



高一物理 下

丛书主编 李瑞坤

HAO XUE DAO HANG

学法导航

高中教学同步辅导

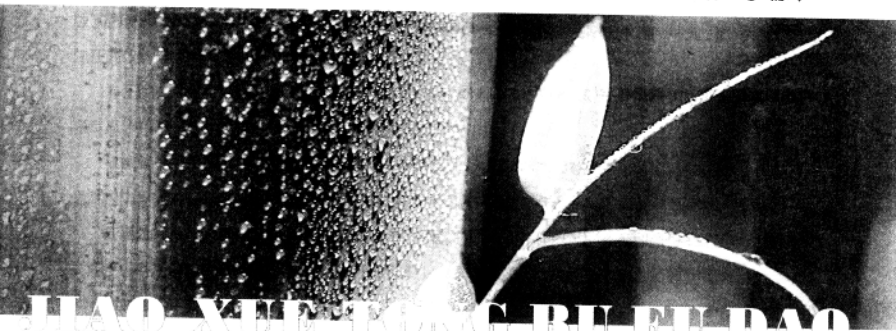
学生用书



首都师范大学出版社

学法导航

丛书主编 李瑞坤



JIAO XUE TONG BU FU DAO

高中教学同步辅导

高一物理(下)

学生用书

本册主编 武建谋

副主编 陈正球 姜鹏远

编委 宋见林 唐思宇 邓头莲

本书策划 万治湘



首都师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中教学同步辅导·高一物理 / 武建谋主编.

—北京:首都师范大学出版社,2008.10

(学海导航 / 李瑞坤主编)

ISBN 978-7-81119-393-0

I. ①高… II. 武… III. 物理课—高中—教学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 160215 号

学海导航·高中教学同步辅导

高一物理(下)·学生用书

丛书主编 李瑞坤

本册主编 武建谋

责任编辑 张加冰

责任设计 张静红

责任校对 万治湘

首都师范大学出版社出版发行

地 址 北京西三环北路 105 号

邮 编 100037

网 址 cmph.com.cn

E-mail: master@cmph.com.cn

湘潭市凤机印务有限公司印刷

全国新华书店发行

版 次 2008 年 10 月第 1 版

印 次 2008 年 10 月第 1 次印刷

开 本 880×1230 毫米 1/16

印 张 6

字 数 202 千

定 价 15.60 元

版权所有 违者必究

如有质量问题 请与出版社联系退换



XUEHENG EDUCATION



前言

PREFACE

本书在编写过程中与新课程理念接轨,融入了自主、合作、探究学习的全新学习理念。栏目设计新颖、版式活泼、讲解透彻、科学性强、题目灵活、准确率高、题量适中,能帮助学生进行高品质的有效学习,使学生在高效的学习中能力与成绩得以快速提升!

为了使本书精益求精,我们通过了多种渠道收集各方面的合理建议,邀请国内著名重点中学的知名教育专家、特级教师对全书做了全面审定。本书具有以下突出特点:

权威性——以国家教育部颁布的新教学大纲为纲,以人民教育出版社最新修订的高中教材《全日制普通高级中学教科书(必修)物理第一册》为依据,多所全国著名重点中学一线知名教师参与编写。

新颖性——与人民教育出版社最新修订教材配套,并融入新课程改革的教育理念和名师的教学精华,关注全国各地最新的高考模式和试题设计思路,减少陈题、不选编题、精编活题、首创新题,启迪思维方法。

前瞻性——适应最新高考考纲的变化,突出素质教育的要求,强调培养学生的创新精神和实践能力,原创大量与生产、生活实际和社会热点问题联系密切、学生自己构思答案的探究性习题和反映最新高考命题动态的试题,以培养和提高学生的发散思维能力。

简洁性——每一节的栏目设计力求避免繁多杂乱,用字通俗易懂,言简意赅,贴近课改精神;例题解答分析精辟、指导到位,习题数量适当、层次比例合理,注重考查主干知识点和解题的关键点及思维的技巧点、探究点、发散点。

科学性——按学习和思维能力培养的规律循序渐进,逐步升级递进——亲近教材、剖析疑难、解读例题、体验方法。每章的小结提纲挈领,又精选了难度适当的高考题与学生提前接触,培养和提高学生思维的敏捷性、科学性、深刻性和发散性。

这套丛书在策划、组稿、编写、审读过程中,得到了许多著名中学教学科学教研室和一线教师的支持和指导,在此一并致谢。

以学生身心健全发展为本是我们编写这套同步辅导丛书的主旨思想,同时我们又充分关注了尽可能减轻一线教师的工作负担与压力。我们期待这套辅导丛书能给学生与老师带来一缕清新气息。由于编写时间仓促,错误在所难免,如有不妥之处,恳请广大同仁批评指正(电子邮箱: xhdh_wuli@163.com)。

编者



第五章 曲线运动

第一节 曲线运动	1
第二节 运动的合成和分解	4
第三节 平抛物体的运动	7
第四节 匀速圆周运动	10
第五节 向心力 向心加速度	13
第六节 匀速圆周运动的实例分析	
第七节 离心现象及其应用	16
第八节 本章小结	20

第六章 万有引力定律

第一节 行星的运动	
第二节 万有引力定律	
第三节 引力常量的测定	23
第四节 万有引力定律在天文学上的应用	26
第五节 人造卫星 宇宙速度	29
第六节 本章小结	32

第七章 机械能

第一节 功	
第二节 功率	34

第三节 功和能 动能	38
第四节 动能定理	41
第五节 重力势能	
第六节 机械能守恒定律	45
第七节 机械能守恒定律的应用	49
第八节 本章小结	53

学生实验

第五节 研究平抛物体的运动	56
第六节 验证机械能守恒定律	58
第七节 探究弹力和弹簧伸长的关系	59

附:

单元测试卷(一)	61
单元测试卷(二)	65
期中测试卷	69
单元测试卷(三)	73
期末测试卷(一)	77
期末测试卷(二)	81

第五章 曲线运动

第一节 曲线运动

① 亲近教材

1. 曲线运动:质点运动轨迹是曲线的运动。
2. 曲线运动物体的速度方向:质点在某一点(或某一时刻)的速度方向是在曲线上这一点的切线方向。
3. 曲线运动一定是变速运动。

