

网式教辅

国家级教育社，打造国家级教辅品牌
独创网式教辅

配人教版

丛书主编：周益新

本册主编：王建国

课堂三级讲练

KE TANG SAN JI JIANG LIAN

高一

学好一级考本科

学好二级进重点

学好三级上名牌

物理

(下)



中国出版集团 现代教育出版社

独创网式教辅

DUCHUANG WANGSHI JIAO FU

中国出版集团 现代教育出版社

部分参与编写单位·小学

北京实验二小 北京史家胡同小学 人大附小 北京大学附小 清华大学附小 北师大附小 黄冈实验小学 东北师大附小 山东师大附小 华南师大附小 哈师大附小 西南师大附小

部分参与编写单位·中学

北京四中 北京大学附中 清华大学附中 北师大实验中学 北师大二附中 北京八中 人大附中 湖南师大附中 黄冈中学 山东师大附中 江苏启东中学 东北师大附中 河北三河一中 广州二中 哈尔滨三中 西南师大附中 重庆南开中学 杭州四中

丛书主编 周益新先生



现代教育出版社是国家级出版机构，成立于2004年4月8日。它隶属于中国出版集团，是中国出版集团以出版教育类、少儿类图书为主的出版社。

作为国家级教育出版社，现代教育出版社将以“现代”的目的与手段、形式与内容，全新的教育和文化理念，推动着中国及世界教育文化的繁荣与发展，诠释着传统文化与当代文化的真谛与精髓，展示着出版者的主体地位与作用。

现代教育出版社共设有10个部门，其中有：教材中心、教辅中心、辞书工具书中心、学术理论中心、少儿图书中心、研发中心、管理中心、财务中心、人事（党务）办公室、发行中心。

现代教育出版社企业精神为：

“我们热爱文化，更热爱出版，为了国家，为了民族，为了事业，也为了我们自己，要竭诚忠诚，全力以赴。”



中国科协教育专家委员会学术委员、全国优秀地理教师、湖北省首批骨干教师、湖北省黄冈中学文科综合课题研究组组长、湖北省黄冈市地理教学研究会理事长。

从1982年至今一直在黄冈中学任教，所带班级高考成绩特别优异。近几年，潜心研究素质教育，创新教育与学生潜能开发的方法和途径以及“3+X”高考改革模式下文综综合教学方法，在《光明日报》《中国教育报》等国家级报刊发表教研论文数十篇，其中在《中国教育报》发表的专论《走出“3+X”误区》和《近三年来文科综合能力测试命题思路的探讨》两篇文章被数百家媒体转载。各级教育行政部门邀请其作过多场文科综合专题研究报告。为全国部分省市教育行政部门命大型考试文科综合试题，试题的各项指标均达到理想水平。从1984年起，长期坚持组织学生开展地理野外综合考察等研究性学习活动，指导学生撰写的研究性学习小论文多次获湖北省科协、湖北省教研室一等奖。在2002年国家教育部基础教育司和《中国教育报》联合举办的“素质教育案例”评选活动中获奖。策划并主编《教材精析精练》《黄冈兵法》《龙门新教案》《超级讲解》等多部全国优秀系列图书。

前言

先说网式教辅 这里所使用的“网式”，既是指教与学知识“一网打尽，所剩无余”的意思，又是指一旦拥有此书，无需再买同类的其他教辅图书。本书通过独特的教学方法在学生的头脑中建立起知识“网络结构”，形成培养学生能力的“网式教学模式”。学生如果真正掌握了本书的全部内容，在自己头脑中建立起网式的知识结构，便可以从容应付各种考试。

再说三级讲练 三级讲练是指由浅入深，层层建立知识网络结构；由低到高培养学生综合能力；由表及里全面开发学生潜能的课堂讲解和及时训练的教学模式。

一级讲练 突出全面透彻地解读教材，扎扎实实地将一个个知识点融化在学生的脑海里。

二级讲练 强调运用新知识和以前学过的知识，从知识的角度进行整合与拓展，从思维的角度培养学生综合能力。

三级讲练 侧重对知识的课外延伸、拓展与探究，突出特色、动态、鲜活、生成和依情而设的综合实践探究活动的案例分析，使学生在掌握基础知识及知识综合运用后，进入更高层次的学习与探究阶段。

这套丛书具有以下突出特点：

权威——丛书在国家级教育出版社——现代教育出版社的组织下，在全国著名教育专家、教材专家、教辅专家的主持下，在全国最知名的首批新课标改革试验区特高级教师的精心撰写下，打造出一套代表新课标全新理念的国家级教辅图书。

独特——丛书形成了完整的知识整合与拓展的网络结构，该结构挖掘和展示了知识由基础内容向多层面的延伸、迁移，并运用独到的三级讲练形式“点对点应新颖的例题和习题，题题提示解题的技巧和规律”，引导学生在新课标课题探究过程中开发潜能，层层升级的网式模式，实属国内独家首创。

全面——知识点分布全面，适用对象全面，从详细解读教材到综合运用知识，以培养综合能力，再到课外拓广探究，培养创造性思维能力，一网打尽，适用不同群体的学生带进课堂听课，归纳、整理课堂笔记、自测自评，全方位配套使用。

科学——从“网式”教学是新课标教学体系客观存在的基础上设置体例；从剖析教材知识点、重点、难点角度，及建立点、线、面知识体系的需要上精编例题；从培养学生思维的技巧角度上原创新题、活题，并强调对主干知识的融会贯通，突出学生学习能力的提高和方法途径上的突破。

实用——复杂的网状知识结构用简明的三级讲练突破，教学的重点、难点用典型的例题化解，深奥的思维的技巧用新颖的习题去引导，一讲一练，层层对应。16开课堂讲练与8开单元测试卷既能同时订购，也可以单独订购。每道题有详细的解题思路点拨，方便老师检测学生学习程度和批阅，方便家长督促自己子女完成当天的课堂作业和课外作业，方便学生在学校组织考试之前有针对性地检测自己的学习效果。

网式教辅之《课堂三级讲练》尽管是作者几十年长期教学实践和潜心研究的心得和成果，但仍需精益求精，为此，恳请专家、读者指正。

《课堂三级讲练》丛书编委会

目 录

2

第五章 曲线运动

一、曲线运动	1
二、运动的合成和分解	4
三、平抛物体的运动	7
四、匀速圆周运动	11
五、向心力 向心加速度	15
六、匀速圆周运动的实例分析	19
七、离心现象及其应用	23
实验五 研究平抛物体的运动	27
第五章 测评卷	30

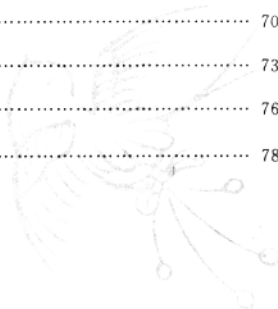
第六章 万有引力定律

一、行星的运动	32
二、万有引力定律	35
三、引力常量的测定	38
四、万有引力定律在天文学上的应用	41
五、人造卫星 宇宙速度	44
第六章 测评卷	48

第七章 机械能

一、功	50
二、功率	54
三、功和能	58
四、动能 动能定理	58
五、重力势能	63
六、机械能守恒定律	67
七、机械能守恒定律的应用	70
实验六 验证机械能守恒定律	73
第七章 测评卷	76

答案及点拨	78
-------------	----



第五章 曲线运动



曲线运动



一级讲练·教材解读



课堂讲解

● 知识点1 曲线运动 曲线运动的速度方向

(1)运动轨迹是曲线的运动叫做曲线运动。多数物体的运动都是曲线运动,如宇宙空间中天体的运动;地面上水平抛出的石块;原子内电子的运动等等。有一些物体,在某段时间内的运动可看成直线,但长时间观察就会看到是曲线运动,如火车的运动、汽车的运动等等。

