



轻巧夺冠

同步讲解

全国著名特级高级教师联合编写

高一物理 下

总主编：刘 强 美澳国际学校校长
学科主编：吴是辰 北京五中物理特级教师
北京市优秀物理教师



北京出版社 北京教育出版社

qingqiaoduoguan



轻巧夺冠

同步讲解

全国著名特级高级教师联合编写

高一物理 下

主 编：刘从民 张继才
编 者：王松军 唐守涛
胡发永 高立英
张 霞

北京出版社 北京教育出版社

1 + 1 轻巧夺冠·同步讲解

高一物理(下)

刘强 总主编

*

北京出版社 出版

北京教育出版社

(北京北三环中路6号)

邮政编码:100011

北京出版社出版集团总发行

全国各地书店经销

保定市满城文斋印刷厂印刷

*

880 × 1230 毫米 16 开本 8.25 印张 210000 字

2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 7 - 200 - 02531 - 3/G · 788

定价:12.50 元

版权所有 翻印必究

如发现印装质量问题,影响阅读,请与我们联系调换

地址:北京市西三环北路 27 号北科大厦北楼四层

电话:010 - 68434992

北京美澳学苑教育考试研究中心

邮编:100089

网址:www.jzyh.cn



轻巧夺冠

本套书的特点

- 1、左右两栏对照讲解。左栏为知识点讲解；右栏为与知识点相对应的例题。
- 2、从基础知识的梳理，重点难点的突破（或新旧知识的融会贯通），与科技发展、生活实际相联系的综合、创新、应用三个层面解读每节内容。
- 3、采用“同步讲解”与“优化训练”相配套的“1+1”模式。有讲有练，方便实用。

《1+1轻巧夺冠·同步讲解》高一物理(下)

第5章

曲线运动



第1节

曲线运动

基础知识的网络梳理

基础知识及掌握这些知识的方法、注意点等，“源于教材，高于教材”。可以帮助你高效率地掌握基础知识结构，得到学法指导。

重点难点的集中突破

对重点、难点进行深层次的、专门性的拓展讲解和思路点拨，能有效地形成基础知识的提高和升华，是考试得高分的关键所在。

解析指点迷津

不但有解题思路、方法的分析和点拨，也有解题时易错点和易忽略点的提示，能有效地避免解题时心理屏蔽作用和“低级错误”，深入浅出，指点迷津。

同步教材研读
名师解读释惑

典型题例解析
了解题型形式

知识要点归纳

1. 曲线运动的速度方向

- (1)只要物体的运动轨迹是曲线，则物体就做曲线运动，曲线运动的两个特例分别是平抛运动和匀速圆周运动。
- (2)物体运动的方向即为物体运动速度的方向，曲线运动中的速度的方向是时刻改变的，质点在这一点(或某一时刻)的速度的方向是在曲线的这一点的切线方向。
- (3)曲线运动是变速运动，也是加速运动，但不一定是加速运动，如平抛运动即为匀加速曲线运动。

2. 物体做曲线运动的条件

- (1)物体做直线运动的条件是物体所受合外力与物体运动速度的方向在同一条直线上。
- (2)物体做曲线运动的条件是物体所受合外力与物体运动的速度方向不在同一条直线上，且做曲线运动的物体所受合力不为零。



思维能力拓展

3. 物体做直线运动和曲线运动条件的讨论

- (1)当物体不受外力或所受合外力为零时，物体做匀速直线运动或处于静止状态。
- (2)当物体所受合外力不为零，且合外力方向与速度方向在同一条直线上时，物体做变速直线运动；当合外力恒定时，物体做匀变速直线运动。其中当合外力方向与运动方向相同时，物体做加速直线运动，合外力方向与运动方向相反时，物体做减速直线运动。
- (3)当物体所受合外力不为零，且合外力方向与速度方向不在同一条直线上时，物体做曲线运动。

4. 利用曲线运动条件判断恒力的方向

利用曲线运动条件判断恒力的方向方法如下：

- (1)做初始位置物体运动是速度的方向，并做与速度方向重合的一条直线(用虚线表示)

名师解题

例1 关于曲线运动，下列说法正确的是 ()

- A. 曲线运动一定是变速运动
- B. 变速运动不一定是曲线运动
- C. 曲线运动是加速运动
- D. 加速度大小及速度大小都不变的运动一定不是曲线运动



解析 A、B对，曲线运动速度方向时刻变化，速度是矢量，故速度一定变化，所以A正确；速度变化不一定是速度方向变化，如匀加速直线运动等，故B对；加速度不变的运动是匀变速运动，平抛运动就是匀变速曲线运动，不是变加速(加速度变化)的曲线运动，故C错；匀速圆周运动就是加速度大小和速度大小不变的运动，故D也错。

例2 一个物体在力 F_1 、 F_2 、 F_3 ……等几个力的共同作用下，做匀速直线运动。若突然撤去力 F_1 后，则物体 ()

- A. 可能做曲线运动
- B. 不可能继续做直线运动
- C. 必然沿 F_1 的方向做直线运动
- D. 必然沿 F_1 的反方向作匀加速直线运动

解析 物体做匀速直线运动的速度方向与 F_1 的方向关系不明确，可能相同、相反和不在同一条直线上。

因此，撤去 F_1 后物体所受合外力的方向与速度 v 的方向关系不一定。若撤去其中的一个力 F_1 ，则剩余三力的合力 F_1' 与 F_1 等大反向，物体一定做变速运动，A错，若 F_1' 与速度同向，则物体做匀加速直线运动；若 F_1' 与速度反向，则物体做匀减速直线运动；若 F_1' 与速度的方向不在同一条直线上，则物体做曲线运动。所以选项A是正确的。