曲线运动的速度方向是时刻改变的,因为速度是矢量,所以做曲线运动物体的速度时刻在改变(不管速度的大小是否改变),曲线运动一定是要变速运动。进而可知做曲线运动的物体一定具有加速度,它受的合外力一定不等于零。

4. 物体做曲线运动的条件:物体所受合外力的方向与它的速度方向不在同一条直线上。

② 剖析疑难

1. 物理学中切线方向的含义

曲线上某点的切线方向,数学上作图可以作出两个方向,如图 5-1-1 所示, a 点的切线方向可画出向左向右两个方向。

事实上物体沿曲线运动时,运动方向不可能有两个,当质点从 A 沿曲线运动到 B 。

则在 a 点时速度方向为图中的 v_1 所示切线方向;若质点是从 B 沿曲线运动到 A ,则在 a 点时速度方向为图中的 v_2 所示切线方向。



图 5-1-1

2. 匀变速运动与非匀变速运动的区别

(1) 匀变速运动:加速度为定值(大小、方向均不变),可以是直线运动,也可以是曲线运动。故物体所受合外力是恒力时,必做匀变速运动。

(2) 非匀变速运动:加速度是改变的(大小改变或方向改变,或大小、方向均改变),可以是直线运动,也可以是曲线运动。如物体所受合外力为变力,它做非匀变速运动。

3. 曲线的弯曲方向

曲线总是朝力的方向弯曲,且曲线上每一点切线方向都与力的方向不在同一条直线上。

③ 解读例题

【例 1】下面说法中正确的是 ()

- A. 做曲线运动物体的速度方向必定变化
- B. 速度变化的运动必定是曲线运动
- C. 加速度恒定的运动不可能是曲线运动
- D. 加速度变化的运动必定是曲线运动

【解析】曲线运动的特点之一是:速度方向时刻发生变化,故 A 正确;速度变化包含三种情况:一是仅速度大小变化,二是仅速度方向变化,三是速度大小、方向都变化。若只有速度大小变化,则物体做直线运动, B 错;不管加速度是否恒定,只要速度方向与加速度方向不在同一直线上,物体就做曲线运动,反之,物体就做直线运动, C、D 错。

【答案】A

【解题回味】判断物体是否做曲线运动,不要被一些不同的说法所左右,而应按物体做曲线运动的条件来判断,即物体速度方向和所受合外力是否在同一直线上为依据。

【例 2】如图 5-1-2 所示,小

钢球 m 以初速度 v_0 在光滑水平面上运动,后受到磁极的侧向作用力而做图示的曲线运动到达 D 点,从

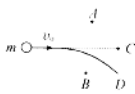


图 5-1-2

- ()
- A. 磁极在 A 位置,极性一定是 N 极
- B. 磁极在 B 位置,极性一定是 S 极
- C. 磁极在 C 位置,极性一定是 N 极
- D. 磁极在 B 位置,极性无法确定

【解析】钢球受磁极的吸引力而做曲线运动,运动方向只会向受吸引力方向偏转,因而磁极位置只可能在 B 点而不可能在图中的 A 点和 C 点。又磁体的 N 极或 S 极对钢球都有吸引力,故极性无法确定。

【答案】D

【解题回味】磁体的 N 极、 S 极均对小钢球产生吸引力,

根据物体做曲线运动时总是向合外力方向偏转,即合外力方向总是指向曲线的凹的一方,即可做出正确判断。

【例3】一物体在力 $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ 的共同作用下做匀速直线运动,若突然撤去力 F_1 ,其他力不变,则该物体 ()

- A. 可能做曲线运动
B. 可能做直线运动
C. 必定沿 F_1 的方向做直线运动
D. 必定沿 F_1 的反方向做匀速直线运动

【解析】由于物体做匀速直线运动,故原 n 个力的合力为零。当去掉力 F_1 后,剩余的 $n-1$ 个力的合力 F_0' 与 F_1 大小相等、方向相反。去掉 F_1 后,物体的运动有三种情形:一是原速度方向与 F_1 反向,去掉 F_1 后,物体将做匀加速直线运动;二是原速度方向与 F_1 同向,去掉 F_1 后,物体将做匀减速直线运动;三是原速度方向与 F_1 不在同一条直线上,则去掉 F_1 后,物体将做曲线运动。

【答案】AB

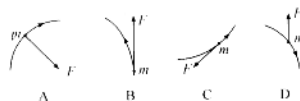
【解题回味】本题的分析要注意两点:①原来做匀速运动,隐含了物体所受 n 个力的合力为零;②由于 F_1 的方向与原速度的方向未知,故去掉 F_1 后,剩余力的合力方向与速度方向的夹角不确定,故应分析各种可能的情况。



体验方法

基础题

1. 关于曲线运动,下列说法正确的是 ()
A. 曲线运动的速度方向可能是不变的
B. 曲线运动的速度大小可能是不变的
C. 曲线运动一定是变速运动
D. 曲线运动的速度大小肯定是变化的
2. 质点在力 F 的作用下做曲线运动,下图是质点受力方向与运动轨迹图,则哪个图是正确的 ()



3. 物体做曲线运动的条件为 ()
A. 只要物体运动初速度不为零
B. 只要物体所受的合外力是变力
C. 物体所受的合外力的方向与速度方向不在同一条直线上
D. 物体的加速度方向与速度方向不在同一条直线上

4. 关于直线运动和曲线运动,下列说法正确的是 ()

- A. 直线运动一定是匀速运动
B. 曲线运动一定是变速运动
C. 做直线运动的物体所受合外力一定为零
D. 做曲线运动的物体也可以不受力

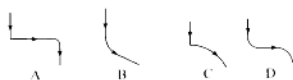
5. 下列说法正确的是 ()

- A. 物体在恒力作用下不可能做曲线运动
B. 物体在变力作用下有可能做曲线运动
C. 做曲线运动的物体,其速度方向与加速度方向不在同一条直线上
D. 物体在变力作用下不可能做直线运动