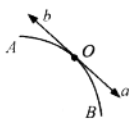


图 5-1-1

(2)曲线运动中质点在某一点(或某一时刻)的瞬时速度方向是曲线在这一点处的切线方向。

曲线的切线方向和物体的走向有关。如图 5-1-1 所示,若物体从 A 运动到 B,经过 O 时,则 Oa 为切线方向。若物体从 B 运动到 A 经过 O 时,则 Ob 为切线方向。

易错点提示:

曲线运动的轨迹不表示质点的运动方向。轨迹是质点在各个时刻的位置的连线,它是没有方向的。而质点在任意位置时的运动方向(即速度方向)是通过轨迹上这一点的切线来确定的。通常沿着轨迹所画的箭头,表示质点运动的走向,以便确定质点在各个位置时的速度方向。

【例 1】小孩用细绳水平拖着一玩具在光滑水平面上沿曲线运动,有人说:“玩具在这段轨迹中的任何一点所受绳子的拉力方向都是和这一曲线相切。”对吗?试说明理由。

名师导引:玩具做的是曲线运动,其速度方向和受力方向根据曲线运动的特征来判定。

解答:不对。因为玩具做的是曲线运动,其速度方向沿着切线方向,而合外力的方向和速度方向肯定成一夹角,所以其方向肯定不是曲线的切线方向。

点评:分析这类问题时,要抓住:(1)速度方向在曲线的切线方向上;(2)合外力方向和速度方向成一定的夹角。

● 知识点2 物体做曲线运动的条件

当物体受到的合外力与速度的夹角为锐角时,物体运动的速率将增大;当物体受到的合外力与速度的夹角为钝角时,物体运动的速率将减小。

【例 2】一物体在三个共点力作用下做匀速直线运动,若突然撤去其中一个力,其余两力不变,此物体可能做()

- A. 匀加速直线运动
- B. 匀减速直线运动
- C. 曲线运动
- D. 继续做匀速直线运动

名师导引:一个物体在三个共点力的作用下做匀速直线运动,这三个力的合力一定为零,撤去其中一个力后,另两个力的合力与撤去的力大小相等、方向相反,一定是个恒力。若这个恒力方向与原运动方向一致,物体做匀加速直线运动;若这个恒力方向与原运动方向相反,则物体做匀减速直线运动;若这个恒力方向与原运动方向成一定夹角($0 < \theta < \pi$),物体做曲线运动。撤去一个力后,物体所受合力不为零,物体不可能做匀速直线运动,选项 A、B、C 正确。

解答:A、B、C

方法技巧:原处于平衡状态下的物体,撤去其中一个力后,物体所受合力与撤去的这个力大小相等、方向相反,用撤去一个力后物体所受合力与原运动方向间的夹角关系,可以判断撤力后物体可能出现的运动状态。

● 知识点3 曲线运动的性质

速度是矢量,速度的变化不仅指速度大小的变化,也包括速度方向的变化,曲线运动物体的速度(即轨迹上各点的切线方向)时刻在发生变化,所以曲线运动是一种变速运动。

【例 3】物体做曲线运动时()

- A. 其速度方向一定发生变化
- B. 其加速度一定不为零
- C. 其加速度方向一定发生变化
- D. 其加速度大小一定发生变化

名师导引:(1)物体做曲线运动时其轨迹是曲线,因物体在某一点的速度方向在这一点切线上,而曲线的切线是变化的,可知物体速度的方向也是变化的,所以曲线运动一定是变速运动。因此做曲线运动的物体加速度一定不为零,所受的合外力一定不为零,且与速度方向不在同一直线上。

(2)加速度的情况如何,要看物体受到的合外力,如果合外力恒定,物体做匀变速曲线运动(如平抛运动),如果合外力大小恒定方向变化,其加速度也是大小恒定方向变化(如匀速圆周运动),如果合外力大小、方向都发生变化,加速度也都发生相应的变化(如物体沿圆弧做往复运动),不难判断,本例正确选项为 A、B

解答:A、B



课后练习

- 关于曲线运动,下列判断正确的是 ()
 - 曲线运动的速度大小可能不变
 - 曲线运动的速度方向可能不变
 - 曲线运动一定是变速运动
 - 曲线运动可能是匀变速运动
- 关于曲线运动的条件,以下说法中正确的是 ()
 - 物体受变力作用才可能做曲线运动
 - 物体受恒力作用也可能做曲线运动

- 物体所受合力为零不可能做曲线运动
 - 物体只要受到合外力就一定做曲线运动
- 关于做曲线运动的物体,下列说法正确的是 ()
 - 它所受的合力一定不为零
 - 有可能处于平衡状态
 - 速度方向一定时刻改变
 - 受到的合外力有可能与速度方向在同一条直线上
 - 下列说法中正确的是 ()
 - 物体在恒力作用下不可能做曲线运动
 - 物体在变力作用下一定做曲线运动
 - 物体在恒力或变力作用下都可能做曲线运动
 - 做曲线运动的物体,其速度方向与加速度方向一定不在同一直线上
 - 运动物体受的合外力为零时,物体做_____运动。如果合外力不为零,它的方向与物体速度方向在同一直线上,物体就做_____运动;如果不在同一直线上,物体就做_____运动。



二级讲练·综合运用



课堂讲解

【例题】一航天探测器完成对月球的探测任务后,在离开月球的过程中,由静止开始沿着与月球表面成一倾斜角的直线飞行,先加速运动,再匀速运动,探测器通过喷气而获得推动力,以下关于喷气方向的描述中正确的是 ()

- 探测器加速运动时,沿直线向后喷气
- 探测器加速运动时,竖直向下喷气
- 探测器匀速运动时,竖直向下喷气
- 探测器匀速运动时,不需要喷气

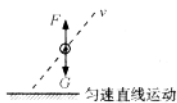
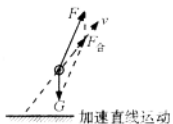


图 5-1-2

名师导引:如图 5-1-2 所示,探测器受的合力沿运动方向才能做加速直线运动,受平衡力时才做匀速直线运动。

解答:C



课后练习

- 下列说法中正确的是 ()
 - 做曲线运动物体的速度方向必定变化
 - 速度变化的运动必定是曲线运动
 - 加速度恒定的运动不可能是曲线运动

- 加速度变化的运动必定是曲线运动
- 物体做曲线运动的条件为 ()
 - 物体运动的初速度不为零
 - 物体所受的合外力为变力
 - 物体所受的合外力的方向与速度的方向不在同一条直线上
 - 物体所受的合外力的方向与加速度的方向不在同一条直线上
 - 做曲线运动的物体,在其轨迹上某一点的加速度方向 ()
 - 为通过该点的曲线的切线方向
 - 与物体在这一点时所受合外力方向垂直
 - 与物体在这一点速度方向一致
 - 与物体在这一点速度方向的夹角一定不为零
 - 做曲线运动的物体,在其运动过程中一定变化的物理量是 ()
 - 速率
 - 速度
 - 加速度
 - 合外力
 - 某物体在足够大的光滑平面上向东运动,当它受到一个向南的恒定外力作用时,物体的运动将是 ()
 - 曲线运动,但加速度大小、方向不变,是匀变速曲线运动
 - 直线运动,且是匀变速运动
 - 曲线运动,仅加速度方向改变,大小不变,是非匀变速曲线运动
 - 曲线运动,加速度大小、方向均改变,是非匀变速直线运动

三级讲练·拓广探索



课堂讲解

【例题】一物体由静止开始下落一段时间后突然受一恒定水平风力的影响,但若着地前一段时间风突然停止,则其运动轨迹的情况可能是图 5-1-3 的哪一个?

