

王后雄学案

教材完全解读

总策划：熊辉



修订版

高一物理(下)

丛书主编：王后雄

本册主编：肖平习



中国青年出版社

王后雄学案

教材完全解读

高一物理（下）

主 编：肖平习
副主编：程 嗣 丁庆红
编 委：王世清 孙梦家
余宇平 刘献文
刘祥龙 汪建军
杨柏林 胡继明
胡少平 钟瑞文
聂 新 徐海洋
唐 健 黄建华
曹建波 谭林华



中国青年出版社

(京)新登字 083 号

图书在版编目(CIP)数据

教材完全解读·高一物理·下:2006年修订版/肖平习主编. —3版. —北京:
中国青年出版社,2005
ISBN 7-5006-5523-1

I.教... II.肖... 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(2005)第 036056 号

策 划:熊 辉
责任编辑:李 扬
封面设计:小 河

教材完全解读

高一物理

2006年修订版

中国青年出版社出版 发行

社址:北京东四12条21号 邮政编码:100708

网址:www.cyp.com.cn

编辑部电话:(010)64034328

营销中心电话:(010)64065904

聚鑫印刷有限责任公司印制 新华书店经销

889×1194 1/16 10印张 268千字

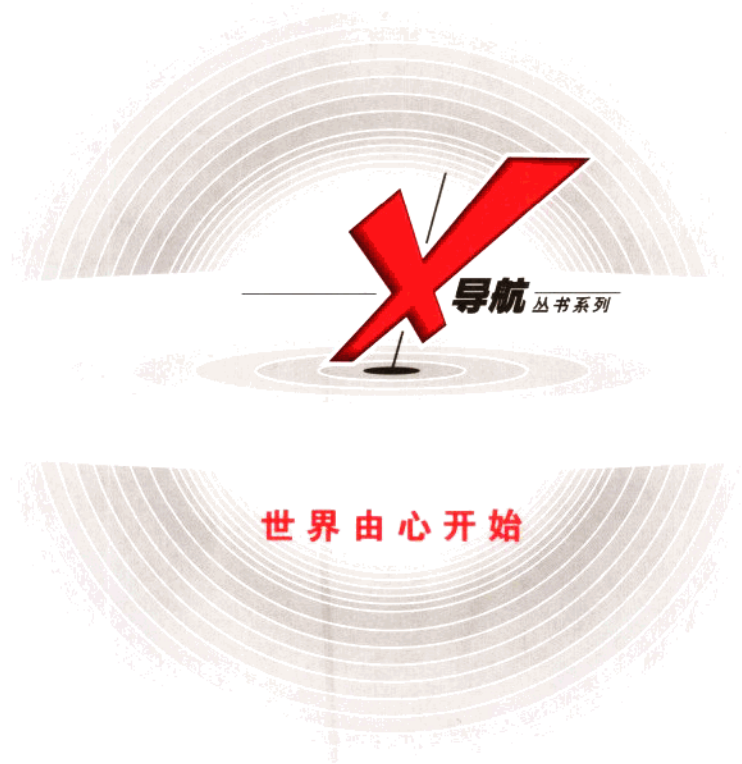
2003年7月北京第1版 2005年11月北京第3版 2005年12月河北第7次印刷

印数:100001—106000册

定价:14.30元

本书如有任何印装质量问题,请与出版处联系调换

联系电话:(010)64033570



X导航——用心著书，用心育人

故事中的世界里有一对象征幸福的青鸟，每个人都在耗尽毕生的精力去努力寻找……

X导航——致力于收获每一位学生的笑脸；每一张洋溢着幸福与希冀的笑脸；每一张写满骄傲与自豪的笑脸；每一张实现梦想后成功与满足的笑脸，这是我们的青鸟。

你的呢……

X导航丛书2006版图书——高中版

《高考完全解读·2轮专题》

《语文》 《化学》
《数学》文科 《生物》
《数学》理科 《政治》
《英语》 《历史》
《物理》 《地理》



《2轮点金》

《语文》 《生物》
《数学》 《政治》
《英语》 《历史》
《物理》 《地理》
《化学》 《地理》

《教材完全解读》

高一 (大纲版)

《语文》上·下册 《生物》第一册
《数学》上·下册 《政治》上·下册
《英语》上·下册 《历史》上·下册
《物理》上·下册 《地理》上·下册
《化学》上·下册 《地理》上·下册

高二 (大纲版)

《语文》上·下册 《生物》第二册
《数学》上·下册 《政治》上·下册
《英语》上·下册 《历史》上·下册
《物理》上·下册 《地理》第一册
《化学》上·下册 《地理》第一册

高三 (大纲版)

《语文》全一册 《化学》全一册
《数学》全一册 《政治》全一册
《英语》全一册 《历史》全一册
《物理》全一册 《地理》第二册

高中课标本 (必修1)

《语文》 人教版 粤教版 苏教版
《数学》 人教版 苏教版 北师大版
《英语》 人教版 译林牛津版
《物理》 人教版 粤教版
《化学》 人教版 苏教版 鲁科版
《生物》 人教版 苏教版
《政治》 人教版
《历史》 人教版 岳麓版
《地理》 人教版 中图版

高中课标本 (必修2)

