

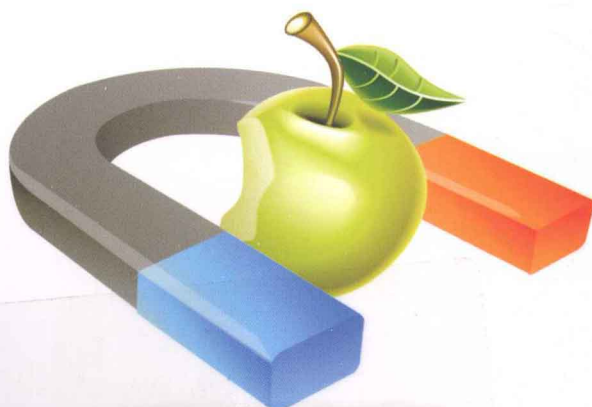


高中课程标准实验教科书 配套助学用书
GaoZhong KeCheng BiaoZhun ShiYan JiaoKeShu PeiTao ZhuXue YongShu

教材知识详解TM

一直在寻找这样的老师

总主编 | 刘增利[®]



高中物理 | 必修②
配人教版

开明出版社

教材知识详解TM

高中物理 必修②

配人教版

总 主 编 刘增利

本册主编 王 雪

本册编者 肖春祥 王云霞

参与学科审订教师：

[临川一中] 丁高荣 饶振中

[鄱阳中学] 康旭生

[广丰一中] 付淼文

[南昌铁路一中] 罗伟华

[南昌三中] 朱红梅

[沙市二中] 张来红 王双喜

[白水中学] 王双全

[旬阳神河中学] 包圣陶

[淮安市清浦中学] 吴 东

[南阳一中] 丁 戈 李 浩 蒋晓航

[南阳五中] 王书琴 任金明 周小松

李彩芹 张 虎

[南阳八中] 丁书鹏

[鄱阳一中] 吴蔚文 李建华 彭怡平

[崇仁中学] 陈国清

[吉安白鹭洲中学] 丁利华

[婺源天佑中学] 汪和龙 何仕先

[萍乡中学] 曾令国

[南余一中] 黎小方 黎金根

[高安二中] 刘东华

[高安中学] 邹成国

[高安二中] 黄清华

[吉安县一中] 曾晓凯

开明出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

教材知识详解 : 人教版. 高中物理. 2 : 必修 / 刘增利主编. -- 北京 : 开明出版社, 2011
ISBN 978-7-5131-0448-7

I. ①教… II. ①刘… III. ①中学物理课—高中—教学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第208927号

策划设计	《教材知识详解》物理必修②编写委员会	版式设计	李诚真
总主编	刘增利	出版	开明出版社
本册主编	王雪	印刷	陕西思维印务有限公司
责任编辑	范英	印刷质检	高峰
责任审读	肖春祥	经销	各地书店
研发统筹	河海	开本	890×1240 1/16
创意统筹	王雪	印张	10.5
制作统筹	刘英锋	字数	273千字
校订统筹	陈宏民	版次	2011年10月第1版
责任录排	孙珂	印次	2011年10月第1次印刷
封面设计	柏拉图工作室	定价	22.80元

✉ 主编邮箱: zbwxs@126.com 投稿邮箱: tgwxs@126.com

📖 最给力的学习网——啃书网: www.kbook.com.cn

📞 图书质量监督电话: 010-88817647 售后服务电话: 010-82553636

图书内容咨询电话: 010-82378880 转 111

🏠 通信地址: 北京市海淀区王庄路1号清华同方科技广场B座16层(邮编100083)

教师QQ交流群: 8426522(欢迎一线老师加入, 交流教学经验, 共享教学资源)

版权所有 翻印必究

万向思维教育图书官方网址: <http://www.wanxiangsiwei.com>

万向思维新浪微博: @万向思维教育图书

ACADEMIC TEAM

万向思维 学术专家团

	辽宁/林淑芬 中学化学 高级教师		辽宁/张福建 中学数学 高级教师		辽宁/敖兰其其格 中学英语 高级教师
	广东/吴毓全 中学英语 特级教师		贵州/龙纪文 副研究员		安徽/章潼生 中学语文 高级教师
	山东/韩际清 中学数学 高级教师		重庆/李升珂 中学数学 高级教师		新疆/卢萍 中学英语 高级教师
	湖北/胡明道 中学语文 特级教师		湖南/周华辅 中学数学 高级教师		河南/骆传枢 中学数学 特级教师
	四川/田间 中学化学 特级教师		北京/王大绩 中学语文 特级教师		北京/王乐君 中学英语 特级教师
	福建/江敬润 中学语文 高级教师		陕西/张载锡 中学物理 特级教师		北京/周誉蔼 中学物理 特级教师
	山西/田秀忠 中学语文 高级教师		浙江/施储 中学数学 正教授级		河北/潘鸿章 教授
	江苏/齐迅 中学英语 特级教师		广西/邓雅学 中学语文 特级教师		甘肃/郑作慧 中学数学 特级教师
	北京/张立言 中学化学 高级教师		黑龙江/武钢 中学物理 副研究员		云南/李成 中学英语 特级教师
	内蒙古/陈弘法 中学英语 特级教师		江西/黄翠兰 中学英语 高级教师		吉林/王鹏伟 中学语文 高级教师

一直在寻找这样的老师

当你面对教材茫然无绪，当你面对试卷百般无措，你可能需要这样一位老师：他满腹经纶，旁征博引，点石成金；他主张分享，强调深挖，激活潜能；他记忆超强，真才实学，出口成章；他久经沙场，经验丰富，秘技超群；他机敏过人，见解独到，妙语如珠，帮你拉近教材与考试之间的距离。

1 细品教材



教材知识清单

提纲式展现课节知识内容，关键词句设空的习题化设计，给你的预习提供有效支持。

教材知识详解

梳理教材，重点突出，详略得当；解读教材，释疑解难，深入浅出；探究教材，合理拓展，点点通透。

2 精析案例



典型例题解读

紧扣考点，从基础题型到综合题型再到易错题型，剖析典例，明确思维误区，为你指点迷津，轻松提升知识应用能力。

高考能力提升

甄选最新高考试题，精析对应考点要求，讲解细致入微，实时了解高考目标。

3 及时训练



知识巩固训练

基础知识强化：紧扣双基，精选各地名校期末、模块测试题，全面验收过关。
高考水平训练：针对考点要求，选编高考能力习题，与高考零距离。

4 阶段总结



知识归纳

全章知识方法网络化、系统化，纷杂知识一目了然。

考点总结

及时总结，查漏补缺，突破考点，轻松实现高分梦想。

闯关练习

精选涵盖学段知识和能力要求的检测题，梯度合理，难易适中，随时检测学习成果。

你想要教材原文？**我给你！**你想要教材课后答案详解？**我给你！**

你想轻松**突破**高考考点，我也给你！

课内重难点精透剖析，课外知识巧妙迁移……你还想要什么？**我通通都给你！**

我还用结构图、清单图来帮你记忆！我这么**给力**，我就要你**好成绩**！

你的学习方法适合你吗



请你根据我们的学习方法测试表来检验一下吧！本套测试主要是对中学生的学习方法适应性的初步检测，请你根据自己学习的实际情况，做出你的选择。如所列的内容符合自己的情况，则选择“是”，不符合的选择“否”，无法确定的可选择“不确定”。