6. 一个质点受两个互成锐角的力 F_1 和 F_2 作用,由静止开始运动,若运动中保持二力方向不变,但 F_1 突然增大到 $F_1 + \Delta F_1$,则质点以后 ()

- A. 一定做匀加速直线运动
B. 可能做变加速曲线运动
C. 一定做匀变速曲线运动
D. 在相等时间里速度的变化一定相等

7. 一物体由静止开始下落,一小段时间后突然受到一恒定水平风力的影响,着地前运动轨迹可能为图中的 ()



8. 某物体在一足够大的光滑水平面上向东匀速运动,如果给其加一个向南的恒定外力的作用,物体的运动将变为 ()

- A. 匀变速曲线运动 B. 匀变速直线运动
C. 非匀变速曲线运动 D. 无法确定

9. 运动员绕田径场一周所用时间为40s,若田径场周长约为400m,下列说法中正确的是 ()

- A. 运动员绕场一周的位移约为400m
B. 运动员绕场一周速度方向改变 180°
C. 运动员绕场一周的时间内平均速度约为 10m/s
D. 运动员绕场一周速度方向不改变

10. 如图5—1—3所示,质量为 m 的物体受到4个共点力的作用正在做匀速直线运动,速度方向与 F_1, F_2 方向恰在同一直线上,则



图5—1—3

- (1)若只撤去 F_1 , 则物体将做 _____ 运动, 加速度大小为 _____, 方向为 _____.
- (2)若只撤去 F_2 , 它将做 _____ 运动, 加速度大小为 _____, 方向为 _____.
- (3)若只撤去 F_3 , 它将做 _____ 运动, 加速度大小为 _____, 方向为 _____.
- (4)若 4 个力同时撤去, 它将做 _____ 运动, 加速度大小为 _____.

11. 如图 5-1-4 所示, 曲线 ABC 为投出的铅球在空中飞行做曲线运动的轨迹图, 试在图上画出图中 A, B, C 三点铅球的速度方向及加速度方向. (空气阻力不计)



图 5-1-4

综合题

12. 如图 5-1-5 所示, 物体在恒力 F 的作用下沿曲线从 A 运动到 B , 这时突然使它所受的力反回, 大小不变, 即由 F 变为 $-F$. 在此力作用下, 关于物体以后的运动情况, 下

列说法正确的是

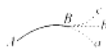


图 5-1-5

- A. 物体可能沿曲线 Ba 运动
 B. 物体可能沿直线 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
13. 一个质点在恒力 F 作用下, 从 O 点运动到 A 点的轨迹如图 5-1-6 所示, 在 O 点时质点速度的方向与 y 轴有夹角, 在 A 点时质点速度的方向与 x 轴平行, 则恒力 F 的方向可能沿

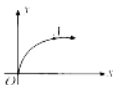


图 5-1-6

- A. x 轴正方向
 B. x 轴负方向
 C. y 轴正方向
 D. y 轴负方向

第二节 运动的合成和分解

靠近教材

1. 合运动与分运动

若某物体同时参与几个运动,那么物体实际的运动叫做那几个运动的合运动,那几个运动叫做这个实际运动的分运动。

合运动的位移、速度、加速度分别称为合位移、合速度和合加速度。

2. 运动的合成与分解

(1)运动的合成:已知分运动情况求合运动情况。

(2)运动的分解:已知合运动情况求分运动情况。

(3)运动的合成与分解遵循规则:平行四边形定则。

3. 进行运动的合成与分解应注意以下几点:

(1)合运动一定是物体的实际运动,知道了物体的实际运动,就知道了合运动。

(2)独立性:分运动之间是互不相干的,因而在研究某个分运动的时候,就可以不考虑其他的分运动,就像其他分运动不存在一样。

(3)等时性:合运动与分运动具有等时性,因此知道了某一分运动的时间,也就知道了合运动的时间,反之也成立。

(4)矢量性:由于速度、加速度、位移等均作为矢量,所以合运动的位移和分运动的位移、合运动的速度和分运动的速度、合运动的加速度和分运动的加速度之间都遵循平行四边形定则。

创析疑难

1. 两个直线运动的合成轨迹

(1)两个匀速直线运动的合运动一定是匀速直线运动。

(2)若合加速度方向与合速度方向在同一直线上,则合运动是加速或减速直线运动。

(3)若合加速度方向与合速度方向不在同一直线上(有一定夹角),则合运动是曲线运动。

可见,两个直线运动的合运动可以是曲线运动。

2. 渡河运动

如图5-2-1所示,设船在静水中速度为 v_1 ,水流速度为 v_2 ,河宽为 d 。

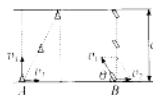


图5-2-1

(1)“船头垂直河岸航行时间最短”,因河宽 d 一定,只有使垂直河岸方向的分速度最大,渡河时间就最短,显然应使船头垂直河岸方向航行,航行情况见图5-4船,最短时间 $t_1 = d/v_1$ 。

(2)“轨迹垂直河岸路程最短”,渡河的最短路程为河宽,这时船头应斜向上游适当角度,使合速度方向恰与河岸垂直,航行情况见图5-4船,其中 $\cos\theta = v_2/v_1$,渡河时间为 $t = d/(v_1 \sin\theta)$ 。(这种情形的成立条件是 $v_1 > v_2$)



例析

【例1】小船以一定的速率垂直河岸向对岸划去,当水流匀速时,它渡河的时间,发生的位移与水流速度的关系是

- A. 水流速度小时,位移小,时间亦小
B. 水流速度大时,位移大,时间亦大
C. 水流速度大时,位移大,但时间不变
D. 位移、时间大小与水流速度大小无关

【解析】小船渡河时参与了顺水漂流和垂直河岸横渡两个分运动,由运动的独立性原理和等时性,小船的渡河时间等于河的宽度与垂直岸的分速度之比,由于船“以一定速率垂直河岸向对岸划去”,垂直岸的分速度即为船速,故渡河时间一定,水流速度大,水流方向的分位移就大,合位移也就大,反之则合位移小。

