



志鸿优化系列丛书

丛书主编 任志鸿

YING ZAI KE TANG

赢在课堂

高中同步课标版

- ◎ 让每一节课堂时间都成为真正的**黄金**时间！
- ◎ 让每一节课堂的学习目标**完美实现**！
- ◎ 让每一位学子都在课堂中得到**发展**！

物理

【必修2】

配课标人教版

责任编辑 / 孟祥纯

封面设计 / 邢 丽 王苾苾



智慧的开发和能力的提升，永远没有捷径，唯有在课堂全心全意学习，才能让你决胜于课堂内外；
黄金时间凝聚在课堂，锦绣前程根基在课堂，
一切的一切，赢在课堂！

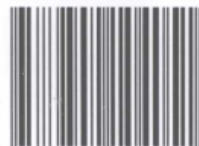
赢在课堂

- 激发兴趣，课堂学习生动化
- 以质为要，栏目设计新颖化
- 以实为先，知识梳理网络化
- 能力立意，训练流程科学化

赢在课堂（必修2）系列丛书书目

语文（人教版）	数学（苏教版）	物理（粤教版）	历史（岳麓版）
语文（苏教版）	英语（人教版）	化学（人教版）	地理（人教版）
语文（语文版）	英语（北师大版）	化学（苏教版）	地理（鲁教版）
语文（粤教版）	英语（外研版）	化学（鲁科版）	地理（湘教版）
语文（山东人民版）	英语（译林版）	生物（人教版）	地理（中图版）
数学（人教A版）	物理（人教版）	生物（苏教版）	思想政治（人教版）
数学（人教B版）	物理（沪科版）	历史（人教版）	
数学（北师大版）	物理（鲁科版）	历史（人民版）	

ISBN 978-7-80210-405-1



9 787802 104051 >

定价：23.00 元



志鸿优化系列丛书



高中同步课标版

丛书主编 任志鸿

本册主编 庞桂芹 陈 霞

编 者 付淑芳 李英杰

物理

【必修2】

配课标人教版

西苑出版社

图书在版编目(CIP)数据

赢在课堂:课标版.高中同步.物理.2:必修/任志鸿主编.一北京:西苑出版社,2008.8

(志鸿优化系列丛书)

ISBN 978-7-80210-405-1

I. 赢... II. 任... 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 122538 号

赢在课堂高中同步课标版·物理(必修2)

主 编 任志鸿

出 版 西苑出版社

通讯地址 北京市海淀区阜石路 15 号 邮政编码 100039

电话 88636417 传真 88637120

网 址 WWW.xycbs.com E-mail aaa@xycbs.com

总 发 行 山东世纪天鸿书业有限公司

印 刷 邹平县博鸿印刷有限公司

开 本 890 毫米×1240 毫米 1/16

版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

印 张 10.5

字 数 310 千字

书 号 ISBN 978-7-80210-405-1

定价:23.00 元

(凡西苑版图书如有缺漏页、残破等质量问题,本社邮购负责调换)