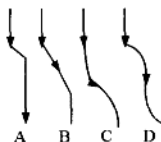


图 5-1-3

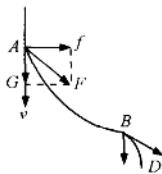


图 5-1-4

名师导引:开始下落一段时间,小球有竖直向下的速度 v ,此时水平风力与重力合力为 F , F 与 v 成一夹角,物体开始做匀变速曲线运动,假设风力水平向右,将出现如图 5-1-4 所示的曲线 AB 段;若风力向左,将出现如图 5-1-5 所示的曲线 AC 段.假设上面两种情况下的 B 点或 C 点开始风力突然停止,物体在重力作用下,分别沿曲线 BD 或 CE 段运动,并且 D 、 E 两点速度不可能沿竖直向下方向,因为 BD 与 CE 段的水平分速度始终没有变化,落到地面时合速度必与地面成一夹角,根据以上分析可知只有 C 正确.

解答:C

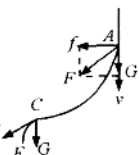


图 5-1-5



课后练习

1. 一个物体在光滑水平面上以初速度 v_0 做曲线运动,已知在此过程中只受一个恒力的作用,运动轨迹如图 5-1-6 所示.则由 M 到 N 的过程中,速度大小的变化为 ()
 - A. 逐渐增大
 - B. 逐渐减小
 - C. 先增大后减小
 - D. 先减小后增大

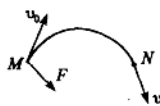


图 5-1-6

2. 一个质点在恒力 F 的作用下,由 O 点运动到 A 的轨迹如图 5-1-7 所示,在 A 点时速度的方向与 x 轴平行,则恒力 F 的方向可能沿 ()

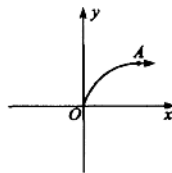


图 5-1-7

- A. $+x$ 轴
- B. $-x$ 轴
- C. $+y$ 轴
- D. $-y$ 轴



运动的合成和分解



一级讲练·教材解读

课堂讲解

● 知识点 1 合运动和分运动的关系 运动合成和分解的运算法则

(1) 关系

- ① 等时性: 合运动和分运动经历的时间相等。
- ② 独立性: 一个物体同时参与了几个分运动, 各分运动独立进行, 不受其它分运动影响。
- ③ 等效性: 各分运动的规律叠加起来与合运动规律有完全相同的效果。

(2) 运算法则

运动的合成与分解是指描述运动的各物理量即位移、速度、加速度的合成与分解。由于它们都是矢量, 所以都遵从平行四边形定则。

① 两分运动在同一直线上时, 同向相加, 反向相减。

例如, 竖直抛体运动可看成是竖直方向的匀速运动 ($v_0 t$) 和自由落体运动 ($\frac{1}{2} g t^2$) 的合成。

② 不在同一直线上时, 按照平行四边形定则进行合成, 如图 5-2-1 所示。

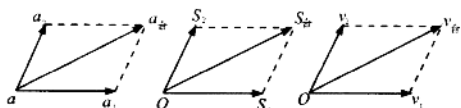


图 5-2-1

③ 运动的分解: 是运动合成的逆过程。

分解原则: 根据运动的实际效果分解或正交分解。

【例题】 如图 5-2-2 所示, 在不计滑轮摩擦和绳子质量的条件下, 当小车匀速向右运动时, 物体 A 的受力情况是 ()

- A. 绳的拉力大于 A 的重力
- B. 绳的拉力等于 A 的重力
- C. 绳的拉力小于 A 的重力
- D. 拉力先大于重力, 后变为小于重力

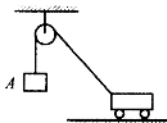


图 5-2-2

名师导引: 先分析小车向右匀速运动时, 物体 A 如何运动。

解法一: 车水平向右的速度 (也就是绳子末端的运动速度) 为合速度, 它的两个分速度 v_1 、 v_2 , 如图 5-2-3 所示, 其中 v_1 就是拉动绳子的速度, 它等于 A 上升的速度。

由图得, $v_A = v_1 = v \cos \theta$

小车匀速向右运动过程中, θ 逐渐变小, 知 v_A 逐渐增大, 故 A 做加速运动, 由 A 的受力及牛顿第二定律知绳的拉力大于 A 的重力。故选 A。

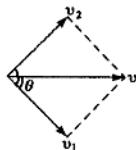


图 5-2-3

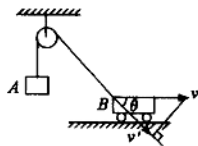


图 5-2-4

解法二: 因绳不可伸长, 故绳子上各点沿绳方向的速度相同。如图 5-2-4 所示, 设车运动到某点时 v 与水平方向的夹角为 θ , B 点沿绳方向的速度, 就是 A 上升的速度, 即 $v' = v_A = v \cos \theta$ 。

小车匀速向右运动, θ 逐渐减小, $\cos \theta$ 增大, 故 v_A 增大, A 做加速运动, 绳的拉力大于 A 的重力。故选 A。

解答: A

易错点提示:

在一个具体的问题中, 判断哪个是合运动、哪个是分运动的依据是物体的实际运动是哪个, 哪个运动就叫做合运动, 其速度称为合速度, 被分解的应是合速度。

课后练习

1. 关于两个运动的合成, 下列说法中正确的是 ()
 - A. 两个直线运动的合运动一定是直线运动
 - B. 两个成直角的匀速直线运动的合运动一定是匀速直线运动
 - C. 两个直线运动的合运动可能是直线运动
 - D. 两个分运动的时间, 一定与它们合运动的时间相等
2. 地铁站的自动扶梯在 t_1 min 内可以把一个静止在扶梯上的人送上地面, 如果自动扶梯不动, 这个人沿扶梯走上地面需要 t_2 min。那么, 这个人沿着开动的自动扶梯走上地面需要的时间 t 为 ()
 - A. $\frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}$ min
 - B. $\sqrt{t_1 t_2}$ min
 - C. $\frac{t_1 + t_2}{t_1 t_2}$ min
 - D. $\frac{t_1^2 + t_2^2}{t_1 + t_2}$ min
3. 匀速上升的气球中, 有人水平向右抛出一物, 取竖直向上为 y 轴正方向, 水平向右为 x 轴正方向, 则地面上的

人看到的物体运动轨迹是图 5-2-5 中的 ()

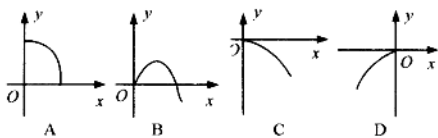


图 5-2-5

4. 下列关于运动分解的说法中正确的是 ()

- A. 初速度不为零的匀变速直线运动, 可以分解成一个匀速直线运动与一个初速为零的匀加速直线运动。
 B. 一个在平面上的曲线运动可以分解成两个直线运动
 C. 沿斜面向上的运动可以分解为一个水平方向的运动和一个竖直向上的运动
 D. 可以将斜向下速度为 9m/s 的运动分解成两个速度分别为 3m/s 和 5m/s 的匀速运动

二级讲练 · 综合运用

课堂讲解

【例 1】 关于互成角度的两个初速度不为零的匀变速直线运动的合运动, 下列说法正确的是 ()

- A. 一定是直线运动
 B. 一定是曲线运动
 C. 可能是直线运动, 也可能是曲线运动
 D. 以上都不对

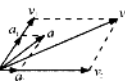


图 5-2-6

名师导引: 两个运动的初速度合成、加速度合成如图 5-2-6 所示, 当合加速度 a 和合速度 v 重合时, 物体将做匀加速直线运动, 当合加速度 a 和合速度 v 不重合时, 物体做匀加速曲线运动, 由于题目没有给出两个运动的加速度和初速度的具体数值, 不能具体确定, 所以上两种情况都有可能出现。

解答: C

【例 2】 一条宽为 L 的河, 水流速度为 v_1 , 船在静水中的速度为 v_2 , 那么

- (1) 怎样渡河时间最短? 最短时间多少?
 (2) 若 $v_1 < v_2$, 怎样渡河位移最小?
 (3) 若 $v_1 > v_2$, 怎样渡河船漂下的距离最短?