例3 如图5-1-1所示，物体在恒力作用下，沿曲线从A点运动到B点，这时突然使它所受的力反向而大小不变(即由 F 变为 $-F$)，在此力作用下，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

图5-1-1



同步讲解

第5章 曲线运动

- (3)同理做出末位置的物体所受合外力的方向范围。将两个范围平移在一起,其公共区域即为恒力的方向范围。
- 注:曲线运动可以是匀变速运动,例如:抛体运动。



综合创新运用

5 在曲线运动中力的作用效果及加速度的物理意义

- (1)在曲线运动中物体运动到某一点时,物体所受到的合外力可以分解为沿速度方向和垂直速度方向两种情况。其中沿速度方向的分量改变速度的大小,垂直速度的分量改变速度的方向;同理,减速也可以分解为沿速度方向和垂直速度方向两种情况,其中沿速度方向的分量描写速度大小变化的快慢,垂直速度的分量描写速度方向变化的快慢。

- (2)由牛顿第二定律 $F=ma$ 知,合外力将产生物体的合加速度,从运动学的角度分析:物体做曲线运动至某点时,其加速度可以分解为沿速度方向和垂直方向两种情况。其中沿速度方向的分量改变速度的大小,(增大或减少)垂直速度的分量改变速度的方向。

判断做曲线运动的物体的速度大小变化情况时,应从下列关系入手:

当物体所受合外力方向与速度方向的夹角为锐角时,物体做曲线运动的速率增大;

当物体所受合外力方向与速度方向的夹角为钝角时,物体做曲线运动的速率减小;

当物体所受合外力方向与速度方向的夹角为直角(或垂直)时,物体做曲线运动的速率不变。

物体做曲线运动条件,从运动学角度,其加速度与速度的方向不在同一条直线上。

名师解题



此题重点考查了力的作用效果,即合外力可以分解为一个与速度方向在一条直线上的分力,即轨迹切线方向的分力(切向力)和一个与速度方向垂直的分力即轨迹法线方向的分力(法向力)。切向力使速度大小改变,法向力改变速度的方向,合外力总是指向轨迹的凹侧。

由图中可以大致判定恒力 F 的方向,如图 5-1-1 所示,故力 F 变为 $-F$ 时,物体可能沿 BC 运动,故 C 正确。



【例4】如图 5-1-2 所示,为某一物体的速度—时间图象(曲线为 $1/4$ 圆弧),则由此可知物体是做 ()

- A. 曲线运动 B. 匀变速直线运动
C. 匀变速直线运动 D. 变加速直线运动



本图象为 $v-t$ 图象,不是物体运动的轨迹,而是物体运动的 $v-t$ 图象。

据图 5-1-2 可知,物体运动的速度方向一直为正方向,其大小逐渐减小,斜率逐渐增大,即物体做加速度逐渐增大的变加速直线运动,故物体做变加速直线运动。

所以本题的正确选项为 D。

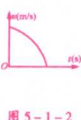


图 5-1-2



【例5】某物体在一足够大的光滑水平面上向西运动,当它受到一个向南的恒定外力作用时,物体的运动将是 ()

- A. 直线运动且是匀变速直线运动
B. 曲线运动但加速度方向不变、大小不变,是匀变速运动
C. 曲线运动但加速度方向改变、大小不变,是非匀变速曲线运动
D. 曲线运动但加速度方向和大小均改变,是非匀变速曲线运动



由于物体所受到的合外力是恒力,且方向垂直于初速度方向,由牛顿第二定律和物体做曲线运动的条件可知:物体做的运动为曲线运动且加速度大小和方向均不变,因此为匀变速曲线运动。

点击知识点

() 考查知识点 1

() 考查知识点 2



素质能力测试

- 关于曲线运动的下列说法中,正确的是
 - 任何曲线运动,都是变速运动
 - 任何变速运动,都是曲线运动
 - 曲线运动的速度方向在该点的切线方向上,因而方向是变化的
 - 曲线运动的速度方向在该点的切线方向上,因而方向是不变的
- 下列关于力和运动的说法中正确的是
 - 物体在恒力作用下不可能做曲线运动
 - 物体在变力作用下不可能做直线运动
 - 物体在变力作用下有可能做曲线运动
 - 物体的受力方向与它的速度方向不在一条直线上时,有可能做直线运动

创新知识的综合应用

用前瞻性、预测性的目光去分析、展示每节知识点可能出现的考题形式,命题角度、深度,并形成与科技发展、生活实际相联系的创新能力,努力做到与中、高考命题趋势“合拍”,步调一致。

