动
- 一飞机以 150 m/s 的速度在高空某一水平面做匀速直线飞行,相隔 1 s 先后从飞机上落下 M 、 N 两个物体,不计空气阻力,在运动过程中,它们所在空间的位置关系正确的是()。
 - M 在 N 之前 150 m
 - M 在 N 正下方,相距 4.9 m 不变
 - M 在 N 正下方,距离随时间增大而增大
 - N 在 M 之前 150 m
- 下列关于平抛运动的说法中正确的是()。
 - 平抛运动是非匀变速运动
 - 平抛运动是匀速运动
 - 平抛运动是匀变速运动
 - 平抛运动的物体落地时的速度可能是竖直向下的

二、填空题

- 倾角为 θ 的斜面长度为 l ,在其顶点水平抛出一只小球,小球刚好落在斜面的底端,那么小球的初速度 $v_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 物体从高处被水平抛出后,第 3 s 末的速度方向与水平方向成 45° ,那么平抛物体的初速度为 $\underline{\hspace{2cm}}$ m/s,第 4 s 末的速度为 $\underline{\hspace{2cm}}$ m/s。(设 4 s 末物体仍在空中)
- 从 $3H$ 高处水平抛出一个球,它落下第一个 H ,第二个 H 和第三个 H 的水平位移之比是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 在高塔上将一物体以 v_0 的初速度水平抛出,经 $\underline{\hspace{2cm}}$ s 后,它的水平速度和竖直速度相等, $\underline{\hspace{2cm}}$ s 后水平位移与竖直位移相等。

三、计算题

- 如图 5-21 所示,某人乘摩托车在水平道路上行驶,要在 A 处越过 $s=5$ m 的壕沟,沟对面比 A 处低 $h=1.25$ m,摩托车的速度至少要有多少?
- 一平抛物体抛出后经过 5 s 落地,它在第 5 s 内的水平位移和竖直下落的位移分别为 5 m 和 45 m,求:
 - 从抛出到落地时,抛体的水平位移和下落位移分别是多少?
 - 物体抛出时的初速度是多大?
 - 这一平抛物体运动的水平速度变化率和下落的速度变化率分别是多大? ($g=10 \text{ m/s}^2$)
- 如图 5-22 所示,飞机距离地面高 $h=500$ m,水平飞行速度为 $v_1=100$ m/s,追击一辆速度为 $v_2=20$ m/s,同向行驶的汽车,欲使投弹击中汽车,飞机应在距汽车多远处投弹?
- 如图 5-23 所示,一辆在水平公路上匀速行驶的汽车,突然做匀减速直线运动,车厢中后壁架子上的

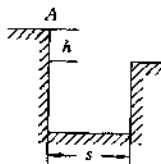


图 5-21

小物体 A 向前飞出落在车厢地板上, 架子距离车厢地板面高 1.25 m , 落地点距后壁架子边缘水平距离为 1 m , 则汽车做匀减速运动的加速度大小是多少? ($g=10\text{ m/s}^2$)

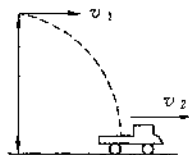


图 5-22

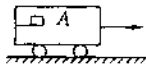


图 5-23

第四节 匀速圆周运动

重点难点

重点: 1. 理解线速度的定义, 知道它是物体做匀速圆周运动的瞬时速度, 理解角速度和周期的定义, 会用它们来进行计算.

2. 理解线速度、角速度、周期之间的关系.

3. 理解匀速圆周运动是变速运动.

难点: 线速度、角速度和周期之间的关系.

考点: 线速度、周期和角速度之间的关系.

典型例题解析

例 1 一物体沿半径为 40 m 的圆形轨道在水平面内做匀速圆周运动, 速度为 10 m/s , 在 A 点运动方向是正北, 经 $1/4$ 周期运动至 B 点, 在 B 运动方向是正东, 如图 5-24 所示, 求:

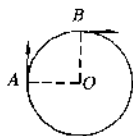


图 5-24

(1) 物体由 A 到 B 的过程中路程与位移的大小.

(2) 物体运动的周期和角速度的大小.

解析 在解答本题的时候, 主要是弄清楚路程、位移、速度、速率等概念的真实含义, 把矢量与标量分清楚.

(1) 在题中是以 A 为出发点, B 为目的地, 根据路程与位移的定义可知, 路程的大小为弧长 AB 的长度, 即 $d = \frac{1}{4} \times 2\pi r = 62.8\text{ m}$; 位移的大小即为 $\overline{AB}$, 其长度 $\overline{AB} = \sqrt{2}r = 56.6\text{ m}$.

(2) 周期 $T = \frac{2\pi r}{v} = 25.1\text{ s}$, 角速度 $\omega = \frac{v}{r} = 0.25\text{ rad/s}$.