【答案】C

【解题回味】小船渡河的时间仅决定于河宽与垂直于河岸方向船速,与水流速度大小无关,这是因为水流方向平行于河岸,对垂直于河岸的船速无影响。

【例2】如图5-2-2所示,红蜡块能在玻璃管的水中匀速上升,若沿蜡块在A点匀速上升的同时,使玻璃管水平向右做匀加速直线运动,则红蜡块实际运动的轨迹是图中的 ()

- A. 直线P
B. 曲线Q
C. 曲线R
D. 无法确定

【解析】红蜡块参与了竖直方向的匀速直线运动和水平方向的匀加速直线运动两个分运动,实际运动的轨迹即合运动轨迹,由于它在任一点的合速度方向是向上或斜向右上的,而合加速度方向是水平向右的,它们之间有一定夹角,故轨迹是曲线,又因为物体做曲线运动时,曲线总向加速度方向偏折(或加速度方向总是指向曲线的凹向),故选项B正确。

【答案】B

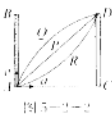


图5-2-2

【解题回味】本题可根据红蜡块的两个分运动画出相等时间间隔内的2~3个位置点来大致判断曲线的弯曲形状。

【例3】如图5-2-3所示,在水平地面上做匀速直线运动的汽车,通过定滑轮用绳子吊起一个物体,若汽车和被吊物体在同一时刻的速度分别为 v_1 和 v_2 ,则下面说法正确的是

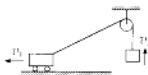


图5-2-3

- A. 物体做匀速运动,且 $v_2 = v_1$
 B. 物体做加速运动,且 $v_2 > v_1$
 C. 物体做加速运动,且 $v_2 < v_1$
 D. 物体做减速运动,且 $v_2 < v_1$

【解析】汽车向左运动,这是汽车的实际运动,故为汽车的合运动。汽车的运动导致两个效果:一是滑轮到汽车的绳变长了,二是滑轮到汽车的绳与竖直方向的夹角变大了,显然汽车的运动是由沿绳的直线运动和垂直于绳的圆周运动合成的,故应分解车的速度,且沿绳方向上的速度与被吊物体的速度相等。

按下图所示,将车速分解。由于沿绳方向上速度与被吊物体的速度相等,则有:

$$v_2 = v_1 \sin \theta$$



由于 v_1 是恒量,而 θ 角逐渐增大,所以 v_2 逐渐增大,故被吊物体做加速运动,且 $\sin \theta \leq 1$,故 $v_2 < v_1$ 。

【答案】C

【解题回味】应牢记速度分解的原则:分解实际速度,找出运动的效果以确定两分运动方向,同时应利用速度关系即同一方向上的速度分量相等。

体验方法

基础题

1. 关于互成角度(非 0° 或 180°)的两个匀变速直线运动的合运动,下列说法正确的是 ()
 A. 一定是曲线运动
 B. 可能是直线运动
 C. 一定是匀变速运动

D. 可能是匀速直线运动

2. 小船在静水中的速度是 v ,若小船要渡过一河流,渡河时小船朝对岸垂直航行,若航行至河中心时,水流速度增大,则渡河时间将 ()
 A. 增大
 B. 减小
 C. 不变
 D. 不能确定

3. 关于运动的合成,下列说法中正确的是 ()

- A. 合运动的速度一定比分运动的速度大
 B. 两个匀速直线运动的合运动也一定是匀速直线运动
 C. 只要两个分运动是直线运动,那么合运动也是直线运动
 D. 两个分运动的时间一定与合运动的时间相等

4. 竖直放置的两端封闭的玻璃管中注满清水,内有一个红蜡块能在水中以 0.1 m/s 的速度匀速上浮。现当红蜡块从玻璃管的下端匀速上浮的同时,使玻璃管水平匀速向右运动,测得红蜡块实际运动方向与水平方向夹角为 30° ,如图5-2-4所示。

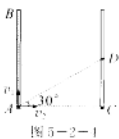


图5-2-4

- (1) 则可知玻璃管水平方向的移动速度为 ()

- A. 0.1 m/s
 B. 0.2 m/s
 C. 0.17 m/s
 D. 无法确定

- (2) 若玻璃管的长度为 1.0 m ,则当红蜡块从玻璃管底端上浮到顶端的过程中,玻璃管水平运动的距离为 ()

- A. 1.0 m
 B. 2.0 m
 C. 1.7 m
 D. 0.5 m

5. 民族运动会上有一个骑射项目,运动员骑在马上由南向北奔驰,弯弓放箭射击东侧的固定目标。运动员要射中目标,他放箭时应(忽略空气阻力) ()

- A. 直接瞄准目标
 B. 应向目标南侧瞄准
 C. 应向目标北侧瞄准
 D. 无法确定

6. 客轮在海中正以 36 km/h 的速度匀速直线航行,某乘客以 1 m/s 的速度从船首走到船尾,用了 1 min 时间,则这段时间他的位移大小为 ()

- A. 60 m
 B. 600 m
 C. 660 m
 D. 540 m

7. 江中某轮渡站两岸的码头A和B正对,如图5-2-5所示,水流速度恒定且小于船速,若要使渡船直线往返于两码头之间,则船在航行时应 ()

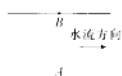


图5-2-5

- A. 往返时均使船垂直河岸航行
 B. 往返时均使船头适当偏向上游一侧

- C. 往返时均使船头适当偏向下游一侧
 D. 从 A 码头驶往 B 码头, 应使船头适当偏向上游一侧, 返回时应使船头适当偏向下游一侧
8. 某物体的运动由水平方向和竖直方向两个分运动组成, 已知水平方向的加速度大小为 4m/s^2 , 竖直方向的加速度大小为 3m/s^2 , 则该物体实际运动的加速度大小为 ()