学习方法测试表

序号	测试问题	你的选择		
		是	否	不确定
1	你是否觉得学习很有趣味？			
2	你是否经常感到睡眠不足？			
3	你是否很容易就进入学习状态？			
4	你是否喜欢参加学校的集体活动？			
5	你是否觉得自己在学习上有些压抑？时常被打扰？			
6	你学习上有了困难是否能得到家长的帮助？			
7	你是否觉得自己在学习上比较轻松？			
8	你是否对不喜欢的学科就不愿意学？			
9	你是否经常与成绩好的同学进行比较？			
10	你是否学习上经常受到鼓励和表扬？			
11	你是否每天学习都有固定的时间？			
12	你是否上课时经常有些内容听不懂？			
13	你是否觉得学习主要就是上课和写作业？			
14	你是否觉得听课时总不能抓住主要的内容？			
15	你是否觉得学的知识不扎实，甚至前面学后面忘？			
16	你的作业是否都是独立完成的？			
17	你是否觉得补课没有太大的作用？			
18	你是否觉得平时学的还不错，但就是考不好？			
19	你是否只要有时间就经常看各种书？			
20	你是否会认真分析做过的试卷？			
21	你是否知道自己什么时间的记忆效果最好？			
22	你是否做过的题过段时间又不会做了？			
23	你是否觉得记单词、背课文很容易？			
24	你是否遇到学习上不懂的问题就会设法弄明白？			
25	你是否觉得有些公式定理很难记住？			
26	你是否常与同学讨论学习上的问题？			
27	你是否觉得许多不懂的问题只要多读几遍就明白了？			
28	你是否在学习上常有些应付或得过且过？			
29	你是否考虑过改进自己的学习方法？			
30	你是否经常独立思考一些问题？			

记分标准

□ 2、5、8、12、13、14、15、18、22、25、28题选择“否”记2分，选择“是”记0分，选择“不确定”记1分；其他的题选择“是”记2分，选择“否”记0分，选择“不确定”记1分。

将各测试题分数相加，算出总分。

测试分析

60—50分

学习方法很好，学习效率比较高。多关注书中的高考专题，会使你的学习目标更明确，成绩提高更迅速。

49—30分

学习方法较好，学习效率一般。需要对书中的例题和方法点拨部分多加揣摩，理解例题所对应的知识应用策略。

29—10分

学习方法一般，学习成绩时好时坏。除了对书中的例题进行研读外，还应有针对性地选择例题对应的习题进行适时演练，达到不断巩固的目的。

10分以下

学习方法很原始，学习效率很低。有必要对书中教材详解部分逐字逐句地进行研读，尤其要对重点问题的注意事项多加关注，理解课本知识的本质。

目录

金牌全解

CONTENTS

第五章 曲线运动

1 曲线运动	1
I 教材知识清单	1
II 教材知识详解	1
III 典型例题解读	3
IV 高考能力提升	5
V 知识巩固训练	6
专题一 小船渡河问题分析	7
专题二 “关联”速度的分解	8
2 平抛运动	9
I 教材知识清单	9
II 教材知识详解	9
III 典型例题解读	11
IV 高考能力提升	13
V 知识巩固训练	14
3 实验:研究平抛运动	15
I 教材知识清单	15
II 教材知识详解	15
III 典型例题解读	17
IV 高考能力提升	18
V 知识巩固训练	19
4 圆周运动	21
I 教材知识清单	21
II 教材知识详解	21
III 典型例题解读	22
IV 高考能力提升	24
V 知识巩固训练	25
5 向心加速度	26
I 教材知识清单	26
II 教材知识详解	26
III 典型例题解读	27
IV 高考能力提升	29
V 知识巩固训练	29
6 向心力	30
I 教材知识清单	30
II 教材知识详解	30
III 典型例题解读	32
IV 高考能力提升	34
V 知识巩固训练	34

7 生活中的圆周运动	36
I 教材知识清单	36
II 教材知识详解	36
III 典型例题解读	38
IV 高考能力提升	40
V 知识巩固训练	40
专题三 圆周运动的临界问题	42
全章总结	44
知识归纳	44
考点总结	44
闯关练习	46

第六章 万有引力与航天

1 行星的运动	48
I 教材知识清单	48
II 教材知识详解	48
III 典型例题解读	49
IV 高考能力提升	50
V 知识巩固训练	51
2 太阳与行星间的引力	52
I 教材知识清单	52
II 教材知识详解	52
III 典型例题解读	53
IV 高考能力提升	54
V 知识巩固训练	54
3 万有引力定律	55
I 教材知识清单	55
II 教材知识详解	55
III 典型例题解读	57
IV 高考能力提升	59
V 知识巩固训练	59
4 万有引力理论的成就	60
I 教材知识清单	60
II 教材知识详解	60
III 典型例题解读	61
IV 高考能力提升	63
V 知识巩固训练	63
5 宇宙航行	65
I 教材知识清单	65
II 教材知识详解	65

III 典型例题解读	67	II 教材知识详解	100
IV 高考能力提升	69	III 典型例题解读	101
V 知识巩固训练	69	IV 高考能力提升	103
6 经典力学的局限性	71	V 知识巩固训练	103
I 教材知识清单	71	6 实验:探究功与速度变化的关系	104
II 教材知识详解	71	I 教材知识清单	104
III 典型例题解读	72	II 教材知识详解	104
IV 高考能力提升	73	III 典型例题解读	105
V 知识巩固训练	73	IV 高考能力提升	106
全章总结	74	V 知识巩固训练	107
知识归纳	74	7 动能和动能定理	108
考点总结	74	I 教材知识清单	108
闯关练习	76	II 教材知识详解	108
第七章 机械能守恒定律		III 典型例题解读	109
1 追寻守恒量——能量	78	IV 高考能力提升	111
I 教材知识清单	78	V 知识巩固训练	112
II 教材知识详解	78	8 机械能守恒定律	113
III 典型例题解读	79	I 教材知识清单	113
IV 高考能力提升	80	II 教材知识详解	113
V 知识巩固训练	80	III 典型例题解读	115
2 功	81	IV 高考能力提升	118
I 教材知识清单	81	V 知识巩固训练	119
II 教材知识详解	81	专题四 机械能守恒定律的应用	120
III 典型例题解读	83	9 实验:验证机械能守恒定律	121
IV 高考能力提升	86	I 教材知识清单	121
V 知识巩固训练	86	II 教材知识详解	121
3 功率	88	III 典型例题解读	122
I 教材知识清单	88	IV 高考能力提升	124
II 教材知识详解	88	V 知识巩固训练	125
III 典型例题解读	90	10 能量守恒定律与能源	126
IV 高考能力提升	92	I 教材知识清单	126
V 知识巩固训练	93	II 教材知识详解	126
4 重力势能	94	III 典型例题解读	127
I 教材知识清单	94	IV 高考能力提升	129
II 教材知识详解	94	V 知识巩固训练	130
III 典型例题解读	95	全章总结	131
IV 高考能力提升	98	知识归纳	131
V 知识巩固训练	99	考点总结	131
5 探究弹性势能的表达式	100	闯关练习	135
I 教材知识清单	100	附录一 全书答案与解析	137
		附录二 教材习题答案	155