《语文》 人教版 粤教版 苏教版
《数学》 人教版 苏教版
《英语》 人教版 译林牛津版
《物理》 人教版 粤教版
《化学》 人教版 苏教版 鲁科版
《生物》 人教版 苏教版
《政治》 人教版
《历史》 人教版 岳麓版
《地理》 人教版



《创新作业本》

高一

《语文》上·下册
《数学》上·下册
《英语》上·下册
《物理》上·下册
《化学》上·下册
《生物》第一册
《政治》上·下册
《历史》上·下册
《地理》上·下册

高二

《语文》上·下册
《数学》上·下册
《英语》上·下册
《物理》上·下册
《化学》上·下册
《生物》第二册
《政治》上·下册
《历史》上·下册
《地理》第一册

高三

《语文》
《数学》
《英语》
《物理》
《化学》
《生物》
《政治》
《历史》
《地理》第二册



《三基知识手册》

基础知识 —— 基础知识百科全书
基本方法 —— 基本方法透析全解
基本题型 —— 基本题型经典诠释

《高中语文》
《高中数学》
《高中英语词汇》
《高中英语语法》
《高中物理》

《高中化学》
《高中生物》
《高中政治》
《高中历史》
《高中地理》

学考新捷径：《教材完全解读》

—— 中学教材诠解学生版

在现行的教育体制下，掌握教材是学习的根本。优秀的成绩源于对课堂知识的深入体会；源于对课本内容的理性认识；源于对平常知识的点滴累积。基于这种思想，X导航课研组于2003年7月隆重推出《教材完全解读》(上册)。至今已历经数次修订再版，该书以“透析全解、双栏对照、服务学生”为宗旨，助您走向成功。

为了让您更充分地理解本书的特点，请您在选购和使用本书时，先阅读本书的使用方法图示。

1 重难点聚焦

考点解读——“考试解题思维”、“答题要点”，考试解题、答题技巧尽在其中！

2 方法·技巧平台

3 综合·创新拓展

4 能力题型设计

掌握考试题型变化趋势，体现实践、综合、创新能力。对考试能力题型设计进行了科学的探索和最新的预测。

名师诠释

讲例对照、双栏排版、双色凸现“解题思维”、“解题依据”和“答题要点”，有效地理清解题思路，提高解题效率。

点击考点

右栏双色凸现测试要点，方便您查阅解题依据，与讲例相互印证。当解题无措时，建议您参照右栏提示，在“考点解读”栏中寻找解题依据和思路。

教材课后习题解答

详细解答课本课后习题——课后习题完全解密！

思路提示·标准解答

以高考“标准答案”为准，解题科学、精炼，帮您养成规范答题的良好习惯，使您在考试答题中万无一失！

最新5年高考名题诠解

汇集高考名题，讲解细致入微，教纲、考纲，双向例释；练习、考试，讲解透彻；多学、精练，效果显著。

谨此，预祝您在学习新方法中取得好成绩！

《X导航·教材完全解读》丛书主编

王后雄



X导航丛书系列2006新教辅

讲

《中考完全解读》复习讲解—紧扼中考的脉搏

练

《中考总复习课时40练》难点突破—挑战思维的极限

讲

《高考完全解读》精湛解析—把握高考的方向

练

《高考总复习·1轮集训》阶段测试—进入实践的演练

专

《高考完全解读·2轮专题》专题讲练—攻克难点的冲刺

讲

《教材完全解读》细致讲解—汲取教材的精髓

例

《三基知识手册》透析题型—掌握知识的法宝

练

《创新作业本》夯实基础—奠定能力的基石

伴随着新的课程标准问世及新版教材的推广，经过多年的锤炼与优化，数次的修订与改版，如今的“X导航”丛书系列以精益求精的质量、独具匠心的创意，已成为备受广大读者青睐的品牌图书。今天，我们已形成了高效、实用的同步练习与应试复习丛书体系，如果您能结合自身的实际情况配套使用，一定能取得立竿见影的效果。



读者反馈表

您只要如实填写以下几项并寄给我们，将有可能成为最幸运的读者，丰厚的礼品等着您拿，数量有限（每学期50名）一定要快呀！

您最希望得到的**礼品** 200元以下 (请您自行填写)



A _____



B _____



C _____

(请您务必填写详细，否则礼品无法送到您的手中)

您的个人资料		
姓名：	学校：	联系电话：
邮编：	通讯地址：	
职业：	教师 <input type="checkbox"/>	学生 <input type="checkbox"/> 调研员 <input type="checkbox"/>
您所在学校现使用的教材版本		
语文：	数学：	英语：
物理：	化学：	生物：
政治：	历史：	地理：
请在右栏列举3本您喜爱的教辅（参）		
您发现的本书(2006版《教材完全解读》高一物理·下册)错误：		
您对本书的意见或建议：		

以下为地址，请剪下贴在信封上

信寄：湖北省武汉市江汉区长江日报路图书大世界湖滨路11号“X导航教育研发中心”收
邮编：430015

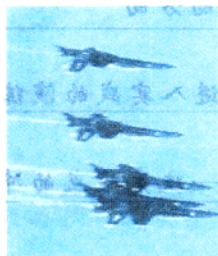
目 录

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.....	6
第三节 平抛物体的运动.....	13
第四节 匀速圆周运动.....	20
第五节 向心力 向心加速度.....	25
第六节 匀速圆周运动的实例分析.....	33
第七节 离心现象及其应用.....	40
实验五 研究平抛物体的运动.....	44
第五章 知识与能力同步测控题.....	49