- A. 7m/s^2
 B. 1m/s^2
 C. 5m/s^2
 D. 只能确定在 $1 \sim 7\text{m/s}^2$ 之间, 具体大小无法确定
9. 人站在商场中匀速运动的自动扶梯上从一楼到二楼需 30s 时间, 某人走上扶梯后继续匀速往上走, 结果从一楼到二楼只用 20s 时间, 则当扶梯不动时, 该人以同样的行走速度从一楼到二楼需要的时间为 ()

- A. 10s
 B. 50s
 C. 25s
 D. 60s

10. 如图 5—2—6 所示, 雨滴相对地面竖直下落, 速度大小为 4m/s , 车正在水平向东运动, 速度大小为 3m/s , 则小车上的观察者看到雨滴的速度方向是 ()



图 5—2—6

- A. 向西偏离竖直方向 53°
 B. 向东偏离竖直方向 53°
 C. 向西偏离竖直方向 37°
 D. 向东偏离竖直方向 37°
11. 船以 4m/s 的速度垂直河岸渡河, 水流的速度为 5m/s . 若河宽为 120m , 试分析计算:
- (1) 船能否垂直到达对岸?
 - (2) 船需要多少时间才能到达对岸?
 - (3) 船登陆的地点离出发点的距离是多少?

综合题

12. 一小船正在渡河, 如图 5—2—7

所示, 在离对岸 30m 时, 其下游 40m 处有一危险水域, 若水流速度为 5m/s , 为了使小船在危险水域之前到达对岸, 那么小船从现在起相对于静水的最小速度应为多大? 这时船头的航向如何?

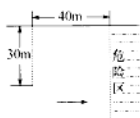


图 5—2—7

13. 人用绳通过定滑轮拉物体 A, 人以速度 v_0 匀速前进, 当绳与水平方向夹角为 θ 时, 如图 5—2—8 所示, 物体 A 的速度为多少?

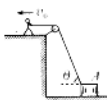


图 5—2—8

第三节 平抛物体的运动

亲近教材

1. 平抛运动: 水平抛出的物体只在重力作用下的运动。
2. 平抛运动的性质: 是加速度恒为重力加速度 g 的匀变速曲线运动, 轨迹是抛物线。
3. 平抛运动是较复杂的曲线运动, 可以分解为水平方向与竖直方向上的两个直线运动来处理, 如图 5-3-1 所示, 其规律如下:

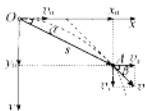


图 5-3-1

分运动与合运动	加速度	速度	位移
水平方向 (x 方向) 分运动	匀速直 线运动 $a_x = 0$	$v_x = v_0$	$x = v_0 t$
竖直方向 (y 方向) 分运动	自由落 体运动 $a_y = g$	$v_y = gt$	$y = \frac{1}{2}gt^2$
合运动	匀变速 曲线运 动 $a = g$ 方向竖 直向下	$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 与 v_0 方向 夹角 $\tan\beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$	$s = \sqrt{x^2 + y^2}$ x 方向夹角 $\tan\alpha = \frac{y}{x} = \frac{gt}{2v_0}$

析疑

1. 将平抛运动分解为水平方向和竖直方向两个直线运动, 就可以用直线运动的规律来处理较复杂的曲线运动问题, 这是一种重要的思想方法, 类似的曲线运动也可运用这种方法来处理。

2. 对平抛运动几个物理量的讨论

(1) 平抛运动在空中运动的时间 $t = \sqrt{2h/g}$, 由高度 h 决定, 与初速度无关。

(2) 它的水平位移大小为 $x = v_0 t = v_0 \sqrt{2h/g}$, 与水平初速度及高度都有关系。

(3) 落地瞬时速度的大小 $v = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$, 由水平初速度 v_0 及高度 h 决定。

(4) 落地瞬时速度与水平方向夹角 $\tan\beta = gt/v_0$ 。

(5) 落地速度与水平方向夹角 β 跟位移方向与水平方向夹角 α 是不等的, 不要混淆, 且 $\tan\beta = 2\tan\alpha$ 。

解读例题

【例 1】水平匀速飞行的飞机每隔 1s 投下一颗炸弹, 共投下 5 颗, 若空气阻力及风的影响不计, 则 ()

- A. 这 5 颗炸弹在空中排列成抛物线
- B. 这 5 颗炸弹及飞机在空中排列成一条竖直线
- C. 这 5 颗炸弹在空中各自运动的轨迹均是抛物线
- D. 这 5 颗炸弹在空中均做直线运动

【解析】炸弹投出时, 具有与飞机相同的水平速度, 故所有炸弹抛出后均做平抛运动, 轨迹是抛物线; 抛出的炸弹在竖直方向上自由下落, 水平方向上与飞机一样做匀速直线运动, 所以炸弹落地前总在飞机的正下方, 故落地前炸弹和飞机总排列成一条竖直线。

【答案】BC

【解题回味】本题容易产生的错误是认为炸弹在空中排列成抛物线。

其实炸弹在水平方向的运动为匀速运动, 在空中下落时水平速度与飞机速度相等, 因此每一颗炸弹都在飞机的正下方排成一条竖直线, 但竖直方向上各炸弹间距不同, 越下面的炸弹间距越大。

【例 2】如图 5-3-2 所示, 在倾角为 α 的斜面顶点 A 以初速度 v_0 水平抛出一小球, 最后落在斜面上 B 点, 不计空气阻力, 求:

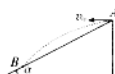


图 5-3-2

(1) 小球在空中运动时间 t 及到达 B 点的速度大小 v 。

(2) 小球离斜面最远时小球的速度大小。

【解析】(1) 小球做的是平抛运动, AB 长度为实际位移, 设为 l , 则由平抛运动规律,

水平方向: $l \cos\alpha = v_0 t$

竖直方向: $l \sin\alpha = \frac{1}{2}gt^2$

相比即可求得 $t = 2v_0 \tan\alpha / g$, 再求得 B 点处竖直速度 $v_y = 2v_0 \tan\alpha$, 即可求得合速度 $v = v_0 \sqrt{1 + 4\tan^2\alpha}$ 。