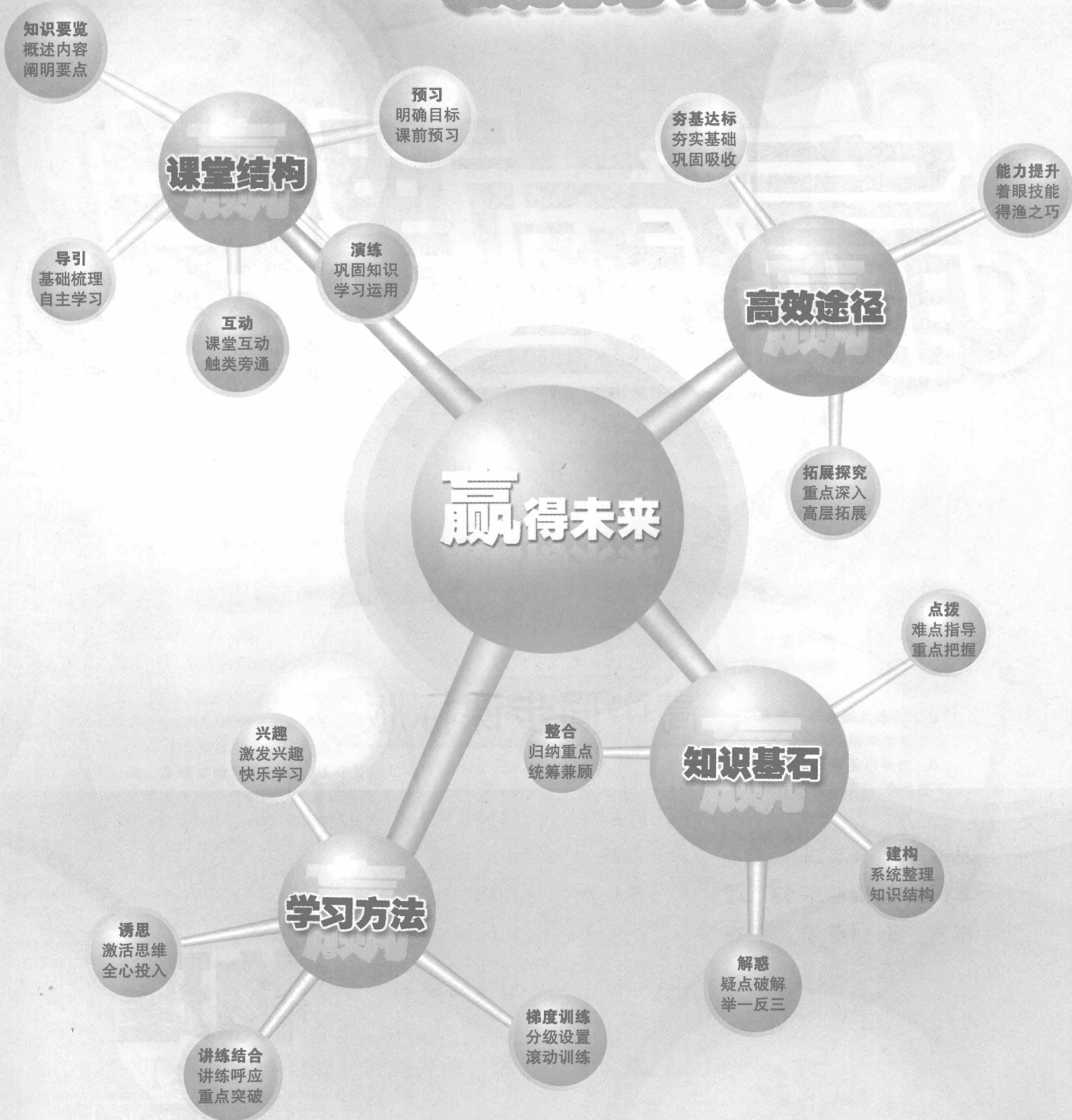
赢在课堂

栏目结构

这不是简单的物理变化，而是深刻的化学聚变。

赢的课堂结构+赢的学习方法+赢的知识基石+赢的高效途径

赢得未来



相信每一个人都向往着能够在一个明媚的夏日化蛹成蝶，把十年漫长的蜕变结束在一片灿烂中。我也不例外。也许我是幸运者，能够顺利地破茧而出。在走进燕园之前，我如实记下这破茧的方法——



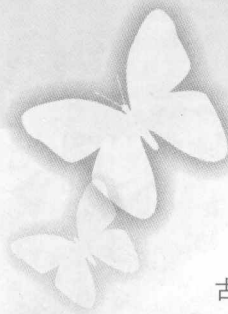
韦薇，女，1988年出生，山东省淄博市实验中学毕业。2006年高考中以679的高分成为山东省状元，现就读于北京大学。

破茧而出

(代前言)

在谈及真正的学习方法之前，我想借用米卢的一句话：态度决定一切。尽管中国队的世界杯之旅依然令人不堪回首，但绿茵场内的汗水和绿茵场外的泪水第一次诠释了足球的含义，这是它让人神魂颠倒群情振奋的原因。同样，寒窗下的生活是暗无天日苦不堪言，还是妙趣横生引人入胜，决定者是自己的态度。我一直相信，学习中不缺少乐趣，而是缺少发现。我也一直相信，兴趣是最好的老师，所以我不断地发现学习中点滴的乐趣，并刻意地去强化这种乐趣，这使我对每一学科都抱着极大的热情。比如，我很喜欢数学测验时的充实和紧张，喜欢完成一个较难题目后通身舒畅的惬意感觉，就因此喜欢数学课；我还喜欢化学的所有内容。这也可能与一个人的世界观人生观有关，就像看到一枝玫瑰，有人赞叹花的美丽，有人却只注重花下的尖刺。每个人都应把自己培养成前者。

除了兴趣之外，方法更是重中之重。然而学习方法不能用一句话概括，也不能一天养成，各学科的方法也不尽相同。我认为悟透每一学科的“灵魂”非常重要。比如语文要求的是一个人的文学素养，这就需要大量的积累。在我下定决心高考作文写议论文之后，我看书时就 very 注意搜集论据，而不是走马观花敷衍了事；翻过一遍《现代汉语词典》，成语也就掌握了大概。有目的就有成功。至于数学，培养数学思想比较关键，比如：转化函数，数形结合等等。这一般是在平时做题目之后多思考总结，多与同学交流积累起来的。现在有一句话很流行：“你有一个苹果，我有一个苹果，我们相互交换，每人还是一个苹果；你有一种思想，我有一种思想，我们相互交换，每一个人都有了两种思想。”可见同学间相互交流讨论的好处。英语方面我一直注意加大词汇量，平时出现频率较高的词汇就主动掌握下来，高考时做阅读理解就游刃有余了，毕竟读懂是理解的前提。最后是理综中的三科：理、化、生，理解就显得更重要了，物理定律情景、化学反应实质、生物原理都要求理解而不只是记住。遇到不懂的问题，要及时地钻研解决，实在不行的话，再问问老师，不能因一时的懒惰而束之高阁；另外，这方面做题也要适量，重点是总结题型，掌握方法，不要深陷题海。