第六章 万有引力定律.....51



第一节 行星的运动.....	51
第二节 万有引力定律.....	51
第三节 引力常量的测定.....	60
第四节 万有引力定律在天文学上的应用.....	60
第五节 人造卫星 宇宙速度.....	67
第六节 行星、恒星、星系和宇宙.....	67
第六章 知识与能力同步测控题.....	76

第七章 机械能.....78

第一节 功.....	78
第二节 功率.....	85
第三节 功和能.....	92
第四节 动能 动能定理.....	97
第五节 重力势能.....	105
第六节 机械能守恒定律.....	111
第七节 机械能守恒定律的应用.....	118
实验六 验证机械能守恒定律.....	126
第七章 知识与能力同步测控题.....	131



高一综合测试卷（一）.....	133
高一综合测试卷（二）.....	135
答案与提示.....	137

知识与方法

阅读索引

第五章 曲线运动

第一节 曲线运动

1. 曲线运动的概念 1
2. 曲线运动的速度 1
3. 曲线运动的性质与条件 2
4. 几种不同运动规律的比较 2
5. 曲线运动的条件和特点 3
6. 曲线运动知识拓展 3

第二节 运动的合成和分解

1. 运动的合成与分解 6
2. 合运动与分运动的关系 6
3. 运动合成与分解所遵循的定则 6
4. 两个分运动合成的分类 7
5. 分解实际运动的方法 7
6. 运动合成和分解的平行四边形法或三角形法
..... 9
7. 用相对运动规律来处理运动的合成与分解
..... 9

第三节 平抛物体的运动

1. 平抛运动的性质及研究方法 13
2. 平抛运动的规律 13
3. 平抛运动的几个有用的结论 14
4. 平抛运动中物体离斜面最远的条件 14
5. 利用平抛运动的轨迹解题 15
6. 类平抛运动 15
7. 排球不触网且不越界的条件 15

第四节 匀速圆周运动

1. 描述匀速圆周运动快慢的物理量 20
2. 线速度、角速度、周期之间的关系 20
3. 两个有用的结论 21
4. 周期性引起的多解问题 22

第五节 向心力 向心加速度

1. 向心力 25
2. 向心加速度 25
3. 对匀速圆周运动的进一步理解 26
4. 向心力来源分析 27
5. 应用向心力公式解题的思路 28
6. 匀速圆周运动的动态分析 28

第六节 匀速圆周运动的实例分析

1. 运动规律的理解 33
2. 火车转弯 34
3. 汽车过拱桥、过凹桥问题 35
4. 常见的匀速圆周运动的实例图表 35
5. 解圆周运动问题的基本步骤 36
6. 临界问题分析 36

第七节 离心现象及其应用

1. 离心运动 40
2. 离心运动的成因 40
3. 离心运动的应用 40
4. 离心运动的防止 41
5. 离心试验器的原理 41
6. “离心沉淀”与“重力沉淀”的比较 42

实验五 研究平抛物体的运动

1. 实验目的 44
2. 实验原理 44
3. 实验器材及实验步骤 44
4. 注意事项 45
5. 测弹丸的初速度 45
6. 理论联系实际问题 46

第六章 万有引力定律

第一节 行星的运动

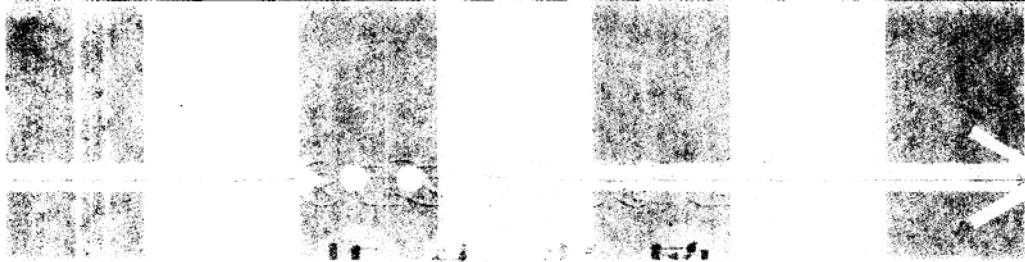
第二节 万有引力定律

1. 地心说与日心说 51
2. 开普勒三定律 51
3. 万有引力定律 52
4. 万有引力定律的推导思路和方法 53
5. 万有引力定律的两个重要推论 53
6. 物体在赤道上失重的四个重要规律 54
7. 重力加速度的基本计算方法 55
8. 填补法的应用 56