与知识点相对应

例题的设计富有针对性、灵活性、层次性和多样性,并与左栏的知识点讲解形成对应,是对知识理解的一种直观阐释。

标注训练和讲解对应序号

标注在每道随堂训练题的后面,指明该道题目对应知识点的序号,形成对每个知识点的及时巩固和有效的强化训练。并能查漏补缺,一目了然。

随堂训练巩固

题目轻灵、简练,针对本节(课)所有知识点设计,与前面的讲解相互对应,形成“讲、例、练”三案合一的形式,学以致用,当堂达标。

最新同步助学读物



《北京名师导学》

◎北大附中 ◎人大附中 ◎清华附中 ◎北师大附中

特级高级教师联合编写

- 基本目标要求
- 典型例题分析
- 双基知识导学
- 双基能力训练
- 疑难问题解析
- 习题详细解答

《特级教师精讲通练》

全国八所重点中学特级教师联合编写

重点难点 课课精讲

考纲考点 章节通练

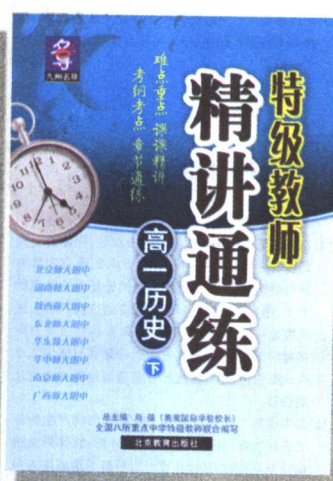
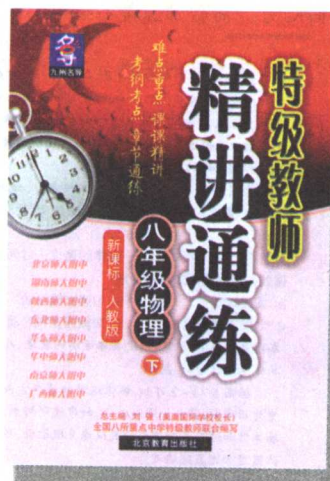
真情讲练 轻巧夺冠

《1+1 轻巧夺冠》

全国著名特高级教师联合编写

同步讲解 & 优化训练

双栏排版，讲例对照。
三层解读，破解秘诀。
有讲有练，方便实用。
名师荟萃，科学权威。



三套书功能各异，特色鲜明，相互映

衬，把同步学习的阶段性和系统性有效结合起来，把学科基础要求与中考、高考热点渗透结合起来，实实在在解决了同步课堂教学和中考、高考的要求相一致的问题。注重基础，强化创新，培养能力。

为提高我中心图书质量，欢迎全国各地优秀初高中老师参与我中心图书编写与修订工作。

邮购《名师导学》、《精讲通练》、《轻巧夺冠》系列图书的办法详见书后表格。

走进名导世界



感受名师关爱



目 录

第5章 曲线运动	1
第1节 曲线运动	1
第2节 运动的合成和分解	5
第3节 平抛物体的运动	10
第4节 匀速圆周运动	15
第5节 向心力 向心加速度	19
第6节 匀速圆周运动的实例分析	24
第7节 离心现象及其应用	29
第6章 万有引力定律	33
第1节 行星的运动	33
第2节 万有引力定律	36
第3节 引力常量的测定	41
第4节 万有引力定律在天文学上的应用	45
第5节 人造卫星 宇宙速度	49
第6节 行星、恒星、星系和宇宙(略)	
第7章 机械能	54
第1节 功	54
第2节 功率	59
第3节 功和能	64
第4节 动能 动能定理	67
第5节 重力势能	72
第6节 机械能守恒定律	77
第7节 机械能守恒定律的应用	81
高一物理(下) 实验	86
实验五 研究平抛物体的运动	86
实验六 验证机械能守恒定律	90
实验七 探究弹力和弹簧伸长的关系	94
参考答案	98

第5章

曲线运动

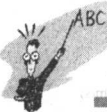


第1节

曲线运动

同步教材研读
名师解疑释惑

典型题例解析
了解考题形式



知识要点归纳

名师解题

1 曲线运动的速度方向

- (1) 只要物体的运动轨迹是曲线,则物体就做曲线运动,曲线运动的两个特例分别是平抛运动和匀速圆周运动.
- (2) 物体运动的方向即为物体运动速度的方向,曲线运动中的速度的方向是时刻改变的,质点在某一点(或某一时刻)的速度的方向是在曲线的这一点的切线方向.
- (3) 曲线运动是变速运动,也是加速运动,但不一定是变加速运动.如平抛运动即为匀加速曲线运动.

2 物体做曲线运动的条件

- (1) 物体做直线运动的条件是物体所受合外力与物体运动速度的方向在同一条直线上.
- (2) 物体做曲线运动的条件是物体所受合外力与物体运动的速度的方向不在同一条直线上.且做曲线运动的物体所受合力不为零.



思维能力拓展

3 物体做直线运动和曲线运动条件的讨论

- (1) 当物体不受外力或所受合外力为零时,物体做匀速直线运动或处于静止状态.
- (2) 当物体所受合外力不为零,且合外力方向与速度方向在一条直线上时,物体做变速直线运动;当合外力恒定时,物体做匀变速直线运动.其中当合外力方向与运动方向相同时,物体做加速直线运动.合外力方向与运动方向相反时,物体做减速直线运动.
- (3) 当物体所受合外力不为零,且合外力方向与速度方向不在同一直线上时,物体做曲线运动.



综合创新运用

4 利用曲线运动条件判断恒力的方向

利用曲线运动条件判断恒力的方向方法如下:

例1 关于曲线运动,下列说法正确的是 ()

- A. 曲线运动一定是变速运动
- B. 变速运动不一定是曲线运动
- C. 曲线运动是变加速运动
- D. 加速度大小及速度大小都不变的运动一定不是曲线运动



A、B对.曲线运动速度方向时刻变化,速度是矢量,故速度一定变化,所以A正确;速度变化不一定是速度方向变化,如匀加速直线运动等,故B对;加速度不变的运动是匀变速运动,平抛运动就是匀变速曲线运动,不是变加速(加速度变化)的曲线运动,故C错;匀速圆周运动就是加速度大小和速度大小不变的运动,故D也错.