古人有句话流传至今：“书山有路勤为径，学海无涯苦作舟。”对此，我只能同意前半句。但我所理解的“书”不是教科书的代名词，它还包括文学书、科普书等等；“勤”也不是指焚膏继晷闻鸡起舞，而是在应该学习的时候绝不懒惰。就是说上课的时候尽量控制自己的思想，及时对知识进行整理；课后，结合使用“志鸿优化”深入思考；自习前做一个简单的计划，保证一节课紧张有序，不至于忙得焦头烂额或是无所事事。再就是勤复习，我只是一个普通的人，没有过目不忘的本领，所以我也只能用最普通的记忆方法，多看文、理综教辅书，隔一定的时间再重新温习。只要在学校中做到“勤”，回家后又何必三更睡五更起啊？

至于考试，我认为心态是关键，对平时的小测验，要有气度，有道是“宠辱不惊，看庭前花开花落，去留无意，望天上云卷云舒”。考试的目的绝不是看得了多少分，排在第几名，而是为了找出学习中的不足之处。每一次拿到试卷，我所关心的是我哪道题错了，错误的原因是什么，用什么方法来补救；整理错题时也绝不仅仅是写上正确答案，而是点明做题时的障碍，并考虑其他特殊的解法。对于高考，我想说的是：“宜未雨而绸缪，勿临渴而掘井。”考试之前的挑灯夜战是徒劳无益的，知识的积累、能力的培养应当贯穿在整个学习生涯中。高考之前要做的，只是树立信心，减轻压力，这样可从降低目标来实现。在平时的学习中，我把目标定在清华、北大，但在考试前，我把它修改为浙大。我对自己说无论如何，就算发挥得再差，浙大也是没有问题的，因此置身于同考场众多的严肃面孔中，我相信我的表情一定轻松而随意，这可能是我在同水平的竞争者中胜出的原因吧。

最后我想谈一谈课外书的问题。有时我发现身边不少同学随便找本书看得津津有味，甚至抛下作业不做，自习课变成阅读课。我不反对大量涉猎课外知识，但我有一个原则，先保证必须的功课。我一般是在做完一整套题后感觉累了，才看课外书，或者在晚上回家后看。书的选择也有标准，我觉得有三种书值得我们去读：一种是有思想的，像余秋雨的散文，浓郁的历史厚重感充溢其中；一种是有美感的，像《大明宫词》，无论场景还是语言都美不胜收；再一种是有知识的，像一些历史性的、科技性的书。其实这些对一个人的文风甚至于心态都是有影响的。正如古语所说：“与善人居，如入芝兰之室，久而不闻其香；与恶人居，如入鲍鱼之肆，久而不闻其臭。”如果说人影响的是生活环境，书影响的则是思想环境，同样重要。

最后送大家一句话：“春风得意，天下谁人不识君？任重道远，未来舍我其谁！”
祝愿每个人都对自己充满信心，等待破茧而出的一刻！



目录 CONTENTS

第五章 曲线运动	1
第1节 曲线运动	1
第2节 质点在平面内的运动	4
第3节 抛体运动的规律	9
第4节 实验:研究平抛运动	14
第5节 圆周运动	18
第6节 向心加速度	23
第7节 向心力	27
第8节 生活中的圆周运动	32
整合提升	38
第六章 万有引力与航天	43
第1节 行星的运动	43
第2节 太阳与行星间的引力	47
第3节 万有引力定律	49
第4节 万有引力理论的成就	54
第5节 宇宙航行	59
第6节 经典力学的局限性	64
整合提升	67
第七章 机械能守恒定律	73
第1节 追寻守恒量	73
第2节 功	76
第3节 功率	81

第4节 重力势能	86
第5节 探究弹性势能的表达式	89
第6节 实验:探究功与速度变化的关系	92
第7节 动能和动能定理	96
第8节 机械能守恒定律	100
第9节 实验:验证机械能守恒定律	105
第10节 能量守恒定律与能源	110
整合提升	114

活页测试卷·参考答案

第五章过关检测	121
第六章过关检测	125
中期测试	129
第七章过关检测	133
模块综合测试	137
单元过关检测参考答案	141
学生用书参考答案	142

第五章 曲线运动

本章知识要览

内容提要

本章是共同必修模块的第五章,学生已对运动学和动力学的知识有了一定的了解.本章所学的曲线运动,不仅要讨论曲线运动的规律,同时要用牛顿运动定律对有关曲线运动进行分析.本章的许多知识都是与生产、生活有着密切联系的,例如“小船渡河”“平抛运动”“生活中的圆周运动”等,通过这些问题的研究,掌握分析解决实际问题的方法,从而达到学以致用,提高能力.