第三节 引力常量的测定

第四节 万有引力定律在天文学上的应用

1. 卡文迪许与引力常量的测定 60
2. 天体质量计算的几种方法 61
3. 天体密度的计算 62



4. 天体运动的演变猜想及推理分析	62
5. 宇宙中的双星系统	63
第五节 人造卫星 宇宙速度	
第六节 行星、恒星、星系和宇宙	
1. 人造地球卫星	67
2. 三种宇宙速度	67
3. 人造卫星的运行速度、角速度、周期与半径的关系	68
4. 人造卫星的发射速度与运行速度及超重与失重	68
5. 人造卫星的加速度	69
6. 地球同步卫星	69
7. 与星球表面的重力加速度有关的问题	70
8. 涉及卫星的信息题	70
9. 黑洞问题	70
第七章 机械能	
第一节 功	
1. 功的概念	78
2. 功的正负	78
3. 功的计算方法	79
4. 变力做功的计算	80
第二节 功率	
1. 功率	85
2. 平均功率和瞬时功率	85
3. 平均功率和瞬时功率的计算	85
4. 功率与机械效率	86
5. 机车以恒定功率起动和匀加速起动的区别	87
6. 利用 $W = Pt$ 求变力做功问题	88
第三节 功和能	
1. 能的概念	92
2. 功和能之间的关系	92
3. 常用的判断力是否做功及做功正负的方法	93
4. $W = F \cdot s \cdot \cos\theta$ 中 s 的计算	93
5. 作用力与反作用力的功	94
6. 摩擦力做功的特点	94

第四节 动能 动能定理	
1. 动能	97
2. 动能定理	97
3. 应用动能定理解题的一般步骤	98
4. 动能定理的应用技巧	98
5. 应用动能定理求变力做功	100
第五节 重力势能	
1. 重力势能	105
2. 弹性势能	105
3. 重力势能的相对性与重力势能变化的绝对性	105
4. 重力做功和重力势能改变的关系	106
5. 重力势能归系统所有	107
第六节 机械能守恒定律	
1. 机械能	111
2. 机械能守恒定律	111
3. 应用机械能守恒定律解题的步骤	111
4. 如何判断机械能是否守恒	112
5. 链条机械能守恒问题	113
第七节 机械能守恒定律的应用	
1. 应用机械能守恒定律分析解决实际问题的 一般步骤	118
2. 判定机械能守恒的两种方法	118
3. 功和能量转化的关系	118
4. 运用机械能守恒的优越性	119
5. 机械能守恒定律应用的基本方法	119
6. 机械能守恒定律与圆周运动的结合	119
7. 能量转化与守恒	119
8. 应用机械能守恒定律求解变力做功问题	120
实验六 验证机械能守恒定律	
1. 实验目的	126
2. 实验原理	126
3. 实验器材	126
4. 实验步骤	126
5. 实验结论	126
6. 辨析	127
7. 误差分析	128
8. 设计型实验	128

第五章 曲线运动

本章考试说明要求

内容	要求	说明
1. 运动的合成和分解	I	不要求会推导向心加速度公式: $a = \frac{v^2}{R}$
2. 曲线运动中质点的速度沿轨道的切线方向,且必具有加速度	II	
3. 平抛运动	II	
4. 匀速圆周运动、线速度和角速度、周期、圆周运动的向心加速度、向心力	II	

第一节 曲线运动

重难点聚焦

1. 曲线运动的概念

所有物体的运动从轨迹的不同可以分为两大类,即直线运动和曲线运动。

运动轨迹是直线的运动叫做直线运动;运动轨迹是曲线的运动叫做曲线运动。

2. 描述曲线运动的重要物理量——速度

(1)速度是一个矢量,既有大小,又有方向,假如在运动过程中只有速度大小的变化,而物体的速度方向不变,则物体只能做直线运动。因此,若物体做曲线运动,表明物体的速度方向发生了变化。

从观察实验现象可以知道,做曲线运动的质点脱离曲线后,在曲线的切线方向上做直线运动。从牛顿第一定律可以做出这样的分析:质点脱离曲线后不受力的作用时,由于惯性会保持脱离曲线时的速度做匀速直线运动。由实验观察和分析可知,质点做曲线运动时,速度的方向是时刻改变的,任一时刻(或任一位置)的瞬时速度的方向与这一时刻质点所在位置处的曲线的切线方向一致,并指向质点运动的方向。因为速度是矢量,物体做曲线运动时,速度的方向不断变化,所以不管它的速度大小有没有变化,它都是在做变速运动。

(2)瞬时速度方向

曲线运动中质点在某一时刻的(或在某一点的)瞬时速度方向,就是质点从该时刻(或该点)脱离曲线后自由运动的方向,也就是曲线上与这一点的切线方向。

(3)怎样理解瞬时速度的方向

名师诠释

◆ [考题1] 翻滚过山车(可看作质点)从高处冲下,在圆形轨道内经过A、B、C三点,如图5-1-3所示。请标出车在A、B、C各点的速度方向。

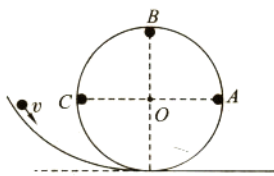


图 5-1-3

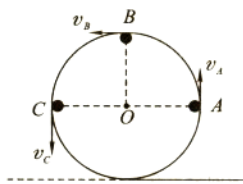


图 5-1-4

[解析] 翻滚过山车经过A、B、C三点的速度方向如图5-1-4所示。若质点的运动方向相反,则它在A、B、C三点的速度方向也相反。

[点评] 不仅要理解曲线运动中质点的速度方向就是曲线上该点的切线方向,而且还要能用工具作出切线方向来。

◆ [考题2] 精彩的F₁赛事相信你不会陌生吧!车王舒马赫在2005年以8000万美元的年收入高居全世界所有运动员榜首。在观众感觉精彩与刺激的同时,车手们却时刻处在紧张与危险之中。这不车王在一个弯道上突然高速行驶的赛车后轮脱落,从而不得不遗憾地退出了比赛。关于脱落的后轮的运动情况,以下说法正确的是()。