(2) 小球离斜面最远时, 速度方向平行于斜面, 故 $\tan\alpha =$

$$v_x/v_0, v = v_0/\cos\alpha.$$

【答案】(1) $t = 2v_0 \tan\alpha/g$, $v_x = v_0 \sqrt{1+4\tan^2\alpha}$

(2) $v = v_0/\cos\alpha$

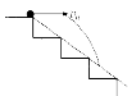
【解题回味】①注意充分运用平抛运动中水平方向与竖直方向的等时性;②小球离开斜面最点的速度若不平行于斜面,则该点就仍有垂直斜面方向的速度分量,从而与“最近距离”相矛盾。

【例3】如图5-3-3所示,一个小球从楼梯顶部以 $v_0 = 2\text{ m/s}$ 的水平速度抛出,所有的台阶都是高 $h = 0.2\text{ m}$,宽 $L = 0.25\text{ m}$. 问小球从楼梯顶部水平抛出后首先碰到哪一级台阶上? (g 取 10 m/s^2)



图5-3-3

【解析】此题生活气息较浓,准确提炼出物理模型是解题的关键.如果把各台阶连接起来,如右图所示,就可以把小球看做是从“斜面”上某点水平抛出.



解法一: 设小球抛出后经时间 t 碰到“斜面”上,且小球下落了 n 个台阶,则

$$\text{水平方向: } nt = v_0 t \quad (1)$$

$$\text{竖直方向: } nh = \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

由①②,代入数据解得: $n = 2.56$.

即小球首先碰到第三级台阶上.

解法二: 设小球抛出后经时间 t 碰到“斜面”上,则

$$\text{水平方向: } x = v_0 t \quad (4)$$

$$\text{竖直方向: } y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (5)$$

$$\text{且 } \frac{y}{x} = \frac{L}{h} \quad (6)$$

由④⑤⑥代入数据解得: $x = 0.64\text{ m}$.

由于 $0.5\text{ m} < 0.64\text{ m} < 0.75\text{ m}$

故小球首先碰到第三级台阶上.

【答案】第三级

【解题回味】把台阶转化为一个斜面是一个很好的思路,这样做会使解题思路清晰,把一个具体的问题转化为一个模型处理是解决物理问题的重要方法.

【例4】小球做平抛运动的闪光照片的一部分如图5-3-4所示.图中每小格为 1.09 cm ,每两次闪光的时间间隔为 $\frac{1}{30}\text{ s}$. 据此图可以求出小球做平抛运动的初速度为 _____ m/s ,当地重力加速度为 _____ m/s^2 .

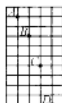


图5-3-4

【解析】设每小格长为 l ,则在水平方向

$$l = v_0 T \quad (1)$$

$$AB, BC, CD \text{ 间的竖直方向位移差均为 } l, l = gT^2 \quad (2)$$

将 $T = (1/30)\text{ s}$, $l = 1.09 \times 10^{-2}\text{ m}$ 代入,即得

$$v_0 = 0.327\text{ m/s}, g = 9.81\text{ m/s}^2$$

【答案】0.327, 9.81

【解题回味】物体做平抛运动,如每两点的时间间隔相等,则在竖直方向可利用“打点计时器”方法求解,即 $\Delta y = gT^2$. 本题还可求得小球在各点的竖直速度,因为在 y 方向某段距离内平均速度等于该时间段的中间时刻速度,如 $v_{By} = 5l/(2T) = 0.82\text{ m/s}$,进而可得 A, C, D 各点的竖直速度.



体验方法

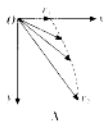
基础题

- 平抛运动是 ()
 - 速度大小不变的曲线运动
 - 加速度不变的匀变速曲线运动
 - 加速度大小不变但方向变化的曲线运动
 - 加速度方向不变但大小变化的曲线运动
- 火车做匀速直线运动,一人从窗口伸手使一物体落下,不计空气阻力,在地上的人看物体,物体将做 ()
 - 自由落体运动
 - 物体因惯性而向车前进的反方向沿抛物线落下
 - 物体将以火车的速度为初速度做平抛运动
 - 匀速直线下落
- 决定一个平抛运动总时间的因素是 ()
 - 抛出的初速度
 - 抛出时的竖直高度
 - 抛出时竖直高度和初速度
 - 以上均不正确
- 一个物体以初速度 v 水平抛出,经一段时间后,物体竖直方向速度的数值也为 v ,则物体运动的时间为 ()
 - v/g
 - $2v/g$
 - $v/(2g)$
 - $\sqrt{2}v/g$
- 做平抛运动的物体,在水平方向上通过的最大距离取决于 ()
 - 物体的高度和重力
 - 物体的重力和初速度
 - 物体的高度和初速度
 - 物体的重力、高度和初速度
- 在高处以初速度 v_0 水平抛出一石子,当它的速度由水平方向变化到与水平方向夹角为 θ 的过程中,石子的水平位移的大小是 ()
 - $v_0^2 \sin\theta/g$
 - $v_0^2 \cos\theta/g$

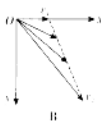
C. $v_0 \tan \theta / g$

D. $v_0 \cot \theta / g$

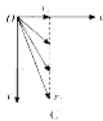
7. 某人在平台上平抛一小球,球离手时的速度为 v_1 ,落地时速度为 v_2 ,不计空气阻力,下图中能表示出速度矢量的演变过程的是 ()



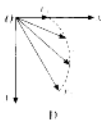
A



B



C



D

8. 以 16m/s 的速度水平抛出一石子,石子落地时速度方向与抛出时速度方向成 37° 角,不计空气阻力,那么石子抛出点与落地点的高度差为 _____,石子落地速度是 _____, ($g = 10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)

9. 如图 5—3—5 所示为测量子弹速率的一种装置,子弹水平射穿 A 纸片后又射穿 B 纸片,已知两纸片的距离为 s ,两小孔的高度差为 h ,则子弹穿过 A、B 两纸片的时间及子弹穿过 A 时的速率各为多少?