第五章 曲线运动

1 曲线运动

课标导航

1. 知道什么是曲线运动。
2. 知道曲线运动中速度的方向是怎样确定的。
3. 知道物体做曲线运动的条件。

I 教材知识清单

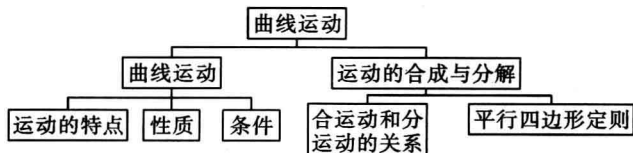
1. 曲线运动定义:运动的轨迹是一条_____的运动。
2. 曲线运动的速度方向:质点在某一点(或某一时刻)的速度方向在曲线的这一点的_____方向上。
3. 曲线运动的性质:曲线运动中速度的方向是时刻改变

的,所以曲线运动是_____运动。

4. 曲线运动的条件:质点所受合外力的方向跟它的速度方向_____时,质点做曲线运动。

II 教材知识详解

知识结构



知识全析

1. 曲线运动及其位移

(1) 曲线运动的定义:运动轨迹是曲线的运动叫做曲线运动。

(2) 平面直角坐标系:把一个物体沿水平方向抛出,它不会一直在水平方向上运动,而是沿曲线运动落向地面。这种情况无法用直线坐标系研究物体的运动,而应选择平面直角坐标系。可选抛出点为坐标原点,让 x 轴沿水平抛出的方向, y 轴沿竖直向下的方向,如图5-1-1所示。

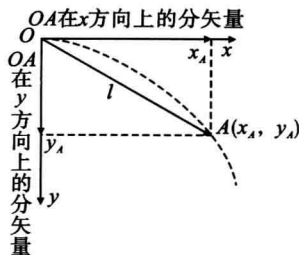


图 5-1-1

(3) 曲线运动的位移:如图5-1-1所示,当物体到达位置 $A(x_A, y_A)$ 时,其相对抛出点的位移大小 $l = \sqrt{x_A^2 + y_A^2}$,方向由 O 指

向 A 。

总结

物体位置变化时,其位移矢量的大小和方向都在不断变化。由于位移的两个分矢量的方向是确定的,所以用它们表示物体的位移就可使复杂的问题简单化。

2. 曲线运动的速度

(1) 曲线运动速度的方向

质点在任一时刻(或任一位置)的瞬时速度的方向与这一时刻其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,如图5-1-2所示。

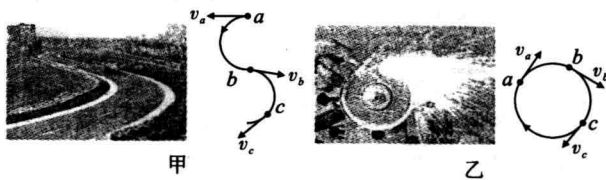


图 5-1-2

(2) 瞬时速度方向的理论推导

由平均速度的定义 $\bar{v} = \frac{x}{t}$ 知,曲线运动的平均速度应为时间 t 内的位移与时间 t 的比值,如图5-1-3所示, $\bar{v} = \frac{x_{AB}}{t}$ 。

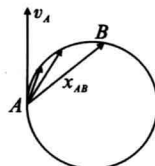


图 5-1-3

随时间取值减小,由图 5-1-3 可知时间 t 内位移的方向逐渐向 A 点的切线方向靠近,当时间趋于无限短时,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。

注意

数学上切线与物理上切线方向的区别:如图 5-1-4 所示,虚线 MN 是曲线上某一点 a 的切线,在物理学中,当质点从 A 沿曲线运动到 B,它经过 a 点时速度方向(即切线方向)为图中的 v_1 方向;若质点从 B 沿曲线运动到 A,则通过 a 点时速度方向(即切线方向)为图中的 v_2 方向。

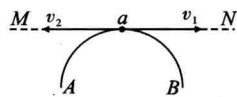


图 5-1-4

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。做曲线运动物体的速度方向时刻在发生变化,因此曲线运动是一种变速运动。

总结

- (1) 曲线运动一定是变速运动,但变速运动不一定是曲线运动。
- (2) 做曲线运动的物体一定具有加速度,也一定受力的作用。

4. 实验探究蜡块的运动

(1) 实验条件

蜡块在竖直固定的注满清水的玻璃管中向上运动,可以看到其运动接近于匀速直线运动,当蜡块在竖直玻璃管内向上匀速运动的同时,让玻璃管向右做匀速直线运动,则蜡块参与了竖直方向、水平方向的两个不同的分运动(如图 5-1-5 所示)。

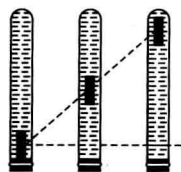


图 5-1-5

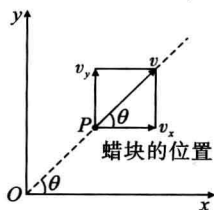


图 5-1-6

(2) 蜡块的位置

以蜡块的初始位置为坐标原点,水平向右和竖直向上的方向分别为 x 轴、 y 轴的正方向建立坐标系,如图 5-1-6 所示。设蜡块的分速度分别为 v_x 和 v_y ,从开始运动计时, t 时刻的位置 P 可以用 P 点的坐标表示

$$x = v_x t \quad ①, y = v_y t \quad ②.$$

(3) 蜡块的运动轨迹

①、②两式消去 t ,得 $y = \frac{v_y}{v_x} x$, v_x 、 v_y 均是常量,所以,蜡块的运动轨迹是一条过原点的直线。

(4) 蜡块的位移

经历时间 t ,蜡块位移的大小 $OP = \sqrt{x^2 + y^2} = t\sqrt{v_x^2 + v_y^2}$;

设 OP 与 x 轴的夹角为 θ ,则 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$,即位移的方向可确定。

(5) 蜡块的速度

由速度定义式知, $v = \frac{OP}{t} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 。

总结

求轨迹方程的一般方法:分别写出 x 、 y 轴方向上两个分运动的物体的位置坐标方程,消去 t ,并注意 x 、 y 的取值范围,即可得到 y 与 x 的关系方程,此即轨迹方程。

5. 合运动与分运动

(1) 合运动与分运动的概念:如果某物体同时参与了几个不同方向上的运动,那么这个物体的实际运动就叫那几个运动的合运动,而把那几个运动叫做这个实际运动的分运动。

(2) 合运动和分运动的关系

- ①等时性:若一个物体同时参与几个分运动,则合运动与各分运动经历的时间相等,即同时开始,同时进行,同时停止。
- ②独立性:一个物体同时参与几个分运动,各分运动独立进行,不受其他分运动的影响。
- ③等效性:合运动是由各分运动共同产生的总运动效果,各分运动的总的运动效果与合运动可以相互替代。
- ④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,不是不同物体发生的不同运动。

6. 运动的合成与分解

(1) 运动的合成与分解的原则:由于都是矢量,所以合成或分解时都遵循平行四边形定则。仍以被抛出的物体的运动为例,如图 5-1-7 所示。物体的合速度记做 v ,沿曲线的切线方向, v_x 、 v_y 是它沿两个坐标轴方向的分速度。设合速度 v 与 x 轴的夹角为 θ ,则有 $v_x = v \cos \theta$, $v_y = v \sin \theta$ 。