- A. 仍然沿着汽车行驶的弯道运动
- B. 沿着与弯道垂直的方向飞出
- C. 沿着脱离时,轮子前进的方向做直线运动,离开弯道
- D. 上述情况都有可能

[解析] C 赛车沿弯道行驶,任一时刻赛车上任何一点的速度方向,是赛车运动的曲线轨迹上对应点的切线方向。被甩出的后轮的速度方向就

由平均速度的定义知 $\bar{v} = \frac{s}{t}$, 则曲线运动的平均速度应为时间 t 内位移与时间的比值, 如图 5-1-1 所示, $\bar{v} = \frac{s_{AB}}{t}$.

随时间取值减小, 由图 5-1-1 可知时间 t 内位移的方向逐渐向 A 点的切线方向靠近, 当时间趋向无限短时, 位移方向即为 A 点的切线方向, 故极短时间内的平均速度的方向即为 A 点的瞬时速度方向, 即 A 点的切线方向.

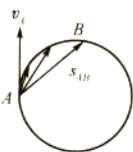


图 5-1-1

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, 一定具有加速度.

4. 物体做曲线运动的条件

曲线运动既然是一种变速运动, 就一定有加速度, 由牛顿第二定律可知, 也一定受到合外力的作用. 当运动物体所受合外力的方向跟物体的速度方向在一条直线上(同向或反向)时, 物体做直线运动. 这时合外力只改变速度大小, 不改变速度的方向. 当合外力的方向跟速度方向不在同一直线上时, 可将合外力分解到沿着速度方向和垂直于速度方向上, 沿着速度方向的分力改变速度大小, 垂直于速度方向的分力改变速度的方向, 这时物体做曲线运动. 若合外力与速度方向始终垂直, 物体就做速度大小不变、方向不断改变的曲线运动. 若合外力为恒力, 物体就做匀变速曲线运动. 总之, 物体做曲线运动的条件是: 物体所受的合外力方向跟它的速度方向不在同一直线上.

5. 几种不同运动规律的比较

比较项目 运动名称	$F_{合}$	a	v	s	F 方向 与 v 方 向	a 方向 与 v 方 向
匀速直线运动	$F_{合} = 0$	$a = 0$	恒定	位移大小等于路程	/	/
匀加速直线运动	$F_{合}$ 恒定, $F_{合} \neq 0$	$a \neq 0$, a 恒定	变化	位移大小不等于路程	在一条直线上	在一条直线上
曲线运动	$F_{合} \neq 0$, 可能恒定, 可能变化	$a \neq 0$, 可能恒定, 可能变化	变化	位移大小不等于路程	不在一条直线上	不在一条直线上

2 方法·技巧平台

6. 如何判断物体是做直线运动还是做曲线运动呢? 判断时应紧扣物体做曲线运动的条件进行分析

是甩出点轨迹的切线方向, 车轮被甩出后, 不再受到车身的约束, 只受到与速度相反的阻力作用(重力和地面对车轮的支持力相平衡). 车轮做直线运动. 故车轮不可能沿车行驶的弯道运动, 也不可能沿垂直于弯道的方向运动. 故选项 C 正确.

[点评] 曲线运动中物体的速度方向就是曲线上该点的切线方向.

◆ [考题 3] 关于合力对物体速度的影响, 下列说法正确的是().

- A. 如果合力方向总跟速度方向垂直, 则物体速度大小不会改变, 而物体速度方向会改变
 B. 如果合力方向跟速度方向之间的夹角为锐角, 则物体的速度将增大, 方向也发生改变
 C. 如果合力方向跟速度方向成钝角, 则物体速度将减小, 方向也发生改变
 D. 如果合力方向与速度方向在同一直线上, 则物体的速度方向不改变, 只是速率发生变化

[解析] A、B、C 合力是否改变速度的大小取决于合力在速度方向上的分力的情况, 如果分力与速度同向, 则加速度方向与速度同向, 速度将增大; 如果分力与速度反向, 则加速度方向与速度反向, 速度将减小; 如果合力与速度方向垂直, 则在速度方向上分力为零, 加速度也为零, 速度大小不变. 可见, 选项 A、B、C 正确. 合力方向跟速度方向在同一直线上时有两种情况: 如果二者方向相同, 则合力只改变速度的大小, 不改变速度的方向; 如果二者方向相反, 则合力先使物体的速度不断减小, 当速度减为零后, 速度方向与原来相反, 随后速度再逐渐增大, 可见 D 选项错.

[点评] 速度大小的改变取决于合力在速度方向上的分力.

◆ [考题 4] 如图 5-1-5 所示, 物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B, 这时突然使它所受外力反向而大小不变, 则由 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().