例2 一个物体在力 F_1 、 F_2 、 F_3 ……等几个力的共同作用下,做匀速直线运动.若突然撤去力 F_1 后,则物体 ()

- A. 可能做曲线运动
- B. 不可能继续做直线运动
- C. 必然沿 F_1 的方向做直线运动
- D. 必然沿 F_1 的反方向作匀加速直线运动



物体做匀速直线运动的速度方向与 F_1 的方向关系不明确,可能相同、相反和不在同一条直线上.

因此,撤去 F_1 后物体所受合外力的方向与速度 v 的方向关系不一定.若撤去其中的一个力 F_1 ,则剩余三力的合力 F_1' 与 F_1 等大反向,物体一定做变速运动,A错,若 F_1' 与速度同向,则物体做匀加速直线运动;若 F_1' 与速度反向,则物体做匀减速直线运动;若 F_1' 与速度的方向不在同一直线上,则物体做曲线运动.所以选项A是正确的.

例3 如图5-1-1所示,物体在恒力作用下,沿曲线从A点运动到B点,这时突然使它所受的力反向而大小不变(即由 F 变为 $-F$),在此力作用下,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

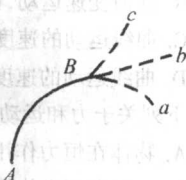


图5-1-1

- (1) 做初始位置物体运动是速度的方向, 并做与速度方向重合的一条直线(用虚线表示)
- (2) 看物体运动轨迹的弯曲情况, 则物体所受合外力的方向就在所做直线有轨迹的一方。
- (3) 同理做出末位置的物体所受合外力的方向范围。将两个范围平移在一起, 其公共区域即为恒力的方向范围。

注: 曲线运动可以是匀变速运动, 例如: 抛体运动。

5. 在曲线运动中力的作用效果及加速度的物理意义

- (1) 在曲线运动中物体运动到某一点时, 物体所受到的合外力可以分解为沿速度方向和垂直速度方向两种情况。其中沿速度方向的分量改变速度的大小, 垂直速度的分量改变速度的方向; 同理, 减速度也可以分解为沿速度方向和垂直速度方向两种情况, 其中沿速度方向的分量描写速度大小变化的快慢, 垂直速度的分量描写速度方向变化的快慢。

- (2) 由牛顿第二定律 $F = ma$ 知: 合外力将产生物体的合加速度, 从运动学的角度分析: 物体做曲线运动至某点时, 其加速度可以分解为沿速度方向和垂直方向两种情况。其中沿速度方向的分量改变速度的大小, (增大或减少) 垂直速度的分量改变速度的方向。

判断做曲线运动的物体的速度大小变化情况时, 应从下列关系入手:

当物体所受合外力方向与速度方向的夹角为锐角时, 物体做曲线运动的速率增大;

当物体所受合外力方向与速度方向的夹角为钝角时, 物体做曲线运动的速率减小;

当物体所受合外力方向与速度方向的夹角为直角(或垂直)时, 物体做曲线运动的速率不变。

物体做曲线运动条件, 从运动学角度, 其加速度与速度的方向不在同一条直线上。



此题重点考查了力的作用效果, 即合外力可以分解为一个与速度方向在一条直线上的分力, 即轨迹切线方向的分力(切向力)和一个与速度方向垂直的分力即轨迹法线方向的分力(法向力)。切向力使速度大小改变, 法向力改变速度的方向, 合外力总是指向轨迹的凹侧。

由图中可以大致判定恒力 F 的方向, 如图 5-1-1 所示, 故力 F 变为 $-F$ 时, 物体可能沿 Bc 运动, 故 C 正确。

- 例 4 如图 5-1-2 所示, 为某一物体的速度—时间图象(曲线为 $1/4$ 圆弧), 则由此可知物体是做 ()

- A. 曲线运动 B. 匀速直线运动
C. 匀变速直线运动 D. 变加速直线运动



本图象为 $v-t$ 图象, 不是物体运动的轨迹, 而是物体运动的 $v-t$ 图象。

据图 5-1-2 可知, 物体运动的速度方向一直为正方向, 其大小逐渐减小, 斜率逐渐增大, 即物体做加速度逐渐增大的变减速直线运动。故物体做变加速直线运动。

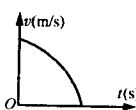


图 5-1-2

所以本题的正确选项为 D。

- 例 5 某物体在一足够大的光滑水平面上向西运动, 当它受到一个向南的恒定外力作用时, 物体的运动将是 ()

- A. 直线运动且是匀变速直线运动
B. 曲线运动但加速度方向不变、大小不变, 是匀变速运动
C. 曲线运动但加速度方向改变、大小不变, 是非匀变速曲线运动
D. 曲线运动但加速度方向和大小均改变, 是非匀变速曲线运动



由于物体所受到的合外力是恒力, 且方向垂直于初速度方向, 由牛顿第二定律和物体做曲线运动的条件可知: 物体做的运动为曲线运动且加速度大小和方向均不变, 因此为匀变速曲线运动。



素质能力测试

1. 关于曲线运动的下列说法中, 正确的是
 - A. 任何曲线运动, 都是变速运动
 - B. 任何变速运动, 都是曲线运动
 - C. 曲线运动的速度方向在该点的切线方向上, 因而方向是变化的
 - D. 曲线运动的速度方向在该点的切线方向上, 因而方向是不变的
2. 下列关于力和运动的说法中正确的是
 - A. 物体在恒力作用下不可能做曲线运动
 - B. 物体在变力作用下不可能做直线运动
 - C. 物体在变力作用下有可能做曲线运动
 - D. 物体的受力方向与它的速度方向不在一条直线上时, 有可能做直线运动

点击知识点

() 考查知识点 1

() 考查知识点 2

3. 下列说法是否正确,为什么?