名师导引: (1) 5-2-7(甲) 所示, 设船头斜向上游与河岸成 θ 角, 这时船速在 y 方向的速度分量为 $v_y = v_2 \sin\theta$, 渡河所需时间为: $t = \frac{L}{v_2 \sin\theta}$

可以看出: 在 L, v_2 一定时, t 随 $\sin\theta$ 的增大而减小; 当 $\theta = 90^\circ$ 时, $\sin\theta = 1$ (最大), 所以, 船头与河岸垂直时, 渡河时间最短, 且为: $t_{\min} = \frac{L}{v_2}$

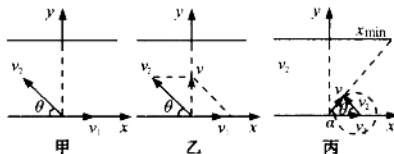


图 5-2-7

(2) 如图 5-2-7(乙) 所示, 渡河的最小位移为河的宽度, 为了使船渡河的位移等于 L , 必须使船的合速度 v 的

方向与河岸垂直, 即船沿河岸方向的速度分量 $v_x = 0$, 这时船头应指向河的上游, 并与岸成一定的角度 θ , 则有:

$$\cos\theta = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\text{所以 } \theta = \arccos\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$$

因为 $0 \leq \cos\theta \leq 1$, 所以只有在 $v_1 < v_2$ 时, 船才有可能垂直河岸渡河。

(3) 如果水流速度 v_1 大于船在静水中的速度 v_2 时, 则不论船方向如何, 总被水流冲向下游。怎样才能使漂下的距离最短呢? 如图 5-2-7(丙) 所示, 设船头 (v_2) 与河岸成 θ 角, 合速度 v 与河岸成 α 角。可以看出: α 角越大, 船漂下的距离 x 越短, 那么, 在什么条件下 α 角最大呢? 以 v_1 的矢尖为圆心, 以 v_2 的大小为半径画圆, 当 v 与圆相切时, α 角最大。根据 $\cos\theta = \frac{v_2}{v_1}$, 所以船头与河岸的夹角应

为: $\theta = \arccos\left(\frac{v_2}{v_1}\right)$

船漂下的最短距离为:

$$x_{\min} = v_1 \cdot t = (v_1 - v_2 \cos\theta) \frac{L}{v_2 \sin\theta}$$

点评: 本题考查运动的合成和分解在“渡河”问题中的应用。

实际的运动方向为合运动的方向, 合运动由水流与船自身运动合成而得, v_1, v_2, v 组成三角形, 故灵活运用三角形法则对解决运动合成与分解的问题很重要。

课后练习

1. 某人骑自行车以 8m/s 的速度在大风中向东行驶, 他感到风相对于车以 6m/s 的速度从北方吹来, 实际上风的速度是 ()
 A. 10m/s , 方向为南偏西 B. 10m/s , 方向为东偏南
 C. 14m/s , 方向为正北 D. 10m/s , 方向为正南
2. 在急速行驶的汽车上, 射击路边的目标, 瞄准方向应直接对准目标还是应该偏离目标一些? 应向哪一边? 作图并说明理由。

3. 如图 5-2-8 所示,用细绳跨过定滑轮拉水平面上的物体,某时刻拉绳的速度为 v_1 ,物体在水平面上运动的速度为 v_2 ,此时拉物体的绳与水平面的夹角为 α ,则 v_1 与 v_2 的关系为 _____.

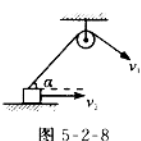


图 5-2-8

4. 如图 5-2-9 所示,小船从 A 点出发,横渡一条河.如果船头沿 AB 方向,则 10min 到达 C 点;如果船头沿 AD 方向,则 12.5min 到达 B 点,已知 $BC = 120\text{m}$,求:

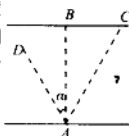


图 5-2-9

- (1) 河的宽度 AB;
- (2) 水的流速 v_0 ;
- (3) 船在静水中的划行速度 v_1 .

三级讲练·拓广探索

课堂讲解

【例题】 如图 5-2-10 所示,在河岸上利用定滑轮拉绳使小船靠岸,拉绳速度为 v_0 ,当船头的绳索与水平面夹角为 θ 时,船的速度是多少?若是匀速拉绳的,那么小船的运动状态如何?是加速、减速还是匀速?

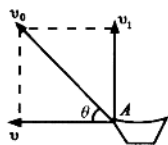


图 5-2-10

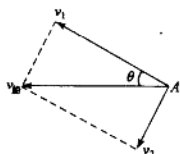


图 5-2-11

示错:因 v 是 v_0 的分速度故画成如图 5-2-10 所示的速度分解图.船的速度是 $v = v_0 \cos\theta$, θ 角增大, $\cos\theta$ 减小,所以小船应做减速运动.

辨错:不管是力的分解还是速度的分解,都必须依据它的实际效果进行,若把拉绳的速度分解为水平方向和竖直向上的分运动,就没有实际意义了,因为实际上并不存在竖直方向的分运动,在这里船的实际运动是水平方向的运动,其产生的效果可以以 A 点为例说明,一是 A 点沿绳的运动,二是 A 点绕 O 点的转动,故船的实际速度 $v_{船}$ 应分解为沿绳方向的分速度 v_1 和垂直于绳方向的分速度 v_2 ,如图 5-2-11 所示,而 $v_1 = v_0$.

名师导引:如图 5-2-11 所示,据平均四边形定则可
知, $v_{船} = \frac{v_0}{\cos\theta}$, θ 增大 \cos 减小, $\therefore v_{船}$ 增大.

故匀速拉绳的过程中,船应加速靠岸.

点评:解答本题的关键是分清哪个是合运动,哪个是分运动,然后将速度分解.分解速度时一定要按实际效果进行.

课后练习

1. 玻璃生产线上,宽 9m 的成型玻璃板以 2m/s 的速度连续不断地向前行进,在切割工序处,金刚钻割刀的速度为 10m/s.为了使割下的玻璃板都成规定尺寸的矩形,金刚钻割刀的轨道应如何控制?切割一次的时间是多长?

2. 有一项趣味竞赛:从光滑的水平桌面的角 A 处向角 B 处发射一乒乓球,要求参赛者在角 B 处用细管吹气,将乒乓球吹进角 C 处的圆圈中,赵、钱、孙、李四位参赛者的吹气方向如图 5-2-12 所示.其中有可能吹气成功的参赛者是 _____.