本章的重点是研究曲线运动的基本方法——运动的合成与分解(等效方法)及平抛运动、圆周运动规律,掌握物体做曲线运动的条件;难点是牛顿运动定律在圆周运动问题中的具体应用,这也是各级各类测试中经常考查的热点,应引起高度重视.

学法建议

学生学习过程中要注意:

1. 重视对物理现象的深入观察和对物理规律的亲身体验,例如课本的“飞镖”实验、“做一做”“研究平抛运动”“生活中的圆周运动”等,经过了深入观察和亲身体验后,物理知识不仅容易领悟而且印象深刻.
2. 注意物理方法的学习,例如“极限的思想”“等效思维方法”.运动的合成与分解是物理学中一种极其重要的等效思维方法,利用运动的合成与分解的方法,可以把较为复杂的曲线运动问题分解为简单的直线运动来解决,这是必须要掌握的.
3. 解决问题时强调规范化的方法.在物理学中,不同的问题有不同的特点,解决起来要遵从不同的程序,也就是说有不同的规范,这是科学方法的问题.从科学方法的角度看,平抛和斜抛没有区别(以后还会出现类抛体问题),对于所学各种抛体规律要灵活运用,对具体问题进行分析,不可生搬硬套,要注意各物理量及各物理规律的物理意义.

第1节 曲线运动

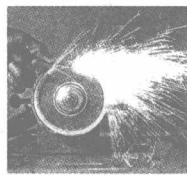
预习·导引

目标导航

1. 知道什么叫曲线运动.
2. 知道曲线运动是一种变速运动,知道曲线运动中瞬时速度的方向,能在曲线运动的轨迹图上画出各点的速度方向.
3. 知道物体做曲线运动的条件.能运用牛顿第二定律分析曲线运动的条件,掌握速度与合外力方向与曲线弯曲情况之间的关系.
4. 通过实验归纳曲线运动的条件,体验学习物理的兴趣.

激趣诱思

日常生活中曲线运动是最常见的运动.如:在体育课上掷出的铁饼,抛出的铅球,空中飞行的手榴弹、导弹的运动,汽车转弯时所做的运动……都是曲线运动.曲线运动中的速度方向是时刻改变的.在砂轮上磨刀具时,刀具与砂轮接触处的火星沿什么方向飞出?撑开的带着水的伞绕伞柄旋转,伞面上的水滴是如何从伞的边缘飞出去的?飞出去的水滴接下来做什么运动?



微粒沿什么方向飞出?

图 5-1-1

简答:由牛顿运动定律可知,火星和雨滴由于惯性,以离开物体时的速度做直线运动,故火星沿砂轮的切线方向飞出;水滴沿伞边各点所在圆周的切线方向飞出;飞出去的



水滴在空中受到重力作用,其方向与速度方向不在同一直线上,所以水滴做曲线运动。

新知预习

1. 曲线运动速度的方向

质点做曲线运动时,在这一点(或某一时刻)的速度方向_____方向。

2. 曲线运动的性质

曲线运动中速度的方向是时刻_____的,所以曲线运动一定是_____运动。

3. 物体做曲线运动的条件

当物体所受_____的方向跟它的_____方向_____在同一直线上时,物体做曲线运动。

互动·课堂

重难点拨

一、曲线运动的速度

1. 对曲线运动瞬时速度方向的理解

由平均速度的定义知 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{t}$, 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 5-1-2 所示, 随着时间取值的减小, 时间 t 内位移的方向逐渐向 A 点的切线方向靠近, 当时间 t 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为 A 点的瞬时速度方向, 即 A 点的切线方向。

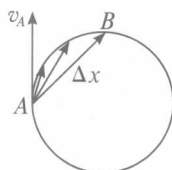


图 5-1-2

2. 曲线运动的方向和性质

(1) 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。

(2) 物体做曲线运动时, 速度的方向时刻在变化, 由于速度是矢量, 不论其大小是否变化, 只要方向改变, 速度就发生变化, 所以曲线运动一定是变速运动。

【例 1】下列说法正确的是 _____ ()

- A. 做曲线运动的物体速度的方向必定变化
- 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: 在曲线运动中, 运动质点在任一点的速度方向, 就是通过这一点的曲线的切线方向, 所以曲线运动的速度方向一定变化, 故 A 正确。速度是矢量, 若速度大小变化, 方向不变, 且速度方向与加速度方向在一条直线上, 物体就做变速直线运动, 故 B 错。物体做曲线运动的条件是加速度方向与速度方向不在一条直线上, 而不是要求加速度是否为恒量, 故 C 错。加速度是矢量, 若加速度方向不变, 只是大小发生变化, 且加速度方向与速度方向在一条直线上, 物体就做变加速直线运动, 故 D 错。

答案: A

温馨提示: 解答本题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, 正确掌握速度、加速度的矢量性及速度、加速度变化的特征。

二、曲线运动的条件

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条直线上(其轨迹向合外力所指的一方弯曲)。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。