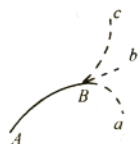


图 5-1-5

- A. 物体不可能沿曲线 Ba 运动
 B. 物体不可能沿直线 Bb 运动
 C. 物体不可能沿曲线 Bc 运动
 D. 物体不可能沿原曲线由 B 返回 A

(上海高考题)

[解析] A、B、D 物体受力方向与速度方向不在一条直线上时, 物体将作曲线运动. 力的方向是指向轨迹弯曲的一侧的, AB 曲线向下弯曲, 说明力 F 沿某一方向指向 AB 弯曲一侧; 若换成 $-F$, 其方向指向另一侧. 故曲线要向上弯曲, 物体可能沿 Bc 运动; 若物体在 B 点不受力, 则从 B 点开始沿 Bb 方向做匀速直线运动; 若物体受力情况不变, 则物体可能沿 Ba 曲线运动. 因此本题只可能沿曲线 Bc 运动.

[点评] 本题考查曲线运动条件. 做曲线运动的物体所受合力的方向不仅与其速度方向成一角度, 而且总是指向曲线的“内侧”.

(1)明确物体的初速度方向;(2)分析合力的方向;(3)分析两个方向的关系从而做出判断。

7. 曲线运动的条件和特点

项目	内容	说明或提示
曲线运动	轨迹是一条曲线的运动叫做曲线运动	曲线运动可看成几个直线运动的合运动
曲线运动的条件	质点所受合外力的方向跟它的速度方向不在同一直线上($v_0 \neq 0, F \neq 0$, 且 F 的方向与 v_0 的方向夹角不等于 0° 或 180°)	加速度方向跟速度方向不在同一直线上
曲线运动的特点	①轨迹是一条曲线 ②某点的瞬时速度的方向,就是过这一点切线的方向 ③曲线运动的速度方向时刻在改变,所以是变速运动,并且必具有加速度	①加速度可以是不变的,这类曲线运动是匀变速曲线运动,如平抛运动(后面学) ②加速度可以是变化的,这类曲线运动叫变加速曲线运动(或非匀变速曲线运动),如圆周运动(后面学)

3 综合·创新拓展

8. 无力不拐弯,拐弯必有力. 曲线运动轨迹始终夹在合外力方向与速度方向之间,而且向合外力的方向弯曲

9. 曲线运动的位移大小一定小于其路程,其平均速度大小一定小于其平均速率

10. 把加速度和合外力 F 都分解在沿曲线切线和沿法线(与切线垂直)方向上,如图 5-1-2(a)、(b)所示

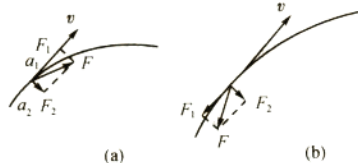


图 5-1-2

沿切线方向的分力 F_1 产生切线方向的加速度 a_1 , 当 a_1 与 v 同向时, 速率增大, 如图 5-1-2 中(a)所示; 当 a_1 与 v 反向时, 速率减小, 如图 5-1-2 中(b)所示. 如果物体做曲线运动的速率不变, 说明 $a_1 = 0$, 即 $F_1 = 0$, 此时的合外力方向一定与速度方向垂直.

沿法线方向的分力 F_2 产生法线方向上的加速度 a_2 , 改变了速度的方向. 由于曲线运动的速度方向时刻在改变, 合外力的这一作用效果对任何曲线运动总是存在的.

可见, 在曲线运动中合外力的作用, 首先是产生 a_2 以改变速度的方向, 对于变速率曲线运动, 合外力不仅要改变速度的方向, 同时还要产生 a_1 以改变速度的大小.

◆ [考题 5] 质点沿轨道 AB 做曲线运动, 速率逐渐减小, 图 5-1-6 中哪一个可能正确地表示质点在 C 处的加速度().

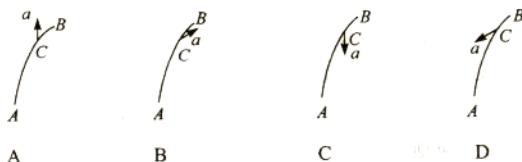


图 5-1-6

[解析] C. 做曲线运动的物体, 所受合外力垂直速度方向的分力指向轨道的弯曲方向.

根据质点运动的速率是逐渐减小的, 说明质点所受合外力沿速度方向的分力跟速度大小相反, 使质点速率减小, 则质点的加速度沿速度方向的分量也应跟速度方向相反.

选项 A、B 中沿速度方向的分加速度跟速度方向相同, 质点速率是逐渐增大的, 跟题设要求不符, 因此 A、B 是错误的.

选项 D 中加速度沿速度方向分量跟速度方向相反, 使质点速率不断减小, 但垂直速度分加速度方向不是指向 C 点的弯曲方向, 所以选项 D 是错误的, 最后只有选项 C 是正确的.

[点评] 在曲线运动中, 应注意速度方向、曲线弯曲方向和合外力(加速度)方向之间的关系.

◆ [考题 6] 在光滑水平面上有一质量为 2kg 的物体, 受几个共点力作用做匀速直线运动. 现突然将与速度反方向的 2N 力水平旋转 90° , 则关于物体运动情况的叙述正确的是().