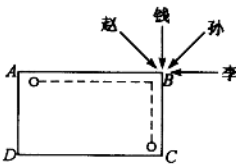


图 5-2-12

- ()
- A. 赵
 - B. 钱
 - C. 孙
 - D. 李



平抛物体的运动



一级讲练·教材解读



课堂讲解

● 知识点 1 平抛物体的运动

(1)定义:水平抛出的物体只在重力作用下的运动。

(2)性质:是加速度为重力加速度 g 的匀变速曲线运动,轨迹是抛物线。

(3)平抛运动的分解

研究平抛物体的运动一般是将其分解为水平方向和竖直方向的两个分运动。由于水平方向物体不受外力,只是初速,所以水平方向的分运动是匀速直线运动;竖直方向物体只受重力,竖直方向的分运动是自由落体运动。

↳ 关键点提示:

利用运动的合成与分解的知识解决平抛运动的问题,应注意独立地分析水平方向和竖直方向两个分运动(即注意运动的独立性)。

【例 1】从同一高度以不同的速度水平抛出两个质量不同的石子,下列说法正确的是 ()

- A. 初速度大的先落地
B. 质量大的先落地
C. 两个石子同时落地
D. 无法判断

名师导引:依据 $x = v_0 t, h = \frac{1}{2} g t^2$ 判断,重力加速度的大小与质量无关,在地球表面附近可近似认为是常量,因此飞行时间由飞行高度惟一决定,重力加速度与质量无关,B 错。水平方向为匀速直线运动,竖直方向为自由落体运动,下落时间与水平速度无关,C 对、A、D 错。

解答:C

● 知识点 2 平抛运动的规律

(1)任一时刻物体的位置(物体抛出后 t 秒末的位置),如图 5-3-1 甲所示,以水平方向为 x 方向,竖直方向为 y 方向,建立坐标系,坐标系的原点就是物体的抛出点。抛出后 t s 物体的水平位移和竖直位移用下列关系进行计算。

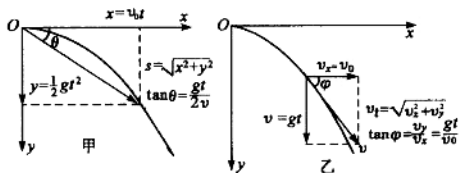


图 5-3-1

水平位移: $x = v_0 t$

竖直位移: $y = \frac{1}{2} g t^2$

合位移: $s = \sqrt{x^2 + y^2}$

$$= \sqrt{(v_0 t)^2 + \left(\frac{1}{2} g t^2\right)^2}$$

若合位移和水平方向之间的夹角为 θ , 则

$$\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{g t}{2 v_0}$$

(2)任一时刻的速度(物体抛出后 t 秒末的速度),如图 5-3-1 乙所示。

水平方向: $v_x = v_0$

竖直方向: $v_y = g t$

合速度的大小为: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (g t)^2}$

设速度和水平方向的角度为 φ , 则

$$\tan \varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{g t}{v_0}$$

↳ 易混点提示:

在平抛运动中,运动到某一时刻时,速度方向偏离原来的角度为 θ , 而该点的位移方向偏离水平方向的夹角为 α , 有的同学错误认为 α 与 θ 相等, 易混淆。

(3)轨迹方程

将位移参数方程中的 t 消掉, 就得到了 x 与 y 之间的

函数关系 $y = \frac{g}{2 v_0^2} x^2$, 该关系式是一个抛物线方程。

(4)平抛运动物体的飞行时间

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}, t = \frac{x}{v_0}, t = \frac{v_y}{g}$$

提醒 在具体问题中, 究竟选择哪一个公式来进行计算, 完全看问题所给的条件, 做平抛运动的物体的飞行时间取决于抛射点的高度, 而与初速度的大小无关。

(5)平抛运动物体的水平射程

$$x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

提醒 平抛运动的水平射程由水平初速度和竖直高度共同决定。

↳ 易错点提示:

(1)不看清题目所给条件, 只要物体有水平初速度, 就按平抛运动处理, 忽视平抛运动的力学特征: 物体有水平初速度且只受重力作用的运动才为平抛运动。若物体除受重力作用外还受其他力作用, 则此运动不是平抛运动, 不能应用平抛运动规律。如物体以水平速度 v_0 抛出, 在运动

过程中空气阻力不能忽略,则此运动不是平抛运动。

(2)平抛运动中 $y = \frac{1}{2}gt^2$, $v_y = gt$ 等公式中的 t 是从抛出点计时的,若 t 不是从抛出点计时的时间,则不能使用上述公式,应另想办法再去计算。

(3)不能正确认识平抛运动的性质,有些同学总是不能理解平抛运动是匀变速曲线运动,认为曲线运动必为变加速运动,直线运动才能有匀变速运动,判断是否为匀变速运动的依据不是看物体运动的轨迹,而是考查加速度是否恒定,若加速度不恒定(大小变化,方向不变;大小不变,方向改变或大小方向同时变化)则为变加速运动。

【例2】汽车以 1.6m/s 的速度在水平地面上匀速行驶,汽车后壁货架边上放一书包,货架高 1.8m ,汽车突然刹车,刹车的加速度大小是 4m/s^2 ,使得书包从架上落下,忽略书包与架子间的摩擦与空气阻力, g 取 10m/s^2 ,求书包落在车上距车后壁的距离。

名师导引:开始书包与汽车一起做匀速运动,当汽车突然刹车,做匀减速直线运动时,书包将做平抛运动,书包落地前汽车是否停止需要判断。

书包做平抛运动下落的时间为 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.8}{10}}\text{s} = 0.6\text{s}$

水平位移为 $s_{\text{包}} = v_0 t = 1.6 \times 0.6\text{m} = 0.96\text{m}$

汽车做匀减速运动的时间为 $t' = \frac{v_0}{a} = \frac{1.6}{4}\text{s} = 0.4\text{s}$

在这段时间内汽车的位移为 $s_{\text{车}} = v_0 t' - \frac{1}{2}at'^2 = (1.6 \times 0.4 - \frac{1}{2} \times 4 \times 0.4^2)\text{m} = 0.32\text{m}$

书包与车后壁的距离为

$\Delta s = s_{\text{包}} - s_{\text{车}} = (0.96 - 0.32)\text{m} = 0.64\text{m}$

课后练习

- 对于平抛运动,下列说法中正确的是 ()
 - 飞行时间由初速度和高度决定
 - 水平射程由初速度和高度决定
 - 速度和加速度都时刻在变化
 - 平抛运动是匀变速曲线运动
- 关于平抛运动,下列说法中正确的是 ()
 - 任意两段时间内速度变化量的方向相同
 - 任意相等时间的速度变化量相等
 - 是由水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动合成的
 - 运动时间越长,落地时速度方向与竖直方向的夹角越大
- 一个物体以初速度 v_0 水平抛出,经过一段时间其竖直方向速度大小是 v_0 ,那么物体运动时间为 ()
 - $\frac{v_0}{g}$
 - $\frac{2v_0}{g}$
 - $\frac{3v_0}{2g}$
 - $\frac{\sqrt{2}v_0}{g}$
- 将一小球以 20m/s 的初速度水平抛出,经 2s 落到地面上,如果取 $g = 10\text{m/s}^2$,那么,小球的位移大小为 m ,它落地时的速度大小是 m/s ,其方向与初速度方向间的夹角为 。
- 一架飞机在不高的空中水平匀速飞行,从飞机上每隔 1s 投掷一枚炸弹,先后共释放了 4 枚,若不计空气阻力,则 4 枚炸弹在空中和落地点的情况是 ()
 - 任何时刻总排成抛物线,落地点等间距
 - 任何时刻总排成抛物线,落地点不等间距
 - 任何时刻总在飞机正下方排成竖直线,落地点等间距
 - 任何时刻总在飞机正下方排成竖直线,落地点不等间距



二级讲练·综合运用

课堂讲解

【例1】如图 5-3-2 所示, AB 为斜面,倾角为 30° ,小球从 A 点以初速度 v_0 水平抛出,恰好落在 B 点,求:

- AB 间的距离;
- 物体在空中飞行的时间;
- 从抛出开始经多长时间小球与斜面间的距离最大?