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

触类旁通

1-1 关于曲线运动的速度,

下列说法正确的是 _____ ()

- A. 速度的大小与方向都在时刻变化
- B. 速度的大小不断发生变化, 速度的方向不变
- C. 速度的方向不断发生变化, 速度的大小不一定发生变化
- D. 质点在某一点的速度方向是在曲线的这一点的切线上

1-2 下列说法中正确的是 _____ ()

- A. 曲线运动中质点在某点的切线方向有正、反两个方向
- B. 速度大小不变的曲线运动是匀速运动, 是没有加速度的
- C. 曲线运动的速度一定是要改变的, 变速运动一定是曲线运动
- D. 曲线运动也可能是匀变速运动

2-1 如图 5-1-5 所示,

物体沿曲线从 A 运动到 B。这时, 如果突然使它所受的力反向, 大小不变, 在此力作用下, 物体以后的运动情况, 下列说法正确的是 _____ ()

与速度方向相同时,物体做匀加速直线运动;当合外力方向与速度方向相反时,物体做匀减速直线运动。这时合外力只改变速度大小,不改变速度的方向。

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,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(匀速圆周运动)。若合外力为恒力,物体就做匀变速曲线运动(平抛运动)。

所以物体做直线运动还是曲线运动,不取决于物体受到的力是恒力还是变力,而是取决于物体所受到的力的方向与运动方向是不是在一条直线上。这是判断物体的运动轨迹是直线还是曲线的依据。

物体在恒力作用下做的曲线运动是匀变速曲线运动。

【例2】如图5-1-3所示,汽车在一段弯曲水平路面上匀速行驶,关于它受到的水平方向的作用力方向的示意图(图5-1-4),可能正确的是(图中 F 为地面对其的静摩擦力, f 为它行驶时所受阻力)……………()



图 5-1-3

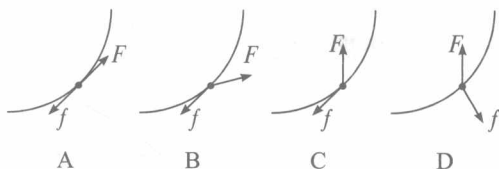


图 5-1-4

解析:汽车行驶时所受阻力 f 的方向总与该时刻它的速度方向相反,故D图肯定不对。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”,A、B两图中 F 与 f 的合力方向都不满足这一条件,只有C图中 F 和 f 的合力方向指向曲线的“内侧”,所以正确选项为C。

答案:C

温馨提示:正确解答本题的关键是要抓住物体做曲线运动的条件——物体所受合外力的方向跟速度方向不共线,且方向指向曲线的“凹”侧。

演练·提升

夯基达标

- 关于曲线运动速度的方向,下列说法中正确的是 ()
 - 在曲线运动中速度的方向总是沿着曲线并保持不变
 - 质点做曲线运动时,速度方向是时刻改变的,它在某一点的瞬时速度的方向与这一点运动的轨迹垂直
 - 曲线运动中速度的方向是时刻改变的,质点在某一点的瞬时速度的方向就是在曲线上的这一点的切线方向
 - 曲线运动中速度的方向是不断改变的,但速度的大小不变
- 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
- 关于曲线运动,下列说法中正确的是 …………… ()
 - 变速运动一定是曲线运动

- 曲线运动一定是变速运动
- 速率不变的曲线运动是匀速运动
- 曲线运动也可以是速率不变的运动

- 如图5-1-6所示的曲线为运动员抛出的铅球的运动轨迹(铅球视为质点)。A、B、C为曲线上的三点,关于铅球在B点的速度方向,下列说法正确的是 …………… ()

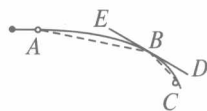


图 5-1-6

- 为AB的方向
- 为BC的方向
- 为BD的方向
- 为BE的方向

- 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的合外力方向相同
 - 与物体在这一点的速度方向一致
 - 与物体在这一点的速度方向的夹角一定不为零

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

图 5-1-5

2-2 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 ()

- 一定做匀变速运动
- 一定做直线运动
- 一定做非匀变速运动
- 一定做曲线运动



6. 一物体由静止开始下落一小段时间后突然受一恒定水平风力的影响,但着地前一小段时间风突然停止,则其运动轨迹的情况可能是图 5-1-7 中的 ()

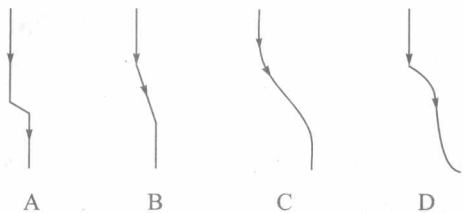


图 5-1-7

7. 关于曲线运动的性质,以下说法中正确的是 ()
- 曲线运动一定是变速运动
 - 变速运动不一定是曲线运动
 - 曲线运动一定是加速度变化的运动
 - 运动物体的速度大小、加速度大小都不变的运动一定是直线运动