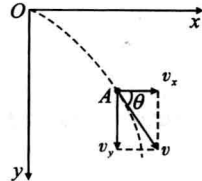


图 5-1-7

(2) 运动的分解方法

理论上将一个合运动可以分解成无数组分运动,但在解决实际问题时不可能随便分解。实际进行运动分解的具体做法如下:

- ①确定合运动,合运动就是物体所做的实际运动。
- ②根据运动的实际效果来确定两个分运动的方向,进行分解,否则分解无实际意义。
- ③正交分解法是运动分解的最常用方法,可根据实际情况确定两个互相垂直的方向进行分解。

总结

运动的独立性和等时性是运动的合成与分解的理论依据;正交分解法是运动的合成与分解的重要方法。

7. 物体做曲线运动的条件

- (1) 初速度不为零,即 $v_0 \neq 0$;
- (2) 合力不为零,即 $F_{\text{合}} \neq 0$;
- (3) 初速度方向与合力方向不在同一直线上。

注意

物体做直线运动还是曲线运动取决于物体所受合力与物体速度两者间的方向关系。当合力方向与速度方向共线时,物体做直线运动,同向为加速直线运动,反向为减速直线运动;当合力方向与速度方向不共线时,物体做曲线运动。

8. 曲线运动的轨迹特点

做曲线运动的物体,总是要受到与运动方向不在同一直线上的力的作用,使其运动轨迹发生改变,其改变后的轨迹处在运动方向与合力方向构成的夹角之间,如图 5-1-8 所示。

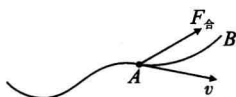


图 5-1-8

总结

若已知物体的运动轨迹,可以判断出物体所受合力的大致方向;若已知物体所受合力的方向和运动方向,可大致判断出物体运动的轨迹。

规律方法

两个直线运动的合运动与分运动的性质讨论

(1) 两个同一直线上的分运动的合成

两个分运动在同一直线上,无论方向是同向还是反向,无论是匀速的还是变速的,其合运动一定是直线运动。

(2) 两个互成角度的分运动的合成

① 两个匀速直线运动的合运动一定仍是匀速直线运动, $v_{合}$ 由平行四边形定则求解。

② 两个初速度均为零的匀加速直线运动的合运动一定仍是初速度为零的匀加速直线运动, $a_{合}$ 由平行四边形定则求解。

③ 一个匀速直线运动和另一个匀变速直线运动的合运动一定是匀变速曲线运动,合运动的加速度即为分运动的加速度。

④ 两个匀变速直线运动的合运动,其性质由合加速度方向与合初速度方向的关系决定:当合加速度与合初速度共线时,合运动仍为匀变速直线运动;当合加速度与合初速度不共线时,合运动为匀变速曲线运动。

(3) 两个相互垂直的分运动的合成

如果两个分运动都是匀速直线运动,且互成角度为 90° ,其分位移为 s_1, s_2 ,分速度为 v_1, v_2 ,则其合位移 s 和合速度 v 可以运用解直角三角形的方法求得,如图 5-1-9 所示。

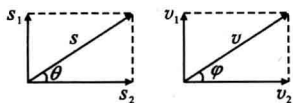


图 5-1-9

合位移大小和方向分别为 $s = \sqrt{s_1^2 + s_2^2}$, $\tan \theta = \frac{s_1}{s_2}$ 。

合速度大小和方向分别为 $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$, $\tan \varphi = \frac{v_1}{v_2}$ 。

III 典型例题解读

基础题型

题型一 曲线运动的特点

例 1 (链接 A 卷第 1、2 题) 下列说法中正确的是()。

- A. 做曲线运动的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: 首先应当注意曲线运动的特点: 速度方向一定发生变化, 因此选项 A 正确。速度变化不仅是指速度方向的变化, 也可以指速度大小发生变化, 因此 B 错。加速度恒定时, 既可能是直线运动, 也可能是曲线运动, 因而选项 C 是错误的。在直线运动中加速度变化的情况也存在, 加速度是矢量, 大小发生变化, 方向不变, 物体就做变加速直线运动, 所以选项 D 是错误的。

答案: A

题型二 物体做曲线运动的条件

例 2 (链接 A 卷第 4、5 题) 质点在三个恒力 F_1, F_2, F_3 的共同作用下保持平衡状态, 若突然撤去 F_1 , 则质点()。

- A. 一定做匀变速运动
- B. 一定做直线运动
- C. 一定做非匀变速运动

D. 一定做曲线运动

解析: 质点在恒力作用下产生恒定的加速度, 加速度恒定的运动一定是匀变速运动。由题意可知, 当突然撤去 F_1 时, 质点受到的合力与 F_1 大小相等, 方向与 F_1 相反, 故 A 正确, C 错误。在撤去 F_1 之前, 质点保持平衡, 有两种可能的状态: 其一, 质点保持静止状态, 则撤去 F_1 后, 它一定做匀变速直线运动; 其二, 质点保持速度为 v_0 的匀速直线运动状态, 则撤去 F_1 后, 质点可能做直线运动 (F_1 和 v_0 的方向在同一直线上), 也可能做曲线运动 (F_1 和 v_0 的方向不在同一直线上), 故 B、D 均是片面的。

答案: A

点拨: 要注意理解物体做曲线运动的条件和物体做曲线运动的特点, 进一步理解速度、加速度的矢量性和速度、加速度变化的特征。

题型三 曲线运动的运动轨迹

例 3 (链接 A 卷第 3 题) 如图 5-1-10 所示, 物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B, 突然使它所受力反向, 大小不变, 即由 F 变为 $-F$, 若 BD 为曲线 AB 在 B 点的切线方向, 则该物体()。

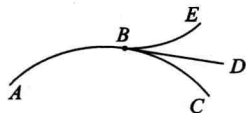


图 5-1-10

- A. 不可能沿曲线 BE 运动
B. 不可能沿直线 BD 运动
C. 不可能沿曲线 BC 运动
D. 不可能沿原曲线由 B 返回 A

解析: 物体由 A 运动到 B, 由图中可知速度方向虽然发生了变化, 但速度大小的变化有两种情形, 即速度可能变大, 也可能变小。设恒力 F 与速度方向成 θ 角, 则 $0^\circ < \theta < 180^\circ$, 物体的运动轨迹位于速度方向和合外力方向间夹角小于 180° 的平面内。当物体运动到 B 点时, 速度方向为 B 点的切线方向, 即 BD 方向, 此时力 F 突然变为 $-F$, 即在 AB 上方, 物体运动的轨迹应位于合力方向与速度方向间夹角小于 180° 的区间内, 根据题图可知, 物体只能向上弯曲, 即沿 BE 运动, 不可能沿 BD 和 BC 轨迹运动, 更不会沿原曲线由 B 返回 A, 因为由于惯性, 物体不可能突然反向, 故选项 B、C、D 正确, 选项 A 不正确。

答案: BCD

点拨: 能够根据曲线运动的条件判断出原来受力的情况, 然后再由变化之后的受力方向推测物体的运动轨迹。

题型四 运动的合成与分解

例 4 (链接 A 卷第 6 题) 如图 5-1-11 所示, 高为 h 的车厢在平直轨道上匀减速向右行驶, 加速度大小为 a , 车厢顶部 A 点处有油滴滴落到车厢地板上, 车厢地板上的 O 点位于 A 点正下方, 则油滴落在地板上的点必在 O 点 _____ (填“左”或“右”) 方, 离 O 点距离为 _____。