名师导引:小球做平抛运动,在水平方向是匀速直线运动,在竖直方向上是自由落体运动,有

$$x = v_0 t, y = \frac{gt^2}{2}$$

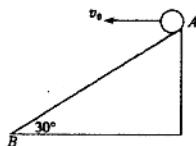


图 5-3-2

小球由 A 点抛出,落在 B 点,故有 $\tan 30^\circ = \frac{y}{x} = \frac{gt}{2v_0}$

$$t = \frac{2v_0 \tan 30^\circ}{g} = \frac{2\sqrt{3}v_0}{3g}, x = v_0 t = \frac{2\sqrt{3}v_0^2}{3g}$$

$$\text{故 } AB \text{ 间的距离 } L = \frac{x}{\cos 30^\circ} = \frac{4v_0^2}{3g}$$

将小球的速度沿垂直于斜面和平行于斜面方向分解后,小球有一个垂直于斜面向上的速度和一个平行于斜面向下的速度;将重力加速度沿垂直于斜面和平行于斜面方向分解,小球有一个垂直于斜面向下的加速度和平行于斜面向下的加速度.小球在垂直于斜面方向上做类似于竖直向上抛出的运动,当它在垂直于斜面方向上相对斜面的速度为零时,它达到了离斜面的最大距离,由于运动的对称性(即它离开斜面的时间和回到斜面的时间是相等的),它从抛出到与斜面间有最大距离所需的时间为其做平抛运

动时间的一半,所以有

$$t_r = \frac{t}{2} = \frac{\sqrt{3}v_0}{3g}$$

【例2】 a, b 两质点从同一点 O 分别以相同的水平速度 v_0 沿 x 轴正方向抛出, a 在竖直平面内运动,落地点为 p_1 , b 沿光滑斜面运动,落地点为 p_2 , p_1 和 p_2 在同一水平面上,如图5-3-3不计空气阻力,则下列说法中正确的是 ()

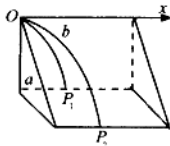


图 5-3-3

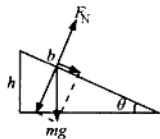


图 5-3-4

- A. a, b 的运动时间相同
- B. a, b 沿 x 轴方向的位移相同
- C. a, b 落地时的速度大小相同
- D. a, b 落地时的速度相同

名师导引: b 质点的受力情况如图5-3-4所示,由 b 的运动情况可知它在斜面上运动时所受的合外力是垂直于斜面底边的大小恒为 $mg \sin \theta$ 的力,而它的初速度为平行于底边(也即垂直于恒定外力)的, b 质点的运动是类平抛运动,类似于重力加速度的量为 $g \sin \theta$.

设其落地时间为 t_b ,则: $\frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2} g \sin \theta t_b^2$

$$t_b = \sqrt{\frac{2h}{g \sin^2 \theta}}$$

这与 $t_a = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 显然不同,选项A错误.

沿 x 轴的位移 $s_x = v_0 t$ 当然也不相同;选项B错误.

由机械能守恒定律易知两质点落地时速度大小相等,而方向不同.

解答:C



1. 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,在最先一个小球落地前一瞬间,以四个球所在位置为顶点所构成的图形是 ()
 - A. 任意四边形
 - B. 长方形
 - C. 菱形
 - D. 正方形

2. 飞机在720m高处水平飞行,要投弹击中地面上正前方以50m/s的速度同方向逃跑的目标.飞行员根据数据作出判断,在离目标水平距离为3000m处投弹,果然命中,求当时飞机飞行的速度($g=10\text{m/s}^2$).

3. 如图5-3-5所示,小球 a, b 质量分别是 $2m$ 和 m , a 从倾角为 30° 的光滑固定斜面的顶端无初速下滑, b 从斜面等高处以初速 v_0 平抛,比较 a, b 落地的运动过程有 ()
 - A. 所用的时间相同
 - B. a 的运动时间小于 b 的运动时间
 - C. a, b 都做匀变速运动
 - D. 落地前瞬间 a, b 的速度相同

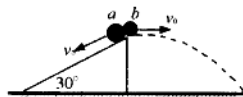


图 5-3-5

4. 如图5-3-6所示,光滑斜面倾角为 θ ,斜面长为 l ,斜面顶端有一小球沿斜面水平方向,以速度 v_0 抛出,小球滑到底端时,水平方向位移多大?

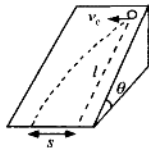


图 5-3-6

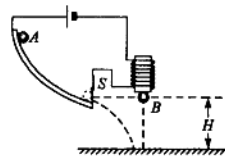


图 5-3-7

5. (2003·上海)如图5-3-7所示,在研究平抛运动时,小球A沿轨道滑下,离开轨道末端(末端水平)时撞开轻质接触式开关S,被电磁铁吸住的小球B同时自由下落,改变整个装置的高度 H 做同样的实验,发现位于同一高度的A、B两球总是同时落地.该实验现象说明了A球在离开轨道后 ()
 - A. 水平方向的分运动是匀速直线运动
 - B. 水平方向的分运动是匀加速直线运动
 - C. 竖直方向的分运动是自由落体运动
 - D. 竖直方向的分运动是匀速直线运动

三级讲练·拓广探索

课堂讲解

【例1】研究平抛物体运动的实验中,用一张印有小方格的纸记录轨迹,小方格的边长 $l=1.25\text{cm}$,若小球在平抛运动中先后经过的几个位置如图 5-3-8 中的 a, b, c, d 所示,则小球平抛的初速度的计算式为 $v_0 =$ _____ (用 l, g 表示),其值是 _____ ($g=9.8\text{m/s}^2$).

名师导引:从图 5-3-8 可知, a, b, c, d 四点沿水平方向相邻两点间的距离均为 $2l$,因平抛运动水平方向为匀速直线运动,故物体由 a 到 b ,由 b 到 c ,由 c 到 d 所用时间相等,设为 t ,则

$$v_0 = \frac{2l}{t}$$

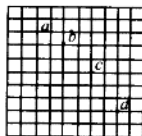


图 5-3-8

a, b, c, d 四点沿竖直方向依次相距 $l, 2l, 3l$,因平抛物体在竖直方向上的运动是自由落体运动,由匀变速直线运动在相邻的相等时间间隔内的位移之差恒等于其加速度和时间间隔平方的乘积,可得 $\Delta s = l = gt^2$,所以 $t = \sqrt{\frac{l}{g}}$

由以上两式可解出

$$v_0 = \frac{2l}{t} = 2\sqrt{lg}, \text{ 将 } l = 1.25\text{cm} = 0.0125\text{m} \text{ 和 } g = 9.8\text{m/s}^2 \text{ 代入上式得}$$

$$v_0 = 2\sqrt{0.0125 \times 9.8} \text{m/s} = 0.7\text{m/s}$$

提醒 平抛运动中的速率随时间变化并不均匀,只是速度随时间的变化是均匀的。

【例2】将物体以一定的初速度沿水平方向抛出,此过程中的某 1s 内,物体运动方向由与水平方向成 30° 变为与水平方向成 45° ,求物体抛出时初速度多大? 这 1s 前物体已运动了多长时间? (取 $g=10\text{m/s}^2$)

名师导引:平抛运动中,物体水平运动分速度不变,竖直方向分运动随时间正比例增大,速度变化方向竖直向下。据本题已知条件,画出速度矢量关系,如图 5-3-9。

设物体平抛的初速度为 v_0 ,这 1s 前物体已运动时间为 t ,据题设条件可知,这 1s 过程的初始时刻物体运动速度为 $v_1 = v_0, v_1 = v_0 \tan 30^\circ$,