能力提升

8. 关于力和运动的下列说法中,正确的是 ()
- 物体在恒力作用下,一定做匀加速直线运动
 - 物体在变力作用下,不可能做直线运动
 - 物体在恒力作用下,一定做匀变速运动
 - 物体在变力作用下,有可能做曲线运动
9. 运动物体的速度、加速度及所受合外力三者的方向关系是 ()
- 三者的方向总是相同
 - 速度方向与加速度方向可成任意夹角,但加速度方向总是与合外力方向相同
 - 速度方向总是与合外力方向相同,而加速度方向可能与合外力方向相同,也可能不同
 - 三者的方向可以成任意夹角
10. 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 $F_1 + \Delta F$,则质点此后 ()
- 一定做匀变速曲线运动

- 可能做匀速直线运动
- 可能做变加速曲线运动
- 可能做匀变速直线运动

11. 质点以初速度 v_0 从 A 点开始在光滑水平面上运动,由于受水平斥力的作用,物体的运动轨迹如图 5-1-8 中的实线所示, B 为该轨迹上的一点,虚线是过 A、B 两点并与该轨迹相切的切线,虚线和实线将水平面划分为 5 个区域,则对于施力物体位置的判断,下列说法正确的是 ()

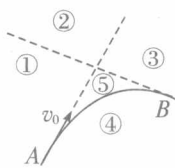


图 5-1-8

- 施力物体在①②③⑤区域均有可能
- 施力物体可能在①②③区域
- 施力物体一定在①区域
- 施力物体一定在②区域

拓展探究

12. 拦截导弹的基本原理是:当卫星测得某地发射导弹时,立即反馈给地面指挥中心,地面指挥中心根据卫星测

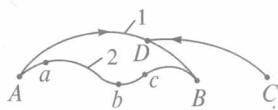


图 5-1-9

出的导弹飞行轨迹等参数,从而发射一颗拦截导弹,使拦截导弹和被拦截导弹在空中相遇,在未到达打击目标前在空中爆炸.如图 5-1-9 是从 A 地发射的普通导弹,欲打击 B 点目标,测知它的运动轨迹为轨迹 1,现从 C 地发射拦截导弹,在轨迹 1 的 D 处拦截,即可保护 B 目标不被打击.现在已经有了防拦截导弹,它的轨迹已不是普通导弹发射后那样形成弧形弹道曲线,而是受发射指挥中心控制,轨道可随机变化,使拦截方无法测知导弹的运行轨迹,从而避免拦截,假如:图 5-1-9 中轨迹 2 是一颗防拦截导弹的运行轨迹.运动中在 a、b、c 三点分别进行点火,使导弹受力改变运动方向,请回答:在 b 点点火时,导弹将受到方向 _____ 的合力作用.

第 2 节 质点在平面内的运动

预习·导引

目标导航

- 知道物体的运动轨迹不是直线时,需要建立平面直角坐标系进行研究.
- 经历蜡块运动位置、轨迹的研究过程,体会其中所用的数学方法.
- 经历蜡块速度的研究过程,体会运动合成所用的方法.
- 初步认识运动的合成与分解遵循平行四边形定则.
- 能够初步分析运动的合成与分解问题.
- 能够用图示方法表示合速度与分速度.

激趣诱思

1. 在做匀速直线运动的火车内,静止释放一小球,火车内的人观察到小球竖直下落(自由落体);站在地面上的人观察到小球是如何下落的?

简答:由于惯性,小球具有随车向前运动的速度,小球实际是水平和竖直方向的合运动,所以站在地面上的人观察到小球向前沿抛物线下落(平抛运动).

2. 下雨时,如果没有风,雨滴是竖直下落的,但我们骑车前进时,总觉得雨滴是向后倾斜的,为什么?当车的速度增大时,觉得雨滴的运动将有什么变化?

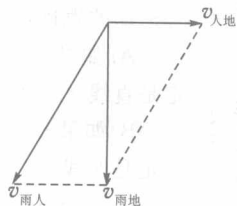


图 5-2-1

简答:人感觉到雨滴的速度是雨滴相对于人的速度 $v_{雨人}$, $v_{雨地}$ 是 $v_{雨人}$ 和 $v_{人地}$ 的合速度,如图 5-2-1 所示,所以人前进时,感觉雨滴向后倾斜,而且由图可知,当车速增大时,

雨相对人的速度增大,且倾斜得更厉害.

新知预习

1. 研究平面内质点运动的基本方法

(1)质点在平面内的运动,可以建立____直角坐标系来定量研究.

(2)合运动与分运动

如果物体同时参与了几个运动,那么物体____的运动就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_____.

(3)运动的合成与分解

已知分运动求合运动叫运动的____,已知合运动求分运动叫运动的_____.

2. 运动的合成与分解的法则

运动的合成与分解是指描述物体运动的各物理量——位移、速度、加速度的合成与分解.由于它们都是____,所以它们在合成与分解时都遵循_____. (1)两个分运动在同一直线上时,同向____,反向____; (2)不在同一直线上,按照_____进行合成或分解.