点评 在解决此类问题, 主要是把握住定义, 弄清它们是矢量还是标量, 以及它们之间的关系.

例 2 如图 5-25 所示, 转轴 O_1 上固定两个半径分别为 R 和 r 的轮, 用皮带传动 O_1 轮, O_2 轮的半径是 r' , 若 O_1 轴每秒转 5 转, 且 $R=1\text{ m}$, $r=r'=0.5\text{ m}$, 则:

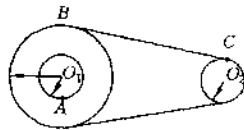


图 5-25

(1) 大轮转动的角速度是多少?

(2) 图中 A , C 两点的线速度分别是多少?

解析 O_1 轴转速 $n=5\text{ r/s}$, 即周期 $T=\frac{1}{5}\text{ s}=0.2\text{ s}$, 由 $\omega=2\pi/T$ 可知大轮的角速度 ω ; 由于 A 点角速度与大轮相同, 则 A 点的周期也为 T , 由 $v=\omega r$ 可知 A 点的线速度, 同理也可求出 B 点的线速度, 因为 B 与 C 用皮带传动, 故 $v_C=v_B$.

由 $\omega=2\pi/T$ 得 $\omega=2\pi/0.2=31.4\text{ rad/s}$.

由 $v=\omega r$ 得 A 点的线速度 $v_A=\omega R=31.4\text{ m/s}$.

B 点的线速度 $v_B = 2\pi R/T = 31.4 \text{ m/s}$.

因为 B 与 C 用皮带传动,故 $v_C = v_B = 31.4 \text{ m/s}$.

点评 此题的关键是抓住了皮带传动的时候两个线速度相等这一个隐含的条件,使得本题所要求的量变得明朗了.

例 3 北纬 45° 的某地,由于地球的自转,地球表面上的物体随地球做圆周运动的角速度和线速度各是多大?(取地球半径 $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$)

解析 地球自转一周,地球上各处的物体在 $T = 24 \text{ h}$ 内都转过了 $2\pi \text{ rad}$,各处的角速度都相等,根据公式 $\omega = 2\pi/T$ 即可计算出在不同纬度的地方随地球自转的角速度为 ω ,由于绕地轴转动的半径不同,在北纬 45° 处的转动半径 $R_0 = R\cos\theta$,在自转一周 $T = 24 \text{ h}$ 内转过的弧长 $s = 2\pi R_0 = 2\pi R\cos\theta$,根据线速度公式 $v = \frac{2\pi R\cos\theta}{T}$ 可求出 v .

根据题意,地球上各处随地球自转的角速度相等,所以 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{86400} \text{ rad/s} = 7.27 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$.

因为在北纬 45° 处的转动半径 $R_0 = R\cos\theta$,在自转一周 $T = 24 \text{ h}$ 内转过的弧长 $s = 2\pi R_0 = 2\pi R\cos\theta$,

所以其线速度 $v = \frac{2\pi R\cos\theta}{T} = 328.89 \text{ m/s}$.

点评 在此题中主要是要把握住在一个整体上做匀速转动物体的角速度是相同的,在不同的位置它的线速度的大小是不一定相同的.

例 4 如图 5-26 所示,直径为 d 的纸制圆筒,以角速度 ω 绕轴 O 匀速转动,子弹沿直径穿过圆筒,若子弹在圆筒转不到半圆时在圆筒上先后留下 a, b 两个弹孔,已知 aO, bO 夹角为 θ ,求子弹的速度.

解析 子弹从 a 点穿入圆筒到从 b 点穿出的时间内,圆筒转过的角度是 $\pi - \theta$,所以子弹穿过圆筒的时间为 $t = (\pi - \theta)/\omega$,在这段时间内子弹的位移等于圆筒的直径 d ,所以子弹的速度为 $v = d/t = \omega d/(\pi - \theta)$.

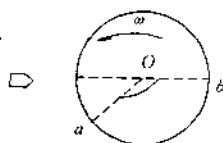


图 5-26

综合能力训练

一、选择题

- 做匀速圆周运动的物体,下列那些物理量是不变的().
A. 线速度 B. 速率 C. 角速度 D. 转速
- 两个质点 A, B 分别做匀速圆周运动,在相同时间内它们通过的路程之比 $s_A : s_B = 2 : 3$,转过的角度之比 $\theta_A : \theta_B = 3 : 2$,则下列说法中正确的是().
A. 它们的周期之比 $T_A : T_B = 2 : 3$ B. 它们的周期之比 $T_A : T_B = 3 : 2$
C. 它们的向心加速度之比 $a_A : a_B = 4 : 9$ D. 它们的向心加速度之比 $a_A : a_B = 1 : 1$
- 关于物体做匀速圆周运动,下列说法中正确的是().
A. 匀速圆周运动是匀速运动 B. 匀速圆周运动是匀加速运动
C. 匀速圆周运动是变加速运动 D. 做匀速圆周运动的物体处于平衡状态
- 质点做匀速圆周运动时,下列叙述中正确的是().
A. 线速度越大,周期一定越小 B. 角速度越大,周期一定越小
C. 转速越大,周期一定越大 D. 圆周半径越小,周期一定越小
- 两个小球固定在一长为 l 的杆的两端,并且绕杆上的 O 点做匀速圆周运动,如图 5-27 所示,当小球 A 的速度为 v_1 时,小球 B 的速度为 v_2 ,则转轴 O 到小球 B 的距离是().