这 1s 过程的末时刻物体运动速度为: $v'_x = v_0, v'_y = v_0$,

这 1s 的初、末时刻,物体运动

速度矢量的关系如图 5-3-9 所示。物体沿竖直方向做自由落体运动,有

$$v'_y = v_y + g\Delta t$$

$$\text{即 } v_0 = v_0 \tan 30^\circ + g\Delta t$$

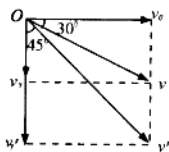


图 5-3-9

$$\text{故 } v_0 = \frac{g\Delta t}{1 - \tan 30^\circ} = \frac{10 \times 1}{1 - \frac{\sqrt{3}}{3}} \text{m/s} = 23.7\text{m/s}$$

因为 $v_y = gt$,所以有

$$t = \frac{v_y}{g} = \frac{v_0 \tan 30^\circ}{g} = \frac{3}{3 - \sqrt{3}} \text{s} = 2.37\text{s}$$

解答:物体抛出时初速度为 23.7m/s ,这 1s 前物体已运动了 2.37s 。

课后练习

1. 如图 5-3-10 所示,小球 P 被悬挂在距地面 H 高处,有一水平放置的枪指向小球射击,枪口 A 与 P 的距离为 s ,如果在发射子弹时,小球同时下落,试讨论子弹的速度至少多大才能击中小球?

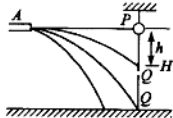


图 5-3-10

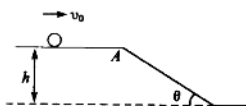


图 5-3-11

2. (2003·上海)如图 5-3-11 所示,一高度为 $h=0.2\text{m}$ 的水平面在 A 点处与一倾角为 $\theta=30^\circ$ 的斜面连接,一小球以 $v_0=5\text{m/s}$ 的速度在平面上向右运动。求小球从 A 点运动到地面所需的时间(平面与斜面均光滑。取 $g=10\text{m/s}^2$)。某同学对此题的解法为:小球沿斜面运动,则

$$\frac{h}{\sin\theta} = v_0 t + \frac{1}{2} g \sin\theta \cdot t^2.$$

由此可求得落地的时间 t 。

问:你同意上述解法吗?若同意,求出所需的时间;若不同意,则说明理由并求出你认为正确的结果。



匀速圆周运动



一级讲练·教材解读



课堂讲解

● 知识点 1 匀速圆周运动 描述圆周运动的物理量

定义:做圆周运动的物体,若在相等的时间里通过的圆弧长度相等,就是匀速圆周运动。

(1) 线速度

① 物理意义:描述质点沿圆周运动的快慢。

② 方向:圆弧某点的线速度方向沿圆弧在该点的切线方向。

③ 大小: $v = s/t$ (s 是 t 时间内通过的弧长)。

④ 单位: m/s 。

(2) 角速度

① 物理意义:描述质点绕圆心转动的快慢。

② 大小: $\omega = \frac{\varphi}{t}$ (rad/s), φ 是连接质点和圆心的半径在 t 时间内转过的角度。

③ 匀速圆周运动是角速度不变的圆周运动。

④ 周期 T , 频率 f

① 做圆周运动的物体运动一周所用的时间叫周期。单位: s 。

② 做圆周运动的物体单位时间内沿圆周绕圆心转过的圈数,叫做频率,也叫转速。单位: Hz 。

③ 实际生活中所说的转速是指匀速圆周运动的物体每分钟转过的圈数,用 n 表示,单位: $\text{转/分}(\text{r/min})$ 。

易错点提示:

在用描述匀速圆周运动的物理量判断物体是否做匀速圆周运动时易错。发生错误的原因是对各物理量的物理意义及各量和矢量性理解不够。如对于做匀速圆周运动的物体,其线速度的大小不变,方向时刻改变,由于线速度是矢量,故不能说线速度不变,可说成线速度大小不变。对角速度来说它是一个矢量,在中学阶段对其矢量性不作要求,故在匀速圆周运动中 ω 为恒量。周期和频率均不变,另外对匀速圆周运动的运动性质在确定时易错。有的同学只看到“匀速”,就认为此运动处于平衡态。由于匀速圆周运动中线速度虽然大小不变化,但其方向在改变,故匀速圆周运动是一种变速运动,它有加速度,处于转动平衡状态。

【例 1】 一台走时准确的钟表上时针、分针和秒针的角速度之比 $\omega_1 : \omega_2 : \omega_3 =$ _____。如果三针长度分别为 L_1, L_2, L_3 , 且 $L_1 : L_2 : L_3 = 1 : 1.5 : 1.5$, 那么三针尖端的线速度之比 $v_1 : v_2 : v_3 =$ _____。

名师导引:钟表上三针的转动情况是:

时针转一圈用时 12h , 即它的周期为 $T_1 = 12\text{h}$

分针转一圈用时 1h , 即它的周期为 $T_2 = 1\text{h}$

秒针转一圈用时 1min , 即它的周期为 $T_3 = \frac{1}{60}\text{h}$, 因为

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\text{所以 } \omega_1 : \omega_2 : \omega_3 = \frac{1}{T_1} : \frac{1}{T_2} : \frac{1}{T_3} = \frac{1}{12} : 1 : 60 = 1 : 12 : 720$$

又因为 $v = \omega L$ 。

$$\text{则 } v_1 : v_2 : v_3 = \omega_1 L_1 : \omega_2 L_2 : \omega_3 L_3 = 1 \times 1 : 12 \times 1.5 : 720 \times 1.5 = 1 : 18 : 1\ 080$$

● 知识点 2 描述圆周运动快慢的物理量之间的关系

(1) 线速度与角速度间的关系

如果物体沿半径为 r 的圆周做匀速圆周运动,在时间 t 内通过的弧长是 s , 半径转过的角度是 φ , 则 $s = r\varphi$, 于是

$$\text{有 } v = \frac{s}{t} = \frac{r\varphi}{t} = r\omega, \text{ 即 } v = r\omega.$$

易错点提示:

由 $v = \omega r$ 知 r 一定时, 线速度与角速度成正比, 但若 r 不确定时就不能说 ω 越大, v 越大; 当角速度相同时, 半径大的线速度大, 且成正比; 当线速度相同时, 半径大的角速度小, 半径小的角速度大, 且成反比。

(2) 线速度与周期的关系

由于做匀速圆周运动的物体, 在一个周期内通过的弧长为 $2\pi r$, 所以有 $v = \frac{2\pi r}{T}$ 。

易混淆点提示:

只有当半径相同时, 周期小的线速度大; 当半径不同时, 周期小的线速度不一定大。所以, 周期与线速度描述的快慢是不一样的。

(3) 角速度与周期的关系

由于做匀速圆周运动的物体, 在一个周期内半径转过的角度为 2π , 则有

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

上式表明, 角速度与周期一定成反比, 周期大的角速度一定小。

(4) 考虑频率则有 $\omega = 2\pi f, v = 2\pi fr$

【例 2】 静止在地球上的物体都要随地球的自转一起转动(如图 5-4-1), 下列说法正确的是 ()

- 它们的运动周期都是相同的
- 它们的线速度都是相同的
- 它们的线速度大小都是相同的
- 它们的角速度是相同的

名师导引:地球绕自转轴转动时,地球上各点的周期及角速度都是相同的,地球表面物体做圆周运动的轨迹在纬度线平面上,其圆心在自转轴上,不同纬度处物体做圆周运动的半径是不同的,只有在同一纬度处的转动半径相等,线速度的大小才相等,但即使物体的线速度大小相同,方向也各不相同。