考查知识点 2

(1)如果物体所受合外力为恒力,且在此恒力的作用下做直线运动,则物体不可能在此恒力作用下做曲线运动.

(2)如果物体所受合外力为恒力,且在此恒力的作用下做曲线运动,则物体不可能在此恒力作用下做直线运动.

4. 汽车以恒定的速度绕圆形广场一周用 2 min 的时间,汽车每行驶半周,速度的方向改变多少度? 汽车每行驶 10 s,速度的方向改变多少度? 画出汽车在相隔 10 s 的两个位置的速度矢量的示意图.

考查知识点 1、3

5. 一个物体在光滑水平面上以初速度 v 做曲线运动, 已知物体在运动过程中: 只受恒力的作用, 其运动轨迹如图 5-1-3 所示, 那么物体在由 M 点运动到 N 点的过程中, 物体的速度大小的变化情况为_____.



图 5-1-3

6. 如图 5-1-4 所示, 物体做圆周运动, 在 A 点物体所受的合外力 F 既不与速度的方向垂直也不与速度的方向在一条直线上, 此时我们可以将 F 进行正交分解, 使一个分力 F_1 与速度 v 的方向垂直, 另一个分力 F_2 与速度方向平行, 其中分力 F_1 只改变速度的_____, 分力 F_2 只改变速度的_____, 当 $F_1 = 0$ 时, 物体将做_____运动, 此时物体的运动将_____; 若 F 与 v 的夹角为锐角, 物体的运动速率将_____.

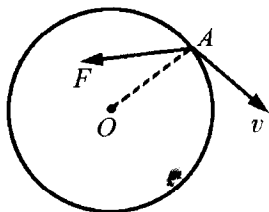


图 5-1-4

7. 观察自行车挡泥板的安放位置, 说明其原因.

8. 一个质点受两个互成锐角的力 F_1 和 F_2 的作用, 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 $F_1 + \Delta F$, 则质点此后 ()
- A. 一定做匀变速曲线运动 B. 可能做匀速直线运动
C. 可能做变加速曲线运动 D. 做匀变速直线运动

9. 关于曲线运动的物体速度和加速度说法中正确的是 ()

- A. 速度方向不断改变, 加速度方向不断改变
B. 速度方向不断改变, 加速度一定不为零
C. 加速度越大, 速度的大小改变得越快
D. 加速度越大, 速度改变得越快

考查知识点 4

考查知识点 4、5

考查知识点 1

考查知识点 1、3

考查知识点 5

第2节

运动的合成和分解

同步教材研读
名师解疑释惑典型例题解析
了解考题形式

知识要点归纳

1 运动的合成与分解

(1) 定义: 研究运动的合成与分解的目的在于把一些复杂的运动简化为比较简单的运动, 这样就可以利用已经掌握的规律来研究一些较为复杂的运动. 已知分运动情况, 求合运动情况叫运动的合成; 已知合运动情况, 求分运动情况叫运动的分解.

(2) 运动的合成与分解遵循平行四边形定则

运动的合成与分解包括位移、速度、加速度的合成与分解, 这些物理量都是矢量, 合成分解时要应用适用于所有矢量运动的平行四边形定则、三角形定则和正交分解法. 分解是合成的逆过程.

(3) 如何进行运动分解

按运动产生的实际效果分解是运动分解的原则. 明确运动产生的实际效果, 从而确定分运动的方向是正确分解一个运动的关键.

2 合运动与分运动的关系

(1) 运动的合成与分解的独立性原理: 一个运动如果由两个分运动合成而形成, 那么这两个分运动彼此互不干扰、独立运动. 根据运动合成与分解的独立性, 在分析一个分运动时, 可暂时认为另一个分运动不存在, 这样可使复杂问题简单化. 可巧记为: 围而不攻, 各个击破.

(2) 运动的合成与分解的等时性原理: 因为合运动和分运动总是同时进行的, 所以合运动经历的时间与分运动经历的时间必然总相等. 掌握运动的合成与分解中的等时性为解决时间问题提供了较多的途径, 等时性也是联系分运动和分运动、分运动与合运动间的一条纽带.

(3) 运动的合成与分解的等效性原理: 合运动是分各分运动共同产生的总运动效果. 合运动与各分运动的总效果可以相互替代.

3 合运动的性质和轨迹

两直线运动的合运动的性质和轨迹以及合初速度与合加速度的方向关系确定: 两个匀速直线运动的合运动仍是匀速直线运动; 一个匀速直线运动和一个匀变速直线运动的合运动仍是匀变速直线运动, 两者在一条直线上时为匀变速直线运动, 两者不在一条直线上时为匀变速曲线运动. 总之, 当合初速

名师解题

例1 如果前面所做的演示实验中玻璃管长 90 cm, 红蜡烛由玻璃管的一端沿玻璃管匀速的竖直向上运动, 同时匀速水平移动, 当玻璃管水平移动 80 cm 时, 红蜡烛到达玻璃管的另一端, 整个过程所用时间为 20 s, 求红蜡烛的实际运动速度.



依据运动分解作出红蜡烛运动位移的分解矢量图, 如图 5-2-2 所示.