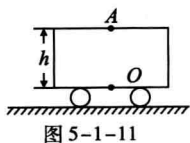


图 5-1-11

解析: 对于油滴来说既参与了竖直方向的自由落体运动, 同时也参与了水平方向的匀减速直线运动, 时间由自由落体运动可以求出, 再根据两个分运动具有独立性、同时性, 可以求出油滴对地的位移, 同时车厢对地的位移可由匀减速运动求出, 二者之差即为所求。

油滴水平对地位移

$$x_1 = v_0 t,$$

车厢对地位移

$$x_2 = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2,$$

$x_1 > x_2$, 所以油滴必落在 O 点右方, 距 O 点距离为

$$\Delta x = x_1 - x_2 = v_0 t - \left(v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \right) = \frac{1}{2} a t^2.$$

而 $h = \frac{1}{2} g t^2$, 得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 所以得

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} a \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} \right)^2 = \frac{a}{g} h.$$

答案: 右 $\frac{a}{g} h$

点拨: 找出合运动、分运动, 注意理解分运动与合运动的等效性、等时性以及各分运动之间的独立性。参考系不同, 物体的运动就不同, 正确变换参考系, 才能解决好相对运动问题。

综合题型

题型五 实际生活中曲线运动的分析

例 5 飞机扔炸弹, 炸弹做曲线运动。空军里的投弹手要

把炸弹投在指定的地方是一件比较困难的事: 他得考虑飞机的速度, 考虑炸弹在空气里落下的条件, 除此之外, 还要考虑到风的速度。图 5-1-12 给出了飞机投下的炸弹在各种条件下所走的不同路径。问:

(1) 炸弹为什么做曲线运动?

(2) 如果没有风, 投下的炸弹就沿曲线 _____ 飞行; 顺风的时候, 炸弹沿曲线 _____



图 5-1-12

走; 在逆风里 (风力不大), 如果上下层大气的风向是一样的, 炸弹就要沿曲线 _____ 落下; 要是像平常那样, 下层的风向同上层的相反 (上层是逆风, 下层是顺风), 那么, 炸弹落下的曲线就要变成 _____ 了。

解析: (1) 根据曲线运动的条件, 由炸弹的速度方向和受力方向来分析。(2) 如果没有风, 投下的炸弹就沿曲线 AF 飞行; 有风的情况下, 炸弹除了受重力作用外, 还受到水平方向的风力作用。如果顺风, 则风力和重力的夹角偏向右下, 所以炸弹的轨迹应比没风的时候偏向右些, 即沿 AG 飞行; 同理, 在逆风里, 如果上下层大气的风向是一样的, 炸弹就要沿曲线 AD 落下; 如下层的风向同上层的相反 (上层是逆风, 下层是顺风), 那么, 炸弹落下的曲线就要变成 AE 了。

答案: (1) 因为炸弹离开飞机后, 由于惯性具有和飞机同样的水平初速度, 且受重力, 初速度方向与重力方向有夹角, 所以做曲线运动。(2) AF AG AD AE

点拨: 直线运动与曲线运动之间存在着本质区别, 受力情况的变化导致了物体运动性质的变化, 还要注意物体的速度不能发生突变。

题型六 曲线运动的实验探究

例 6 在探究物体做曲线运动的条件的课堂上, 老师向空中以不同的角度抛出小球, 让同学们观察和思考, 并猜想物体做直线运动和曲线运动的条件。老师把小球在空中运动的轨迹画在黑板上, 如图 5-1-13 所示。

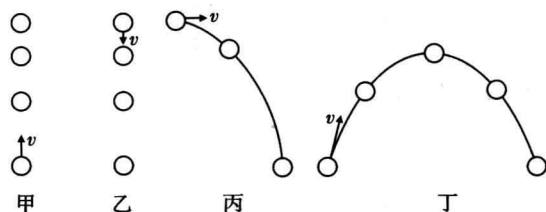


图 5-1-13

一位同学观察并分析了上述运动, 与同学讨论后猜想如下。请你把该同学的正确猜想填入下面的横线中。

小球做直线运动的条件: _____。

小球做曲线运动的条件: _____。

老师让同学们用实验验证猜想的正确性, 这位同学选择了以下器材进行实验: 小铁球、磁铁、平滑桌面、圆弧形滑轨、直尺、铅笔等。

在实验时, 该同学将圆弧形滑轨放在平滑桌面上, 使其底端出口与桌面相切, 让小铁球从圆弧形滑轨滚下以获得一定的初速度。在小球出口处沿运动方向用直尺画上一条直线, 目的是 _____。



实验步骤如下:

(1) 让小铁球从弧形滑轨的上端滚下,如图 5-1-14 所示,仔细观察小铁球的运动情况,并记录结果。



图 5-1-14

(2) 将条形磁铁放在 _____, 仔细观察小铁球的运动情况, 并记录结果。

(3) 将条形磁铁放在 _____, 仔细观察小铁球的运动情况, 并记录结果。

(4) 该同学把实验结果记录在下表中。

实验步骤	小球在桌面上受到合外力(F)的方向	小球在桌面上时的速度方向(v)	合外力的方向和速度方向的关系	实验结论
(1)	在直线上	①	②	
(2)	在直线的侧面		③	

其中①应该填 _____。

其中②应该填 _____。

其中③应该填 _____。

解析: 如图 5-1-13 所示, 在第一种情况中, 小球的速度方向竖直向上, 所受重力方向竖直向下, 此时小球做直线运动; 在第二种情况中, 小球的速度方向竖直向下, 所受重力方向竖直向下, 此时小球做直线运动; 在第三种情况中, 小球的速度方向水平向右, 所受重力方向竖直向下, 此时小球做曲线运动; 在第四种情况中, 小球的速度方向斜向右下, 所受重力方向竖直向下, 此时小球做曲线运动。由此可猜想小球做直线运动还是做曲线运动是由运动速度的方向与所受合外力的方向的关系决定的。在做探究时, 在小球出口处沿运动方向用直尺画上一条直线, 这样可以根据需要保证使磁力和小球滚下的速度方向在(或不在)一条直线上, 还能很好地观察并确定小球是否在做直

线运动。为了验证前面的猜想是否正确, 由于小球每次滑下时的速度方向不变, 改变条形磁铁的位置, 使得速度方向和磁力的方向分别有在一条直线上和不在一条直线上的情况。

答案: 运动速度和所受合外力在同一条直线上 运动速度和所受合外力不在同一条直线上 确保磁力和小球的速度方向在(或不在)一条直线上; 方便观察小球是否做直线运动

(2) 直线上 (3) 直线的侧面 (4) 沿所绘直线向前 在一条直线上 不在一条直线上

易错题型

例 7 关于运动的合成, 下列说法正确的是()。

- A. 两个直线运动的合运动一定是直线运动
- B. 两个速率不等的匀速直线运动的合运动一定是直线运动
- C. 两个匀加速直线运动的合运动一定是直线运动
- D. 一个匀速直线运动与一个匀变速直线运动的合运动可能仍是匀变速直线运动