- A. 物体做速度大小不变的曲线运动
- B. 物体做加速度为 $\sqrt{2}\text{m/s}^2$ 的匀变速曲线运动
- C. 物体做速度越来越大的曲线运动
- D. 物体做非匀变速曲线运动, 其速度越来越大

[解析] B、C. 物体原来所受的合外力为零, 当将与速度反方向的 2N 力水平旋转 90° 后其受力相当于如图 5-1-7 所示, 其中 F 是 F_x 、 F_y 的合力, 即 $F = 2\sqrt{2}\text{N}$, 且大小、方向都不变, 是恒力, 那么物体的加速度为 $a = \frac{F}{m} = \frac{2\sqrt{2}}{2}\text{m/s}^2 = \sqrt{2}\text{m/s}^2$ 恒定. 又因为 F 与 v

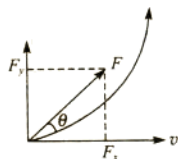


图 5-1-7

夹角 $\theta < 90^\circ$, 所以物体做速度越来越大、加速度恒为 $\sqrt{2}\text{m/s}^2$ 的匀变速曲线运动, 故正确答案是 B、C 两项.

[点评] 只要合外力(加速度)恒定, 都是匀变速运动; 是加速还是减速要根据合外力与速度夹角来判断; 是直线还是曲线运动要根据合外力与速度是否共线来判断.

能力·题型设计

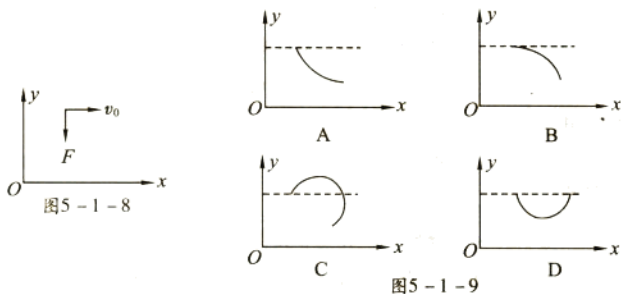
[测试 1] 关于质点做曲线运动的下列说法中, 正确的是()。

- A. 曲线运动一定是变速运动
- B. 变速运动一定是曲线运动
- C. 曲线运动轨迹上任一点的切线方向就是质点在这一点的瞬时速度方向
- D. 有些曲线运动也可能是匀速运动

[测试 2] 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直线运动
- C. 物体在变力作用下有可能做曲线运动
- D. 运动物体的加速度数值和速度数值都不变的运动一定是直线运动

[测试 3] 如图 5-1-8 所示为质点的初速度方向与合外力方向, 请你判断该质点的运动轨迹是图 5-1-9 中哪一个? ()



[测试 4] 如图 5-1-10 所示, 小钢球 m 以初速 v_0 在光滑水平面上运动, 因受到磁极侧向作用而沿曲线到达 D , 则磁极的位置及极性可能是()。

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

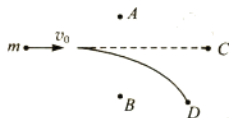


图 5-1-10

[测试 5] 在向右匀速行驶的火车中, 你向后水平抛出一个物体, 而对站在地面上的人看来, 该物体的运动轨迹可能是图 5-1-11 所示中的()。

- A. ADE
- B. BCD
- C. CDE
- D. ABC

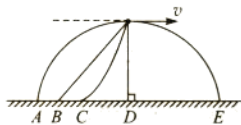


图 5-1-11

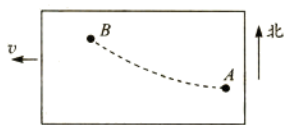


图 5-1-12

[测试 6] 以速度 v 匀速行驶的列车车厢内有一水平桌面, 桌面上的 A 处有一个小球, 若你突然发现小球沿图 5-1-12 中虚线从 A 运动到 B , 则请你判断列车的运动情况是()。

- A. 减速行驶, 向南转弯
- B. 减速行驶, 向北转弯
- C. 加速行驶, 向南转弯
- D. 加速行驶, 向北转弯

[测试7] 如图 5-1-13 所示, 一小球沿着光滑弧形轨道 ABC 运动, 然后冲上光滑斜面 CD , 从 D 点离开轨道后在空中运动, 不计空气阻力, 则小球离开轨道后的运动轨迹是图 5-1-14 中的()。

测试要点 6、7

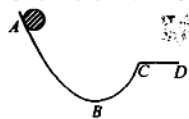


图 5-1-13

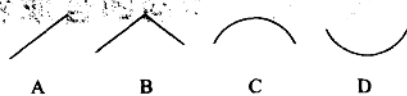


图 5-1-14

[测试8] 如图 5-1-15 所示, 一位游客坐缆车由左向右方向水平匀速过江, 将一石子从手中释放, 不计空气阻力, 该游客看到石子下落的轨迹是图中的()。

测试要点 5、6

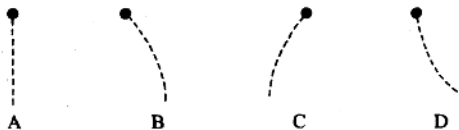


图 5-1-15

教材课后习题解答

练习一

(1) 答: 略。

(2) 答: 如图 5-1-16。

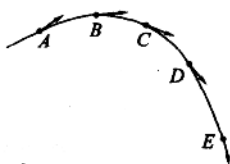


图 5-1-16

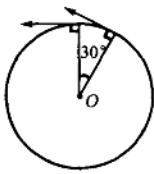


图 5-1-17

(3) 答: 汽车行驶半周速度方向改变 180° , 汽车每行驶 10s , 速度方向改变 30° , 速度矢量示意图如图 5-1-17 所示。

(4) 答: 自行车的运动是变速运动, 因为虽然它的速率恒定, 但它在弯道上, 速度的方向时刻在改变, 所以它是变速运动。

第二节 运动的合成和分解

1. 重难点聚焦

1. 运动的合成与分解

运动的合成与分解是解决复杂的曲线运动的一种基本方法。它的目的在于把一些复杂的运动简化为比较简单的直线运动,这样就可以应用已经掌握的有关直线运动的规律来研究一些复杂的曲线运动。