已知竖直分位移:

$$s_{\perp} = 90 \text{ cm} = 0.9 \text{ m};$$

$$\text{水平分位移: } s_{\parallel} = 80 \text{ cm} = 0.8 \text{ m}$$

解得, 红蜡烛的实际位移为:

$$s = \sqrt{s_{\perp}^2 + s_{\parallel}^2} = \sqrt{145/100} \approx 1.2 (\text{m}).$$

所以, 红蜡烛的实际速度为:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{1.2}{20} = 0.06 (\text{m/s}).$$

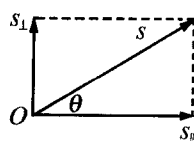


图 5-2-2

例2 某人站在扶梯上, 经过 t_1 时间从一楼升到二楼, 若自动扶梯不动, 人沿扶梯从一楼走到二楼所用时间为 t_2 , 现使自动扶梯正常运动, 人也保持原来速度沿扶梯向上走, 则人从一楼到二楼所用时间为_____.



设从一楼到二楼的位移为 s , 解得:

$$\text{扶梯、人的速度分别为: } v_1 = \frac{s}{t_1}, v_2 = \frac{s}{t_2}$$

$$\text{则合运动的运动速度为 } v = v_1 + v_2 = \frac{s}{t_1} + \frac{s}{t_2}.$$

$$\text{解得合运动的运动时间为: } t = \frac{s}{v} = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}.$$

例3 关于运动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. 两个不在一条直线上的匀速直线运动的合运动一定是直线运动
- C. 两个初速度为零的匀加速直线运动的合运动一定是匀加速直线运动
- D. 匀加速直线运动和匀速直线运动的合运动一定是直线运动



依据两条直线运动合成后合运动的曲直性的判断方法得知, 本题的正确选项为: B、C.

例4 如下图 5-2-3(a) 所示, 河宽为 L , 船对水的速度为 $v_{\text{船}}$, 水的流速为 $v_{\text{水}}$, 试分析:

- (1) 船怎样渡河, 所需时间最短? 最短时间是多少?
- (2) 当 $v_{\text{船}} > v_{\text{水}}$ 时, 船怎样渡河位移最小? 最小位移是多少?

度与合加速度在一条直线上时,为匀变速直线运动;合初速度与合加速度不在一条直线上时,物体做匀变速曲线运动。



思维能力拓展

4 判断两个直线运动的合运动的轨迹是直线还是曲线的条件

- (1)初速度为 v_0 , 加速度为 a 的匀变速直线运动, 可以看作是一个速度是 v_0 的匀速直线运动和一个初速度为零、加速度为 a 的与 v_0 在同一方向上的匀加速直线运动的合运动。
- (2)两个互成角度的匀速直线运动的合运动一定是匀速直线运动。因为两个分运动速度恒定(加速度为零), 所以其合速度也恒定(合加速度为零)。
- (3)互成角度的一个匀速直线运动和一个匀变速直线运动的合成运动一定是曲线运动。
- (4)互成角度的两个匀变速直线运动的合运动, 可能是匀变速直线运动(合速度与合加速度方向在一条直线上), 也可能是匀变速曲线运动(合加速度与合速度不在一条直线上)。

判断合运动是直线运动还是曲线运动, 依据是物体所受的合外力(或物体的合加速度)与合速度方向是否在一条直线上, 只要合力(或合加速度)与合速度方向在一条直线上, 物体的合运动一定是直线运动, 只要合力(或合加速度)与合速度方向不在一条直线上, 物体的合运动一定是曲线运动。



综合创新运用

5 渡河与下雨、刮风及其他

- (1)小船的实际运动为合运动有。两个效果运动, 即随水流的运动和船在静水中的划行运动为两个分运动。
- (2)小船渡河的时间等于划行分运动的时间。也就是说, 如果划行速度一定, 那么小船的渡河时间也就定了。小船渡河的最短时间为 $t = \frac{L}{v_1}$, 其中 L 为河宽、 v_1 为在静水中划行速度的大小, 此时划行速度的方向垂直于河岸。
- (3)小船渡河的位移指的是小船的实际位移。当划行速度大于水流速度时, 可以利用矢量三角形来说明小船渡河的最小位移等于河的宽度。
- (4)下雨(或刮风)时, 雨(或风)的实际运动为一个分运动, 相当于水流运动; 因人行走造成的“雨”(或“风”)的运动为另一个分运动, 相当于划行分运动; 人感觉到的雨(或风)的运动为合运动, 相当于船的实际运动。

(3)当 $v_{\text{船}} < v_{\text{水}}$ 时, 船怎样渡河位移最小, 最小位移多大?

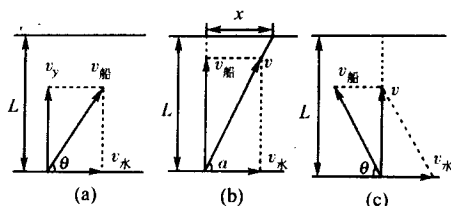


图 5-2-3



(1)船渡河的时间 t 取决于 $v_{\text{船}}$ 垂直河岸的分量 v_y 和河宽 L , 而与 $v_{\text{水}}$ 无关。

设船头与河岸的夹角为 θ , 则渡河时间可以表示为

$$t = \frac{L}{v_y} = \frac{L}{v_{\text{船}} \sin \theta}$$

可见, 当 $\sin \theta = 1$, $\theta = 90^\circ$ 即船头垂直河岸时(图 b), 渡河时间最短并为 $t_{\min} = \frac{L}{v_{\text{船}}}$