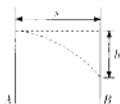


图 5—3—5

11. 如图 5—3—6 所示, 10m/s 的水平速度抛出的物体,飞行一段时间后,垂直地撞上 $\theta = 30^\circ$ 的斜面,则物体的飞行时间为多少? ($g = 10\text{m/s}^2$)



图 5—3—6

12. 在距地面 15m 高处,将一物体水平抛出,如果落地速度与水平方向成 60° 角,则水平位移是多少? ($g = 10\text{m/s}^2$)

综合题

13. 如图 5—3—7 是用频闪照相研究平抛运动时拍下的照片,背景方格纸的边长为 2.5cm ,A、B、C 是同一小球在频闪照相中拍下的三个连续的不同位置的照片,试求: ($g = 10\text{m/s}^2$)

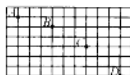


图 5—3—7

- (1) 频闪照相相邻闪光的时间间隔;
- (2) 小球水平抛出的初速度.

10. 一网球运动员在离网的距离为 12m 处沿水平方向发球,发球的高度为 2.4m ,网的高度为 0.9m .
- (1) 若网球在网上方 0.1m 处越过,求网球的初速度.
 - (2) 若按上述初速度发球,求网球落点到网的距离.

14. 如图5-3-8所示,一农用水泵的出水管是水平的,若已知水管直径为 d 并测得水管距地面高度 h 和水柱喷出的水平距离 x ,试求水泵的流量(流量即单位时间内从管口流出水的体积)

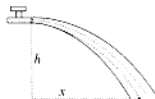


图5-3-8

15. 如图5-3-9所示,从高 $h=5\text{m}$ 、倾角 $\theta=45^\circ$ 的斜坡顶点水平抛出一小球,小球的初速度为 v_0 .若不计空气阻力,求:($g=10\text{m/s}^2$)(结果保留一位小数)

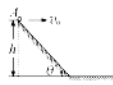


图5-3-9

- (1) 当 $v_0=4\text{m/s}$ 时,小球的落点离A点的位移大小
(2) 当 $v_0=6\text{m/s}$ 时,小球的落点离A点的位移大小

第四节 匀速圆周运动

亲近教材

1. 匀速圆周运动:质点沿圆周运动,且在相等时间内通过的圆弧长度都相等。“圆弧长度相等”不是“位移相等”。

(1)“匀速”圆周运动应理解为“匀速率”而不能理解为“匀速度”,因为匀速圆周运动线速度的大小虽然不变,但方向时刻在变化,因而它是变速运动而非匀速运动。

(2)因为匀速圆周运动是变速运动,所以它是有加速度的,故做匀速圆周运动的物体受的合外力肯定不等于零。

2. 描述圆周运动快慢的几个物理量:

(1)线速度 v :大小为质点通过的弧长跟所用时间的比值, $v=s/t$,方向为圆弧上该点的切线方向,线速度是描述质点沿圆周运动快慢的物理量。

(2)角速度 ω :大小为连结运动物体和圆心的半径转过的角度跟所用时间的比值, $\omega=\varphi/t$,角速度是描述质点绕圆心转动快慢的物理量。

(3)周期 T :质点沿圆周运动一周所用的时间。

(4)频率 f :每秒钟完成圆周运动的圈数。

3. 线速度、角速度、周期、频率之间的关系:

$$f = \frac{1}{T}, \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f, v = r\omega = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi rf$$

剖析疑难

几个物理量的理解

(1) ω 、 T 和 f 三个物理量可互相换算,其中任一个确定,其余两个也就确定。

(2)线速度 $v=r\omega$,线速度由 r 和 ω 共同决定,当半径一定时,线速度与角速度成正比;当角速度一定时,线速度与半径成正比。

(3)一个物体(如轮子)匀速转动时,轮子上各点的角速度 ω 都相等,线速度 v 则随半径 r 的不同而不同。

故从某种意义上可以说,角速度 ω 是整体量,线速度 v 是局部量。

(4)角速度 ω 的国际单位是弧度/秒(rad/s),计算中的角度数值一定要用弧度做单位来表示。

(5)实际工农业生产中,经常用转速 n 来描述匀速圆周运动的快慢,转速的单位有转/秒(r/s)或转/分(r/min)。其中 r/s 与频率 f 物理意义相同,实际上是相同的单位;而 r/min 在一般的计算时应先换算成 r/s (换算式为: $60\text{r/min}=1\text{r/s}$),再进行有关计算,这是很容易出现错误的地方,请务必引起注意。另外,不要把转速与角速度混淆在一起。



解读例题

【例1】关于匀速圆周运动,下列说法正确的是 ()

- A. 线速度不变 B. 角速度不变
C. 加速度为零 D. 周期不变

【解析】匀速圆周运动的角速度是不变的,线速度的大小不变,但方向时刻变化,故匀速圆周运动的线速度是改变的,因而加速度不为零。

【答案】BD

【解题回味】速度是矢量,而匀速圆周运动中的“匀速”是指速度的大小,因此这种运动是变速运动。

【例2】静止在地球上的物体

都要随地球一起转动,如图5-4-1所示, a 是位于赤道上的点, b 是位于北纬 30° 的一点,则下列说法正确的是 ()

A. a 、 b 两点的运动周期都相同

B. 它们的角速度是不同的

C. a 、 b 两点的线速度大小相同

D. a 、 b 两点线速度大小之比为 $2:\sqrt{3}$

【解析】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平面是物体所在纬线平面,其圆心分布在整条自转轴上,不同纬度处物体圆周运动的半径是不同的, b 点半径 $r_b = r_a \cdot \sqrt{3}/2$,由 $v = \omega r$,可得 $v_b : v_a = 2:\sqrt{3}$,但即使物体的线速度大小相同,方向也各不相同。

【答案】AD

【解题回味】地球上物体随地球自转,周期及角速度都相同,但容易误认为 b 点转动半径等于地球半径,所以线速度的大小也都相同,导致错选C。

一般来说,解题时应首先画出草图,这里容易看出地表不同位置处物体随地球做圆周运动的圆心位置及半径大小。

【例3】如图5-4-2所示为

一皮带传动装置,右轮的半径为 r , a 是它边缘上的一点,左侧为一轮轴,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 ()