解析: 运动的合成是指位移、速度和加速度的合成, 且它们均遵从平行四边形定则。对两个匀速直线运动而言, 因其加速度均为零, 则无论这两个分运动在同一直线还是互成角度, 它们的合运动一定仍是匀速直线运动, 选项 B 正确; 一个匀速直线运动与一个匀变速直线运动合成, 如果这两个分运动在同一直线上, 那么合运动的加速度与速度也在这一直线上, 物体仍做匀变速直线运动; 但若这两个分运动互成角度, 合运动的加速度方向与合速度方向就不在同一条直线上, 则物体将做曲线运动, 可见选项 A 错误, 选项 D 正确; 两个匀加速直线运动合成, 当合加速度方向与合速度方向共线时, 物体做直线运动, 当合加速度方向与合速度方向不共线时物体做曲线运动, 选项 C 错误。

答案: BD

误区警示: 判定物体做何种运动, 只需看其加速度(或合外力)和速度间的关系。如果混淆了曲线运动的条件, 认为直线运动和直线运动的合成一定还是直线运动, 就会错选 A、C。

IV 高考能力提升

本节内容涉及物体做曲线运动的条件和做曲线运动的物体所受合力与速度、运动轨迹之间的关系及根据运动轨迹确定速度方向的方法, 是进一步学习曲线运动知识的基础, 运动的合成与分解是研究平面内物体运动的基本方法, 是高考的重点, 也是难点, 可以单独出题, 主要是选择题, 但更多的是与其他物理知识相结合, 如与圆周运动、抛体运动、带电粒子在电磁场中的运动等知识组成综合性题目。

例 8 (2010·江苏高考 1 题 3 分) 如图 5-1-15 所示, 一块橡皮用细绳悬挂于 O 点, 用铅笔靠着线的左侧水平向右匀速移动, 运动中始终保持悬线竖直, 则橡皮运动的速度()。

- A. 大小和方向均不变
- B. 大小不变, 方向改变
- C. 大小改变, 方向不变
- D. 大小和方向均改变

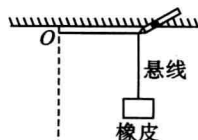


图 5-1-15

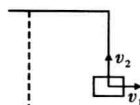


图 5-1-16

解析: 设铅笔的速度为 v , 如图 5-1-16 所示橡皮的速度分



解成水平方向的 v_1 和竖直方向的 v_2 。因该过程中悬线始终竖直,故橡皮水平方向的速度与铅笔移动速度相同,即 $v_1 = v$ 。因铅笔靠着线的左侧水平向右移动,故悬线竖直方向长度减小的速度大小与铅笔移动速度的大小相等,则橡皮竖直方向速度的大小也与铅笔移动速度的大小相等,即 $v_2 = v$ 。又因 v_1 、 v_2 的大

小、方向都不变,故合速度(即橡皮运动的速度)大小、方向都不变,选项 A 正确。

答案:A

点拨:在利用运动的合成与分解来解题时,一定要与物理模型相联系,找出各物理量的关系,这也是本题的创新所在。

V 知识巩固训练

A卷 基础知识强化 (答案见 137 页)

1. (曲线运动的特点) 关于曲线运动,下述说法正确的是()。

- A. 曲线运动是一种变速运动
- B. 做曲线运动的物体所受合外力一定不为零
- C. 做曲线运动的物体所受的合外力一定是变化的
- D. 曲线运动不可能是一种匀变速运动

2. (曲线运动的特点) 在曲线运动中,下列说法正确的是()。

- A. 加速度方向和位移方向一致
- B. 加速度方向和速度方向一致
- C. 加速度方向和位移方向垂直
- D. 加速度方向与合外力方向一致

3. (曲线运动的轨迹) 一质点做曲线运动,它的轨迹由上到下。关于它通过中点时的速度方向、加速度的方向,可能正确的是图 5-1-17 中的哪一幅()。

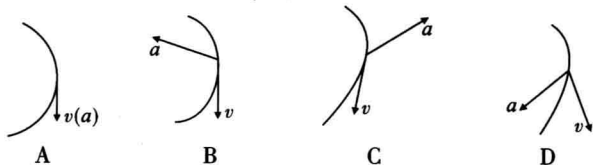


图 5-1-17

4. (物体做曲线运动的条件) 下列说法中正确的是()。

- A. 合外力方向与速度方向相同时,物体做加速直线运动
- B. 合外力方向与速度方向成锐角时,物体做曲线运动
- C. 合外力方向与速度方向成钝角时,物体做减速直线运动
- D. 合外力方向与速度方向相反时,物体做减速直线运动

5. (由图象判断运动性质) 光滑平面上—运动质点以速度 v 通过原点 O , v 与 x 轴成 α 角(图 5-1-18),与此同时对质点加上沿 x 轴正方向的恒力 F_x 和沿 y 轴正方向的恒力 F_y , 则()。

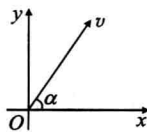


图 5-1-18

- A. 因为有 F_x , 质点一定做曲线运动
- B. 如果 $F_y > F_x$, 质点向 y 轴一侧做曲线运动
- C. 如果 $F_y = F_x \tan \alpha$, 质点做直线运动
- D. 如果 $F_x > F_y \cot \alpha$, 质点向 x 轴一侧做曲线运动

[2010 武汉华中师大附中高一检测]

6. (运动的合成与分解) 某人骑自行车以 10 m/s 的速度在大风中向东行驶,他感到风正以相当于车的速度从北方吹来,实际上风的速度是()。

- A. 14 m/s , 方向为南偏西 45°
- B. 14 m/s , 方向为东偏南 45°
- C. 10 m/s , 方向为正北
- D. 10 m/s , 方向为正南

B卷 高考水平训练 (答案见 137 页)

7. (2010 · 海南模拟) 在光滑水平面上的 xOy 直角坐标系中,一小球开始时沿 x 轴方向做速度为 v_0 的匀速直线运动,由于在 y 轴方向受到一恒力作用,其运动可分解为沿 x 轴方向的匀速直线运动和沿 y 轴方向的匀加速直线运动,若小球质量 $m = 1 \text{ kg}$,其分运动在同一坐标系中的 $v-t$ 图线如图 5-1-19 所示,则()。

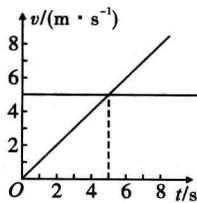


图 5-1-19

- A. 小球初速度为 5 m/s
- B. 小球所受恒力为 1 N
- C. $t = 5 \text{ s}$ 时速度方向与初速度方向夹角为 45°
- D. $0 \sim 5 \text{ s}$ 时间内,小球位移方向与 x 轴夹角为 45°



专题一 小船渡河问题分析

小船渡河问题是运动的合成与分解中最简单、最基本的。现在我们把小船渡河问题进行分析总结：小船渡河是运动的合成与分解的典型实例。假若小船在静水中的速度和水流速度都保持匀速，将小船渡河问题理想化，小船渡河问题可从两个角度分析。

1. 渡河时间问题

设河宽为 d ，小船在静水中的速度为 $v_{\text{船}}$ ，水流速度为 $v_{\text{水}}$ 。根据运动的独立性， $v_{\text{水}}$ 和 $v_{\text{船}}$ 在沿河岸方向的分速度 $v_{\parallel}$ 对渡河时间没有影响。小船渡河时间决定于河宽和 $v_{\text{船}}$ 垂直于河岸方向的分速度 $v_{\perp}$ ，渡河时间 $t = \frac{d}{v_{\perp}} = \frac{d}{v_{\text{船}} \sin \beta}$ (β 为船头与河岸的夹角)。如图 Z-1-1 甲、乙所示，可见 $v_{\text{船}}$ 垂直于河岸方向的分速度越大，渡河时间越短，当 $\beta = 90^\circ$ 时，即船头垂直于河岸航行时，渡河时间最短， $t_{\text{短}} = \frac{d}{v_{\text{船}}}$ ，如图 Z-1-1 丙所示。