已知分运动的情况求合运动的情况叫运动的合成,已知合运动的情况求分运动的情况叫运动的分解。

2. 分运动与合运动

一个物体同时参与两种运动时,这两种运动是分运动,而物体相对地面的实际运动都是合运动。实际运动的方向就是合运动的方向。

3. 合运动与分运动的特征

(1)运动的独立性:一个物体同时参与两个(或多个)运动,其中的任何一个运动并不会受其他分运动的干扰,而保持其运动性质不变,这就是运动的独立性原理。虽然各分运动互不干扰,但是它们共同决定合运动的性质和轨迹。

(2)运动的等时性:各个分运动与合运动总是同时开始,同时结束,经历时间相等。(不同时的运动不能合成)。

(3)运动的等效性:各分运动叠加起来与合运动有相同的效果。

(4)运动的“同一性”:各分运动与合运动,是指同一物体参与的分运动和实际发生的运动,不是几个不同物体发生的不同运动。

4. 运动合成与分解的方法

运动的合成与分解包括位移、速度和加速度的合成与分解,这些描述运动状态的物理量都是矢量,对它们进行合成与分解时都要运用平行四边形定则进行。如果各分运动都在同一直线上,我们可以选取沿该直线的某一方向作为正方向,与正方向相同的矢量取正值,与正方向相反的矢量取负值,这时就可以把矢量运算简化为代数运算。例如第二章里匀变速直线运动公式 $v_t = v_0 + at$ 和 $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 等都属于这种情况。如果各分运动互成角度,那就要作平行四边形运用作图法、解直角三角形等方法求解。

名师诠释

◆ [考题 1] 某人站在自动扶梯上,经过 t_1 时间从一楼开始到二楼;如果自动扶梯不动,人沿着扶梯从一楼走到二楼的时间为 t_2 ,现使自动扶梯正常运行,人也保持原有速度沿扶梯向上走,则人从一楼上到二楼的时间是 ()。

- A. $t_2 - t_1$ B. $t_1 \cdot t_2 / (t_2 - t_1)$
C. $t_1 \cdot t_2 / (t_2 + t_1)$ D. $\sqrt{(t_1^2 + t_2^2)}$

[解析] C 自动扶梯的运动速度为 $v_1 = \frac{L}{t_1}$ (L 为一楼至二楼的距

离),人的运动速度为 $v_2 = \frac{L}{t_2}$,这两个分运动均为匀速直线运动,且运动方向相同,则合运动也是匀速直线运动,合速度为 $v_1 + v_2$ 。

故运动时间为 $t = \frac{L}{v_1 + v_2} = t_1 \cdot t_2 / (t_2 + t_1)$ 。

本题也可以用特殊值法代入选项从而快速得出正确答案。若本题中令 $t_1 = t_2$,则人上楼所需时间为 $\frac{t}{2}$,只有 C 选项正确。

[点评] 合运动的性质由两个分运动共同来决定。

◆ [考题 2] 与绳关联的问题。

如图 5-2-7 所示,在河岸上利用定滑轮拉绳索使小船靠岸,拉绳速度大小为 v_1 ,当船头的绳索与水平面夹角为 θ 时,船的速度多大?

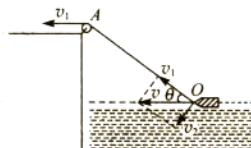


图 5-2-7

[解析一] 我们所研究的运动合成问题,都是同一物体同时参与的两个分运动的合成问题,而物体相对于给定参考系(一般为地面)的实际运动是合运动,实际运动的方向就是合运动的方向,本例中,船的实际运动是水平运动,它产生的实际效果可以 O 点为例说明:一是 O 点沿绳的收缩方向的运动,二是 O 点绕 A 点沿顺时针方向的转动,所以,船的实际速度 v 可分解为船沿绳方向的速度 v_1 和垂直于绳的速度 v_2 ,如图 5-2-8 所示。

由图可知: $v = \frac{v_1}{\cos\theta}$ 。

[解析二] 设小船在很短的一段时间 Δt 内由 O 运动到 B,OB 即为小船的位移 s ,取 $AB = AC$,则绳子的位移大小 $s_1 = OC$,当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, $\theta \rightarrow 0$,而 $\triangle ABC$ 为等腰三角形,所以 $\angle ACB$ 趋近于 90° , $\triangle OCB$ 可近似看成直角三角形,所以 $s_1 = s \cdot \cos\theta$ 。

当 Δt 为零时, $v_1 = s_1 / \Delta t$, $v = s / \Delta t$,

$\therefore v_1 = v \cos\theta$ 。

故 $v = \frac{v_1}{\cos\theta}$ 。



图 5-2-8