(2)如图(c)所示, 当 $v_{\text{船}} > v_{\text{水}}$, 船的合速度 v 垂直河岸时, 渡河位移最小, 且等于河宽, 即 $s_{\min} = L$ 。所以, 船头应斜对上游, 且与河岸的夹角为 $\theta = \arccos \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}}$ 。

(3)如图 5-2-4 所示, $v_{\text{水}} > v_{\text{船}}$ 时, 以 $v_{\text{水}}$ 末端为圆心, 以 $v_{\text{船}}$ 大小为半径画半圆, 船的实际速度以 $v_{\text{水}}$ 的始端为始端, 圆周上一点为末端。与河岸夹角最大的方向沿图示切线方向, 此时渡河路径最短。

$$\frac{L}{s_{\min}} = \frac{v_{\text{船}}}{v_{\text{水}}} \quad s_{\min} = \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}} L$$

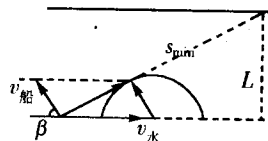


图 5-2-4

例 5 如图 5-2-5 所示, 在水平地面上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 。已知 $v_1 = v$ 求:

- (1)两绳夹角为 θ 时, 物体上升的速度。
- (2)在汽车做匀速直线运动的过程中, 物体是加速上升还是减速上升?
- (3)绳子对物体拉力 F 与物体所受重力 mg 的大小关系如何?

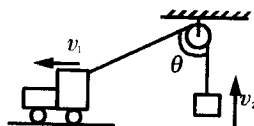


图 5-2-5

6 直线运动与曲线运动的合成与分解

如图 5-2-1 所示,用一根轻绳牵引小船靠岸,若收绳的速度为 v_1 ,在绳子与水平方向的夹角为 α 的时刻,船的速度 v 有多大?

图 5-2-1

小船靠岸的运动是实际运动,即为小船运动的合运动,沿绳和垂直于绳的运动为两个效果运动,即为两个分运动.

将小船的实际运动沿绳和垂直绳分解,如图 5-2-1 所示.

解得 $v_1 = v \cos \alpha$, 即 $v = \frac{v_1}{\cos \alpha}$

注:运动的合成与分解可以利用图示法求解,也可以利用假设法求解.



(1) 将小车的运动依据实际效果分解为沿绳的直线运动和垂直于绳的运动,如图 5-2-6 所示. 解得: $v_2 = v_1 \sin \theta$, $v_1 = v$, 所以 $v_2 = v \sin \theta$.

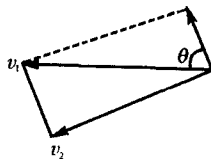


图 5-2-6

(2) 依据 $v_2 = v \sin \theta$ 可知:当小车向左匀速直线运动时,角度 θ 变大,因此绳的运动速度变大,物体将加速向上运动,即加速上升

(3) 物体加速上升,物体所受合外力的方向竖直向上,而物体受重力和拉力的作用,显然拉力 F 大于物体的重力 mg .



素质能力测试

1. 如图 5-2-7 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

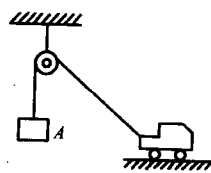


图 5-2-7

2. 游泳运动员以恒定的速度垂直河岸横渡. 当水速突然增大时,对运动员横渡经历的路程和时间发生的影响是

- A. 路程增长,时间增长
- B. 路程增长,时间缩短
- C. 路程增长,时间不变
- D. 路程与时间均与水速无关

3. 分析下列各物体的运动方向和大小:

(1) 人向东跑的速度为 4 m/s 时,觉得无风,这时风速多大,方向怎样?

(2) 如果东风速度为 5 m/s ,那么人怎样跑觉得无风? 以这样的速率怎样跑觉得风从东偏南 45° 方向吹来? 这时风对人的速度多大?

点击知识点

考查知识点 1

考查知识点 2

考查知识点 3

4. 如图 5-2-8 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 变为 $-F$),在此力作用下,物体以后的运动情况,下列说法正确的是 ()

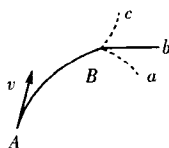


图 5-2-8

- 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
5. 如图 5-2-9 所示,质点 a 从 A 出发,沿 AC 方向以 $v_1 = 3 \text{ m/s}$ 的速度做匀速直线运动,与此同时,质点 b 从 B 点开始出发也做匀速直线运动, $AB \perp AC$, 且 $AB = 20 \text{ m}$. 若要求质点 b 在出发后 5 s 赶上质点 a , 求质点 b 的速度的大小和方向.

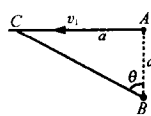


图 5-2-9

考查知识点 3、4

考查知识点 1、2、3、4

6. 小船在 200 m 宽的河中垂直于河岸航行,水流的速度为 2 m/s ,船在静水中的速度为 4 m/s ,求:

考查知识点 5

(1) 小船将在何时、何地到达对岸?

(2) 若水流的速度为 1 m/s 或 3 m/s 时,船到达对岸的时间又是多少?

(3) 船头沿什么方向航行时,渡河的时间最短?

(4) 船头沿什么方向航行时,渡河的航程最短?

7. 飞机在航行测量时,它的航线要严格的从东到西,如果飞机的速度是 80 km/s ,风从南面吹来,风的速度为 40 km/s ,那么:

考查知识点 5

(1) 飞机应朝哪个方向飞行;

(2) 如果所测地区长达 $80\sqrt{3} \text{ km}$,所需时间是多少?