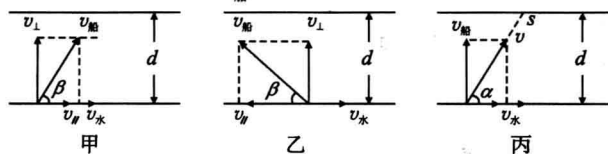


图 Z-1-1

2. 渡河路径最短问题

由图 Z-1-2 分析可以看出， $v_{\text{合}}$ 与河岸夹角越接近 90° ，航程越短。

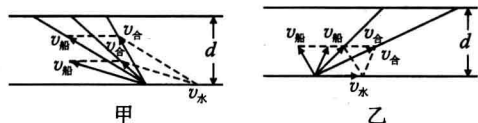


图 Z-1-2

(1) $v_{\text{船}} > v_{\text{水}}$ ，使船头向上游倾斜，如图 Z-1-2 甲所示。当船在沿河方向的速度与水流速度恰好相等时，即 $v_{\text{船}} \cos \theta = v_{\text{水}}$ ，船的实际位移方向垂直于河岸，即最短的航程为河宽 d (如图 Z-1-3 所示)。这种情况下，船头与上游夹角满足 $\cos \theta = \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}}$ ，渡河所用时间 $t = \frac{d}{v_{\text{船}} \sin \theta}$ 。

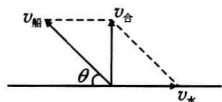


图 Z-1-3

(2) 当 $v_{\text{船}} < v_{\text{水}}$ 时，无论船的航向如何，合速度均不可能垂直于河岸，船不可能到达正对岸，而应到达其下游某点。由于 $v_{\text{水}}$ 、 $v_{\text{船}}$ 和 v 之间满足平行四边形定则，其中 $v_{\text{水}}$ 确定， $v_{\text{船}}$ 大小确定，方向可调，画出 $v_{\text{船}}$ 所有可能的方向，从中选择 v 与河岸夹角最大的方向，沿此方向的位移即为最短位移。

如图 Z-1-4 所示，先作 OA 表示水流速度 $v_{\text{水}}$ ，然后以 A 为圆心，以 $v_{\text{船}}$ 的大小为半径作圆，过 O 作直线 OD 与圆相切于 C ，

连接 AC ，再过 O 作 AC 的平行线 OB ，过 C 作 OA 的平行线交 OB 于 B ，则 OB 表示船相对于水的速度 $v_{\text{船}}$ 和船相对于水的航向，从图中不难看出，船沿 OD 行驶到对岸的位移最短。

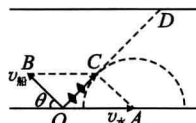


图 Z-1-4

此时 $v_{\text{船}}$ 与河岸的夹角 θ 满足 $\cos \theta = \frac{v_{\text{船}}}{v_{\text{水}}}$ ，即船的航向与河岸上游方向夹角为 θ 时，渡河位移最短，最短位移为 $l = \overline{OD} = \frac{d}{\cos \theta} = \frac{v_{\text{水}} d}{v_{\text{船}}}$ 。

船渡河所需时间为 $t = \frac{d}{v_{\text{船}} \sin \theta}$ 或 $t = \frac{l}{v} = \frac{l}{\sqrt{v_{\text{水}}^2 - v_{\text{船}}^2}} = \frac{d}{\cos \theta \sqrt{v_{\text{水}}^2 - v_{\text{船}}^2}} = \frac{dv_{\text{水}}}{v_{\text{船}} \sqrt{v_{\text{水}}^2 - v_{\text{船}}^2}}$ 。

注意

讨论小船渡河时一般有渡河时间最短和位移最短两个问题。求最短位移时要注意比较 $v_{\text{水}}$ 和 $v_{\text{船}}$ 的大小情况。

例 1 河宽 $d = 100 \text{ m}$ ，水流速度 $v_1 = 3 \text{ m/s}$ ，船在静水中的速度 $v_2 = 4 \text{ m/s}$ ，求：

(1) 欲使船渡河时间最短，船应该怎样渡河？最短时间是多少？船经过的位移多大？

(2) 欲使船航行距离最短，船应怎样渡河？渡河时间多长？

解析：如果水不流动，船头与河岸成一角度向对岸行驶时，船将沿此方向做匀速直线运动；如果船发动机关闭，水流动，那么船将顺水漂流；如果发动机打开，水流动，船将同时参与两个分运动，实际航线将与两个分运动方向都不相同。但分运动和合运动是有等时性的，船渡河的时间可由速度与位移的分解矢量图，根据等时性与独立性分析求得。

(1) 设船与岸成 θ 角向对岸行驶，如图 Z-1-5 所示，则当船行至对岸时，

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

当 $\sin \theta = 1$ 时， t 最小，即船应沿垂直于河岸的方向渡河 (图 Z-1-6)，

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

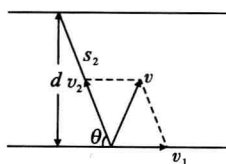


图 Z-1-5

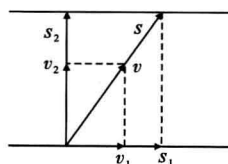


图 Z-1-6

船经过的位移大小 $s = vt$ ，



由于 $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$,

则有 $s = 5 \times 25 \text{ m} = 125 \text{ m}$ 。

(2) 因 $v_2 > v_1$, 所以欲使船航行距离最短, 需使船的实际位移(合位移)与河岸垂直。设此时船的行驶速度 v_2 与岸成 φ 角, 如图 Z-1-7 所示, 则

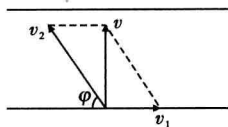


图 Z-1-7

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

$$v = \sqrt{v_2^2 - v_1^2} = \sqrt{4^2 - 3^2} \text{ m/s} = \sqrt{7} \text{ m/s},$$

$$t = \frac{d}{v} = \frac{100}{\sqrt{7}} \text{ s} = \frac{100\sqrt{7}}{7} \text{ s}.$$

答案: 见解析

点拨: 船过河时, 渡河时间由船发动机提供的速度决定。船在垂直于河岸方向的速度对渡河有贡献, 而水流速度大小只能影响船在沿岸方向发生的位移大小。

例 2 (2011 · 江苏高考 3 题 5 分) 如图 Z-1-8 所示, 甲、乙两同学从河中 O 点出发, 分别沿直线游到 A 点和 B 点后, 立即沿原路线返回到 O 点, OA、OB 分别与水流方向平行和垂直, 且 $OA = OB$ 。若水流速度不变, 两人在静水中游速相等, 则他们所用时间 $t_{\text{甲}}$ 、 $t_{\text{乙}}$ 的大小关系为()。