A. a 点与 b 点的线速度大小相等

B. a 点与 b 点的角速度大小相等

C. a 点与 c 点的线速度大小相等



图5-4-1

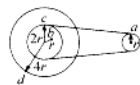


图5-4-2

D. b 点与 c 点的角速度大小相等

【解析】由于皮带不打滑,故 a 、 c 两点的线速度大小相等, C 时; b 、 c 、 d 三点在同一轮轴上,角速度大小相等,D对。

【答案】CD

【解题回味】本题有两个隐含条件:一是皮带不打滑,说明与皮带接触的各点线速度大小相等;二是同一轮轴上各点的角速度相等。



体验方法

基础题

1. 物体做匀速圆周运动,下列说法正确的是 ()

- A. 相等的时间内通过的路程相等
B. 相等的时间内通过的弧长相等
C. 相等的时间内发生的位移相同
D. 相等的时间内与圆心的连线转过的角度相等

2. 质点做匀速圆周运动,下列说法正确的是 ()

- A. 匀速圆周运动是一种匀速运动
B. 做匀速圆周运动的质点没有加速度
C. 做匀速圆周运动的质点处于平衡状态
D. 做匀速圆周运动的质点所受合外力一定不为零

3. 关于匀速圆周运动的角速度和线速度,下列说法正确的是 ()

- A. 半径一定,角速度和线速度成反比
B. 半径一定,角速度和线速度成正比
C. 线速度一定,角速度和半径成反比
D. 角速度一定,线速度与半径成正比

4. 一般的转动机械上都标有“转速 $\times \times \times r/min$ ”,该数值是转动机械正常工作时的转速,不同的转动机械上标有的转速一般是不同的,下列有关转速的说法正确的是 ()

- A. 转速越大,说明该机械每一点正常工作时转动的线速度一定越大
B. 转速越大,说明该转动机械正常工作时转动的角速度一定越大
C. 转速越大,说明该转动机械正常工作时转动的周期一定越大
D. 转速越大,说明该转动机械正常工作时转动的频率一定越大

5. 一质点做圆周运动,速度处处不为零,则 ()

- A. 任何时刻质点所受合力一定不为零
B. 任何时刻质点的加速度一定不为零
C. 质点的速度大小一定不断变化
D. 质点的速度方向一定不断变化

6. 地球自转一周为一昼夜时间(24h),新疆乌鲁木齐处于

较高纬度地区,而广州则处于低纬度地区,由于地球自转方向由西向东,每天早晨广州要比乌鲁木齐天亮得早

(1)下列说法正确的是 ()

- A. 乌鲁木齐一昼夜的时间要比广州的一昼夜时间略长
B. 乌鲁木齐一昼夜的时间要比广州的一昼夜时间略短
C. 乌鲁木齐一昼夜的时间与广州的一昼夜时间都是 24h
D. 无法确定

(2)由于地球自转,两地所处物体具有的角速度和线速度相比较 ()

- A. 乌鲁木齐处物体的角速度大,广州处物体的线速度大
B. 乌鲁木齐处物体的线速度大,广州处物体的角速度大
C. 两地方物体的角速度、线速度都一样大
D. 两地方物体的角速度一样大,但广州处物体的线速度比乌鲁木齐处物体的线速度要大

7. 汽车在公路上行驶一般不打滑,轮子转一周,汽车向前行驶的距离等于车轮的周长. 某国产轿车的车轮半径约为 30cm,当该型号轿车在高速公路上行驶时,驾驶员面前的速率计的指针指在“120km/h”上,可估算出该车车轮的转速约为 ()

- A. 1000r/s B. 1000r/min
C. 1000r/h D. 2000r/s

8. 如图 5-4-3 所示为地球表面上 A、B 两物体随地球自转的情况示意图,则下列哪些结论是正确的(设地球可看作一个均匀球体) ()

- A. A、B 两物体角速度相等
B. A、B 两物体线速度相等
C. 若 $\theta = 30^\circ$, 则 $v_A : v_B = \sqrt{3} : 3$
D. 若 $\theta = 30^\circ$, 则 $\omega_A : \omega_B = \sqrt{3} : 2$

9. 一只准确的手表,它的秒针转动的角速度等于 _____ rad/s,它的时针、分针、秒针转动的角速度之比为 _____. 如果秒针长 1cm,则它的针尖的线速度是 _____ m/s.

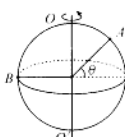


图 5-4-3

10. 如图 5-4-4 所示,小球 A 在光滑的半径为 R 的圆形槽内做匀速圆周运动,当它运动到图中的 a 点时,在圆形槽中心 O 点正上方 h 处,有一小球 B 沿 Ob 方向以某一初速度水平抛出,结果恰好在 a 点与 A 球相碰,求:

- (1) B 球抛出时的水平初速度多大?
(2) A 球运动的线速度最小值为多大?
(3) 若考虑到匀速圆周运动是周期性运动, A 球速度满足什么条件,两球就能在 a 点相碰?

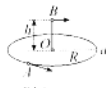


图 5-4-4

综合题

11. 如图 5-4-5 所示,电风扇有三片均匀分布的叶片,在额定周期为 T

$= \frac{1}{30}$ s 的闪光灯照射下匀速转动,当看来三个叶片静止不动时,叶片的转速为 _____ r/min; 当看来有六个均匀分布的叶片时,转速为 _____ r/min. (转速不超过 1500r/min)

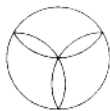


图 5-4-5

12. 如图 5-4-6 为测定子弹速度的装置,两个薄圆盘分别装在一个迅速转动的轴上,两盘平行,若圆盘以转速 3600r/min 旋转,子弹以垂直圆盘方向射来,

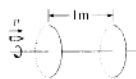


图 5-4-6

先打穿第一个圆盘,再打穿第二个圆盘,测得两盘相距 1m,两盘上被子弹穿过的半径夹角 15° ,则子弹的速度的最大值为 _____.