8. 如图 5-2-10 所示,一个轻质环 P 套在竖直杆 AB 上用一根细线通过光滑定滑轮 O ,系在质量为 m 的物块上,现在让轻质环 P 沿着竖直杆从 A 端匀速运动到 B 端,且运动速度为 v ,则:

考查知识点 6

(1) 物块 m 的运动情况如何?

(2) 细线对物块的拉力与重力的大小关系如何?

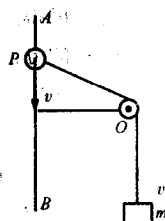


图 5-2-10

第3节

平抛物体的运动

同步教材研读
名师讲解释惑

典型例题解析
了解命题形式



知识要点归纳

1 平抛运动

(1)定义:物体用一定的初速度沿水平方向抛出只在重力作用下的运动。

(2)物体做平抛运动的条件

物体具有水平初速度且只在重力作用下。

(3)平抛运动的性质

由于做平抛运动的物体只受重力作用,由牛顿第二定律可知:其加速度恒为 g ,所以平抛运动是匀变速运动;由于初速度水平与重力不在一条直线上,物体做曲线运动。所以平抛运动是匀变速曲线运动,其轨迹是抛物线。

(4)研究平抛运动的方法

研究平抛运动采用运动分解的方法。平抛运动可视为水平匀速直线运动和竖直方向上的自由落体运动的合运动。故解决有关平抛运动的问题时,首先把平抛运动分解为水平匀速直线运动和竖直自由落体运动,然后分别运用两个分运动的规律去求分速度、分位移等,最后合成得到平抛运动的速度、位移等。这种处理问题的方法可以变曲线运动为直线运动,使问题得以简化。

2 平抛运动的规律

以抛点为坐标原点,取水平初速度方向为 x 轴正方向,竖直向下的方向为 y 轴正方向建立直角坐标系,设物体在任意时刻 t 的位置坐标 $P(x, y)$,速度为 v_t ,位移为 s ,如图 5-3-1 所示

(1)位移—时间关系(位置坐标)

水平分位移: $x = v_0 t$

竖直分位移: $y = \frac{1}{2} g t^2$

t 时间内合位移的大小和方向:

$$s = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(v_0 t)^2 + (\frac{1}{2} g t^2)^2}$$

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

$$\theta = \arctan(\frac{g t}{2 v_0})$$

(2)速度—时间关系

水平分速度: $v_x = v_0$, 竖直分速度: $v_y = g t$,

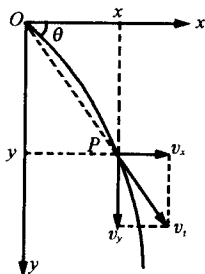


图 5-3-1

名师解题

例 1 一架飞机水平匀速飞行,从飞机上每隔 1 s 释放一个铁球,先后共释放 4 个。若不计空气阻力,从地面上观察 4 个球()

- A. 在空中任何时刻总是排成抛物线,它们的落地点是等间距的
- B. 在空中任何时刻总是排成抛物线,它们落地点是不等间距的
- C. 在空中任何时刻总在飞机正下方,排成竖直的直线,它们的落地点是等间距的
- D. 在空中任何时刻总在飞机正下方,排成竖直的直线,它们的落地点是不等间距的



C 项正确。因为铁球从飞机上释放后做平抛运动,在水平方向上具有与飞机相同的速度,不论铁球何时从飞机上释放,铁球与飞机在水平方向上都无相对运动。铁球同时还做自由落体运动,它在竖直方向将离飞机越来越远,所以四个球在落地前始终处于飞机的正下方,而排成一条竖直直线,又因为从飞机上每隔 1 s 释放一个球,而每个球在空中运动的时间又是相等的,所以这 4 个球落地的时间也依次相差 1 s。而 4 个铁球在水平方向上的速度都相同,它们的落地点必然是等间距的。若以飞机为参考系观察 4 个铁球都做自由落体运动。

例 2 如图 5-3-2 所示,以 9.8 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 $\theta = 30^\circ$ 的斜面上,则物体飞行的时间是多少?



平抛物体的运动在水平方向的分运动是匀速直线运动,所以撞在斜面上时,水平方向速度

$v_x = 9.8$ m/s,合速度垂直于斜面,即合速度 v

与 v_x (水平方向)成 $\alpha = 60^\circ$ 角,见图,所以竖直方向速度

$$v_y = v_x \tan 60^\circ = 9.8\sqrt{3} \text{ m/s}$$

又因为 $v_y = g t$,所以

$$t = \frac{v_y}{g} = \frac{9.8\sqrt{3}}{9.8} \text{ s} = \sqrt{3} \text{ s}$$

因为分运动与合运动等时,故物体飞行时间是 $\sqrt{3}$ s。

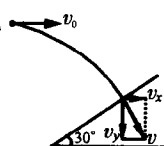


图 5-3-2

例 3 平抛运动的物体,在落地前最后 1 s 内,其速度方向由跟竖直方向成 60° 角变为与竖直方向成 45° 角,求物体抛出时的速度和下落的高度。



设物体的初速度为 v_0 ,根据题意,画出反映速度关系的矢量图,如图 5-3-3 所示,最后 1 s 内速度的变化 $\Delta v = g \Delta t = 9.8$ m/s,且方向竖直向下,分析矢量图

可知:

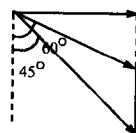


图 5-3-3