互动·课堂

重难点拨

一、运动的合成与分解

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,因而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.

1. 合运动与分运动的关系

(1)等效性:各分运动的规律叠加起来与合运动规律有相同的效果.

(2)独立性:一个物体如果同时参与几个分运动,这几个分运动是各自独立进行、互不影响的.

在研究运动的合成时,可分别对各个分运动进行独立分析(暂时不考虑其他的分运动),然后再利用运动的合成将分运动进行合成,这样可使复杂的问题简单化.

(3)等时性:合运动通过合位移所需时间和对应的每个分运动通过分位移的时间相等,即总是同时开始、同时结束.

等时性是联系分运动和分运动、分运动和合运动之间的一条重要纽带.

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 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 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(如小船渡河问题).

合运动的性质和轨迹由分运动的性质及合初速度与合加速度的方向关系决定:两个匀速直线运动的合运动一定还是匀速直线运动,合速度等于两分速度的矢

触类旁通

1-1 如图 5-2-8 所示,红蜡块能在玻璃管的水中匀速上升,若红蜡块在 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 ()

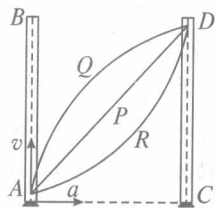


图 5-2-8

- A. 直线 P
- B. 曲线 Q
- C. 曲线 R
- D. 无法确定

1-2 如图 5-2-9 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

量和一个匀速直线运动和一个匀变速直线运动的合运动或两个匀变速直线运动的合运动仍是匀变速运动——当合初速度与合加速度共线时为匀变速直线运动，当合速度与合加速度不共线时为匀变速曲线运动。

所以，判断合运动是直线还是曲线运动的依据仍是“物体做曲线运动的条件”——看物体所受的合外力(或合加速度)与合速度的方向是否在同一直线上。只要合力(或合加速度)的方向与合速度的方向在同一条直线上，物体的合运动一定是直线运动；只要合力(或合加速度)的方向与合速度的方向不在同一条直线上，物体就一定做的是曲线运动。

【例1】关于互成角度(非 0° 或 180°)的两个匀变速运动的合运动，下述说法中正确的是 ()

- 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

解析：求解本题，我们可以从运动的合成和力与运动的关系两个方面进行分析判断。

对于 A、B 两个选项，从运动合成的角度看，若两个分运动均为初速度为零的匀变速直线运动，则合运动必为匀变速直线运动，物体做的将是初速度为零的匀加速直线运动。从动力学的角度看，此种情况即为静止物体受两个互成角度的恒力作用，因此合力也一定是恒力，物体做初速度为零的匀加速直线运动[如图 5-2-2(A)所示]。

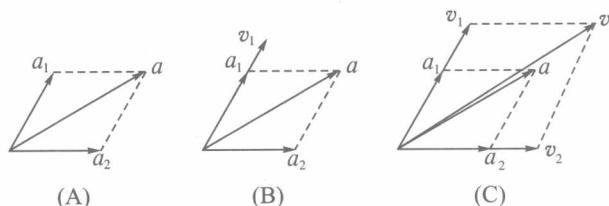


图 5-2-2

若两个分运动中有一个的初速度不为零，则初速度方向与合加速度方向存在夹角(即初速度方向与合外力方向不在同一直线上)，合运动必为曲线运动[如图 5-2-2(B)所示]。

若两个分运动均为初速度不为零的匀变速直线运动，则合运动可能是匀变速直线运动(合外力或合加速度方向恰与两初速度的合速度方向相同)，也可能是匀变速曲线运动(合外力或合加速度方向与两初速度的合速度方向不在一直线上)[如图 5-2-2(C)所示]。故选项 A 错误，B 正确。

对于选项 C，关键在于弄清匀变速运动的概念。物体在恒力作用下所做的加速度恒定不变的运动，不管是直线运动还是曲线运动，都叫做匀变速运动。故 C 是正确的。

由于两个互成角度的加速度的合加速度一定不等于零，故合运动不可能是匀速直线运动，选项 D 是错误的。

答案：BC

温馨提示：对本题正确进行判定的关键在于搞清物体做曲线运动的条件——物体运动方向与受力方向(或加速度的方向)不在一条直线上，另外，题干和选项中对物体运动的初状态(初速度)未加说明，也增加了问题思考上的开放性。

二、轮船渡河问题

轮船渡河问题是运动的合成与分解的最简单、最基本的具体应用，它只是两个匀速直线运动的合成与分解问题。小船渡河问题总结如下：

设船在静水中速度为 $v_{\text{船}}$ ，水流速度为 $v_{\text{水}}$ ，河宽为 d 。船在水中的运动可以看做是静水航行和随水漂流两个分运动的合运动。