- A. $\frac{lv_1}{v_1 + v_2}$ B. $\frac{lv_2}{v_1 + v_2}$
C. $\frac{l(v_1 + v_2)}{v_1}$ D. $\frac{l(v_1 + v_2)}{v_2}$

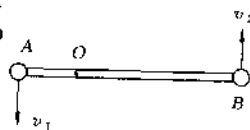


图 5-27

二、填空题

1. A, B 两质点分别做匀速圆周运动, 若在相等时间内, 它们通过的弧长之比 $s_A : s_B = 3 : 2$, 而通过的圆心角之比 $\theta_A : \theta_B = 2 : 3$, 则它们的周期之比 $T_A : T_B =$ _____, 角速度之比 $\omega_A : \omega_B =$ _____, 线速度之比 $v_A : v_B =$ _____.
2. 在地球表面上选取 A, B 两点, A 点位于北纬 60° 处, B 点位于赤道上, 则 A, B 两点角速度之比为 _____, 线速度之比为 _____, 周期之比为 _____.
3. 钟表上秒针的运动周期为 _____, 频率为 _____, 角速度为 _____.
4. 如图 5-28 所示的皮带传动装置中, 右边两轮粘在一起且同轴, 半径 $R_A = R_C = 2R_B$, 皮带不打滑, 则: (1) $v_A : v_B : v_C =$ _____, (2) $\omega_A : \omega_B : \omega_C =$ _____.
5. 如图 5-29 所示, B, C 两轮同轴, $R_A = R_C = r, R_B = R_D = 2r$, 若 A 轮的转速为 600 r/min , 则 B 轮边缘各点线速度为 _____, C 轮边缘各点的向心加速度大小为 _____, D 轮的角速度为 _____.

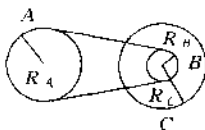


图 5-28

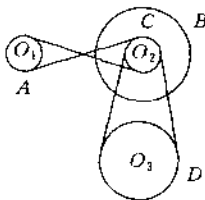


图 5-29

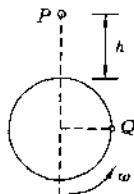


图 5-30

三、计算题

如图 5-30 所示, 小球 Q 在竖直平面内做匀速圆周运动, 当 Q 球转到图示位置时, 有另一小球 P 在距圆周最高点为 h 处开始自由下落, 要使两球在圆周最高点相碰, 则 Q 球的角速度 ω 应满足什么条件?

第五节 向心力 向心加速度

重点难点考点

重点: 1. 理解向心力和向心加速度的概念, 并知道向心力大小与哪些因素有关, 理解公式的确切含义, 并能用来进行计算.

2. 知道在变速圆周运动中, 可用公式计算出质点在圆周上某一点的向心力和向心加速度.

难点: 向心力和向心加速度的定义和真实含义.

考点: 用向心力和向心加速度的公式进行计算.

典型例题解析

例 1 如图 5-31 所示, 一圆盘可绕一通过圆心且垂直盘面的竖直轴转动, 在圆盘上放一块橡皮, 橡皮随圆盘一起转动, 则该橡皮受圆盘的摩擦力方向 ().

- A. 与橡皮的运动方向相反
- B. 与橡皮的运动方向相同
- C. 指向圆心
- D. 背离圆心

解析 正确答案为 C. 首先对橡皮进行受力分析, 橡皮受重力、支持力和摩擦力的作用. 重力和支持力在竖直方向等大反向, 二者合力为零, 不可能提供向心力, 水平方向的摩擦力必须提供向心力, 所以摩擦力方向指向圆心, 与运动方向垂直. 故在上面的选项中 C 是正确的.

点评 在这道题中, 人们总是感觉到橡皮在转盘上受到的摩擦力的方向与转盘的转动方向相反. 真正理解摩擦力的方向, 可以从摩擦力的定义上来进行, 这时的相对运动方向是相对于转盘的运动, 运动趋势是向外的, 因此, 摩擦力的方向是向里且指向圆心的.

例 2 用长为 l 的细绳拴住一质量为 m 的小球, 当小球在一水平面上做匀速圆周运动时, 如图 5-32

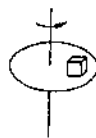


图 5-31