图 5-4-1

解答:A、D



课后练习

1. 对于做匀速圆周运动的物体,下列说法中正确的是 ()
- A. 线速度不变
 - B. 运动状态不变
 - C. 周期不变
 - D. 转速不变

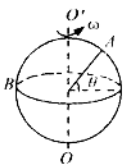
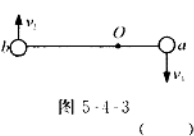


图 5-4-2

2. 如图 5-4-2, 一个球绕中心线(OO')以角速度 ω 转动, 则 ()
- A. A、B 两点的角速度相等
 - B. A、B 两点的线速度相等
 - C. 若 $\theta = 30^\circ$, 则 $v_A : v_B = \sqrt{3} : 2$
 - D. 以上答案都不对

3. A、B 两质点分别做匀速圆周运动, 若在相同时间内, 它们通过的弧长之比 $s_A : s_B = 2 : 3$, 而转过的角度之比 $\varphi_A : \varphi_B = 3 : 2$, 则它们的周期之比 $T_A : T_B = \underline{\hspace{2cm}}$; 线速度之比 $v_A : v_B = \underline{\hspace{2cm}}$.

4. 如图 5-4-3 所示, 两球固定在长 L 的细杆两端, 绕杆上 O 点做匀速圆周运动, 求 a、b 的速度分别为 v_1 和 v_2 , 则 Oa 距离为 ()



- A. $Lv_1 / (v_1 + v_2)$
- B. $Lv_2 / (v_1 + v_2)$
- C. $L(v_1 + v_2) / v_1$
- D. $L(v_1 + v_2) / v_2$



课堂讲解

【例题】 如图 5-4-4 所示, 为一皮带传动装置, 右轮的半径是 r , a 是它边缘上的一点, 左轮为一轮轴, 大轮的半径为 $4r$, 小轮的半径为 $2r$, b 点在小轮上, 到小轮中心距离为 r , c 点和 d 点分别位于小轮和大轮的边缘上, 若在传动过程中, 皮带不打滑, 则 ()

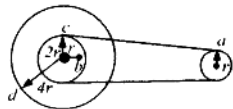


图 5-4-4

- A. a 点和 b 点的线速度大小相等
- B. a 点和 b 点的角速度大小相等
- C. a 点和 c 点的线速度大小相等
- D. c 点和 d 点的线速度大小相等

名师导引: 本题考查线速度、角速度的关系, 要抓住皮带不打滑这个条件, 找出线速度和角速度之间关系。

a、c 两点是皮带传动的, 皮带不打滑, 故 a、c 两点线速度大小相等, C 正确, b、c 两点在同一轮轴上, 角速度相等, 但离转轴的距离不同, 由 $v = \omega r$, 可知, b、c 两点的线速度的大小相等, 故 a 与 b 线速度不等, 可排出选项 A, a 与 c

的线速度大小相等, 半径不同, 由 $\omega = \frac{v}{r}$, 因此 a 与 c 角速度不同, 即 a 与 b 角速度不同, 排除 B 选项, 正确答案为 C、D。

解答:C、D

点评: 这是一道全国的物理高考试题, 必须清楚线速度和角速度的含义并熟练掌握二者之间的关系, 才能正确求解。



1. 一个圆环, 绕过圆心的轴 OO' 匀速转动, 如图 5-4-5 所示, 则环上 M、N 两点的线速度大小之比为 $v_M : v_N = \underline{\hspace{2cm}}$; 角速度之比 $\omega_M : \omega_N = \underline{\hspace{2cm}}$; 周期之比 $T_M : T_N = \underline{\hspace{2cm}}$.

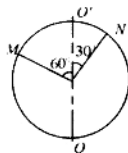


图 5-4-5

2. 如图 5-4-6 所示, 直径为 d 的纸制圆筒以角速度 ω 绕垂直于纸面的轴 O 匀速运动(图示为截面). 从枪口发射的子弹沿直径穿过圆筒. 若子弹在圆筒旋转不到半周时, 在圆筒上留下 a, b 两个弹孔. 已知 aO 与 bO 夹角为 θ , 求子弹的速度.

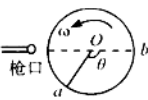


图 5-4-6

3. 雨伞边缘到伞柄距离为 r , 边缘高出地面为 h , 当雨伞以角速度 ω 绕伞柄匀速转动时, 雨滴从伞边缘水平甩出, 求雨滴落到地面的轨迹.

4. 如图 5-4-7 所示的传动装置中, 已知大轮 A 的半径是小轮 B 半径的 3 倍, A、B 分别在边缘接触, 形成摩擦转动, 接触点无打滑现象, B 为主动轮, B 转动时边缘的线速度为 v , 角速度为 ω . 试求:

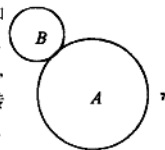


图 5-4-7

- (1) 两轮转动周期之比;
- (2) A 轮边缘的线速度;
- (3) A 轮的角速度.

5. 如图 5-4-8 所示, 半径为 R 的大圆盘以角速度 ω 旋转, 有人在盘边 P 点上随盘转动, 他想用枪击中大圆盘中心的目标 O, 若子弹速度为 v , 则

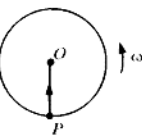


图 5-4-8

- A. 枪应瞄准目标 O 射击
- B. 枪应向 PO 右方偏过 θ 射击, 而 $\cos\theta = \omega R/v$.
- C. 枪应向 PO 左方偏过 θ 射击, 而 $\tan\theta = \omega R/v$.
- D. 枪应向 PO 左方偏过 θ 射击, 而 $\sin\theta = \omega R/v$.

三级讲练 · 拓广探索

课堂讲解

【例 1】如图 5-4-9 所示, 半径为 R 的圆板匀速转动, 当半径 OB 转动到某一方向时, 在圆板中心正上方高 h 处以平行 OB 方向水平抛出一小球, 要使小球与圆板只碰撞一次, 且落点为 B, 求

- (1) 小球的初速度的大小;
- (2) 圆板转动的角速度.

名师导引: 小球平抛运动的水平位移

$$R = v_0 t \quad \text{①}$$

小球的竖直位移

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{②}$$

由②得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 代入①得

$$v_0 = \frac{R}{t} = \frac{R}{\sqrt{\frac{2h}{g}}} = R \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

小球在运动时间内, 圆板转了 n 圈, 其角速度为

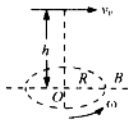


图 5-4-9

$$\omega = \frac{2\pi n}{t} = \frac{2\pi n}{\sqrt{\frac{2h}{g}}} = \pi n \sqrt{\frac{2g}{h}} \quad (n=1, 2, \dots)$$

【例 2】如图 5-4-10 所示, 在同一竖直平面内有 A、B 两物体, A 物体从 a 点起以角速度 ω 做半径为 R 的匀速圆周运动, 同时 B 物体从圆心 O 点自由下落, 若要 A、B 两物体在 d 点相遇, 求角速度需满足的条件.

名师导引: B 自由下落到达 d

点的时间 $t = \sqrt{\frac{2R}{g}}$, 在这段时间内,

A 转过的角度 $\varphi = \frac{3\pi}{2} + 2k\pi$, 故角速

$$\text{度 } \omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2k\pi + \frac{3}{2}\pi}{\sqrt{\frac{2R}{g}}} \quad (k=0, 1, 2, 3, \dots)$$

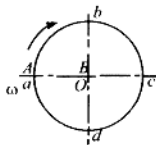


图 5-4-10