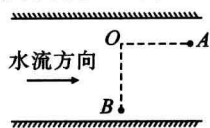


图 Z-1-8

A. $t_{\text{甲}} < t_{\text{乙}}$

B. $t_{\text{甲}} = t_{\text{乙}}$

C. $t_{\text{甲}} > t_{\text{乙}}$

D. 无法确定

解析: 设水流的速度为 $v_{\text{水}}$, 同学在静水中的速度为 $v_{\text{人}}$, 从题意可知 $v_{\text{人}} > v_{\text{水}}$, $OA = OB = L$, 对甲同学 $t_{\text{甲}} = \frac{L}{v_{\text{人}} + v_{\text{水}}} + \frac{L}{v_{\text{人}} - v_{\text{水}}}$, 对乙同学来说, 要想垂直到达 B 点, 其速度方向要指向上游, 并且来回时间相等, 即 $t_{\text{乙}} = \frac{2L}{\sqrt{v_{\text{人}}^2 - v_{\text{水}}^2}}$, 则 $t_{\text{甲}}^2 - t_{\text{乙}}^2 = \left(\frac{L}{v_{\text{人}} - v_{\text{水}}} - \frac{L}{v_{\text{人}} + v_{\text{水}}} \right)^2 > 0$, 即 $t_{\text{甲}} > t_{\text{乙}}$, C 正确。

答案: C

练习 1 某人驾驶汽船横渡一条河流, 船行驶速度大小和水流速度大小一定。此人驾船过河最短时间为 t_1 ; 若此船以最小位移过河, 则需时间 t_2 , 已知船速大于水速, 则船速与水速之比为()。

A. t_1/t_2

B. t_2/t_1

C. $\frac{t_2}{\sqrt{t_2^2 - t_1^2}}$

D. $\frac{t_1}{\sqrt{t_1^2 - t_2^2}}$

专题二 “关联”速度的分解

在运动过程中, 绳、杆等有长度的物体, 其两端点的速度通常是不一样的, 但两端点的速度是有联系的, 我们称之为“关联”速度, 解决“关联”速度问题的关键有两点: 一是物体的实际运动是合运动, 分速度的方向要按实际运动效果确定; 二是沿杆(或绳)方向的分速度大小相等。

例 1 如图 Z-2-1 所示, 杆 AB 沿墙滑下, 当杆与水平面的夹角为 α , B 端的滑动速度为 v_B , 求 A 端的滑动速度 v_A 。

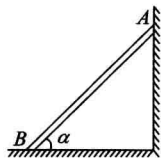


图 Z-2-1

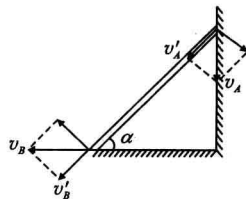


图 Z-2-2

解析: 将杆 A、B 两端点的速度进行分解, 使其一个分量沿杆的方向, 另一个分量垂直于杆的方向, 利用沿杆方向的分速度相等即可求解。

如图 Z-2-2 所示, 由于 $v'_A = v_A \sin \alpha$, $v'_B = v_B \cos \alpha$ 。

利用 $v'_A = v'_B$ 得 $v_A \sin \alpha = v_B \cos \alpha$, 所以 $v_A = v_B \cot \alpha$ 。

答案: $v_A = v_B \cot \alpha$

练习 1 在河岸上通过滑轮用细绳拉船, 绳的速度 $v_0 = 4 \text{ m/s}$, 如图 Z-2-3 所示, 当 $\theta = 60^\circ$ 时, 船的速度 v 是多少?

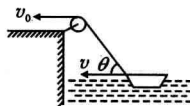


图 Z-2-3



2 平抛运动

课标导航

1. 理解平抛运动是匀变速运动,其加速度为 g 。
2. 理解平抛运动可以看成水平方向的匀速直线运动与竖直方向的自由落体运动的合运动,并且这两个分运动互不影响。
3. 会用平抛运动的规律解答相关问题。

I 教材知识清单

1. 以一定的 _____ 将物体抛出,如果物体只受 _____ 的作用,这时的运动叫做抛体运动;抛体运动开始时的速度叫做初速度。如果初速度是沿 _____ 的,这个运动叫做平抛运动。
2. 物体做平抛运动时,轨迹是 _____。
3. 平抛运动可分解为水平方向的 _____ 运动和竖直方向上的 _____ 运动。

4. 在平抛运动中,水平方向 $v_x =$ _____, $x =$ _____; 竖直方向 $v_y =$ _____, $y =$ _____; 合速度 $v =$ _____。
5. 抛体运动的加速度是恒定的,即抛体运动是 _____ 运动。
6. 将物体以一定的初速度沿斜向上方或斜向下方抛出去,物体仅在重力作用下所做的运动叫做 _____ 运动。

II 教材知识详解

知识结构



知识全析

1. 抛体运动

(1) 定义:以一定的速度将物体抛出,如果物体只受重力的作用,它的运动叫做抛体运动。

(2) 运动性质:做抛体运动的物体,加速度始终为重力加速度 g ,所以抛体运动为匀变速运动。

(3) 运动轨迹:两种典型的抛体运动如图 5-2-1 所示。当初速度 v_0 和 a 共线时,物体做匀变速直线运动;当初速度 v_0 和 a 不共线时,物体做匀变速曲线运动,其轨迹是抛物线。

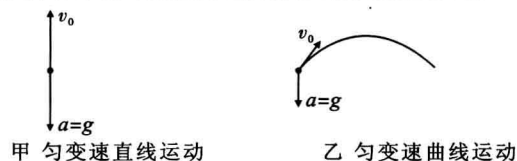


图 5-2-1

2. 平抛运动

(1) 定义:将物体以一定的速度水平抛出,物体只在重力作用下的运动叫平抛运动。

(2) 运动性质:做平抛运动的物体,由于只受重力作用,所以其加速度是重力加速度 g ,而其初速度 v_0 沿水平方向,故平

抛运动是匀变速曲线运动。

(3) 研究方法:可将平抛运动分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动,两个分运动互不影响。

注意

物体做平抛运动必须同时满足两个条件:

- (1) 物体具有水平方向的初速度,且初速度不等于零;
- (2) 运动过程中只受重力作用。

3. 平抛运动的速度

平抛运动可以看成是水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动的合运动。

以抛出点为原点,取水平方向为 x 轴, x 轴的正方向与初速度 v_0 的方向相同,竖直方向为 y 轴,正方向向下,物体在任意时刻 t 位置坐标 $P(x,y)$ 的速度为 v_t (如图 5-2-2 所示),则水平分速度: $v_x = v_0$, 竖直分速度: $v_y = gt$ 。

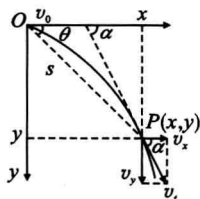


图 5-2-2

t 时刻平抛物体的速度大小和方向: $v_t = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, 设 v_t 与 x

轴正方向的夹角为 α , 则 $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$ 。

4. 平抛运动速度的改变量

平抛运动中,水平方向分速度保持 $v_x = v_0$, 竖直方向加速度恒为 g , 速度 $v_y = gt$ 。从抛出点起,每隔 Δt 时间,速度的矢量关系如图 5-2-3 所示。这一矢量关系有两个特点:

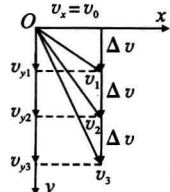


图 5-2-3