1. 渡河时间最短

如图 5-2-3 所示，河宽 d 一定，当垂直河岸方向的分速度最大时，渡河时间最短，因此，应使船头垂直河岸航行，如图 5-2-3，

最短时间 $t_{\text{短}} = \frac{d}{v_{\text{船}}}$ (d 为河宽)，这种情况下，渡河的位移大小为

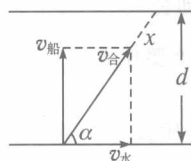


图 5-2-3

点_____ (填“左”或“右”)方，离 O 点距离为_____。

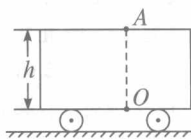


图 5-2-9

1-3 两个互相垂直的匀变速直线运动，初速度分别为 v_1 和 v_2 ，加速度分别为 a_1 和 a_2 ，它们的合运动的轨迹 ()

- A. 如果 $v_1 = v_2 = 0$ ，那么轨迹一定是直线
B. 如果 $v_1 \neq 0, v_2 \neq 0$ ，那么轨迹一定是曲线
C. 如果 $a_1 = a_2$ ，那么轨迹一定是直线
D. 如果 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{v_1}{v_2}$ ，那么轨迹一定是直线

2-1 轮船船头垂直河岸以一定的速度向对岸行驶，当河水匀速流动时，轮船所通过的路程、过河所用的时间与水流速度的正确关系是 ()

- A. 水速越大，路程越长，时间越长
B. 水速越大，路程越短，时间越长
C. 水速越大，路程与时间都

$$s = \frac{d}{\sin \alpha} (\alpha \text{ 为位移或合速度与水流的夹角}), \text{位移方向与河岸的夹角 } \alpha = \arctan \frac{v_{\text{船}}}{v_{\text{水}}}.$$

2. 渡河位移最短

第一种情况: $v_{\text{水}} < v_{\text{船}}$. 这种情况比较简单, 使船头向上游倾斜, 使船在沿河岸方向的速度与水流速度恰好相抵消, 这样船的实际位移即垂直于河岸, 最短的位移即为河宽 d (如图 5-2-4).

这种情况下, 船头与上游夹角 $\theta = \arccos \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}}$, 渡河所用时间 $t = \frac{d}{v_{\text{船}} \sin \theta}$.

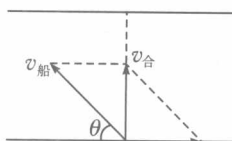


图 5-2-4

第二种情况: $v_{\text{水}} > v_{\text{船}}$. 这种情况, 船头方向无论指向什么方向, 都不能使船垂直河岸渡河, 但也有一个最短位移的解. 这类问题的解决, 我们通过 2-2 来说明.

【例 2】一艘小船在 100 m 宽的河中横渡到对岸, 已知水流速度是 3 m/s, 小船在静水中的速度是 4 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? 船经过的位移为多大?

(2) 欲使航行距离最短, 船应该怎样渡河? 渡河时间为多长?

解析: (1) 欲使船渡河时间最短, 船头的方向应该垂直于河岸, 如图 5-2-5 所示. 渡河最短时间: $t_{\min} = \frac{d}{v_2} = \frac{100}{4} \text{ s} = 25 \text{ s}$, 船经过的位移大小: $x = vt = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \cdot t = 125 \text{ m}$.

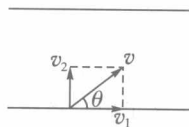


图 5-2-5

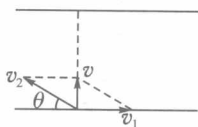


图 5-2-6

(2) 船的最短位移即为河宽, 船的合速度的方向垂直于河岸, 如图 5-2-6 所示.

船的合速度: $v = \sqrt{v_2^2 - v_1^2} = \sqrt{7} \text{ m/s}$

船速与河岸的夹角为 θ , 则 $\cos \theta = \frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{4}$,

渡河时间: $t = \frac{d}{v} = \frac{100}{\sqrt{7}} \text{ s} = \frac{100\sqrt{7}}{7} \text{ s}$.

答案: (1) 船头的方向应该垂直于河岸, 25 s, 125 m (2) $\frac{100\sqrt{7}}{7} \text{ s}$

温馨提示: 小船渡河问题是运动的合成和分解最简单的基本应用. 利用合运动与分运动的性质(等时性、独立性、等效性)和平行四边形定则进行分析.

三、运动的分解

运动的分解是运动的合成的逆运算, 遵循平行四边形定则. 要依据实际运动所产生的运动效果进行分解. 明确实际运动产生的效果, 从而确定分运动的方向是正确分解的关键(就像进行力的分解一样).

【例 3】如图 5-2-7 所示, 在河岸上利用定滑轮使船靠岸, 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?

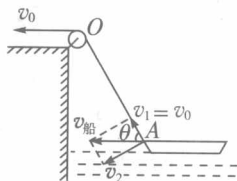


图 5-2-7

解析: 首先要分析船的运动与人拉绳的运动之间有什么样的关系, 船的实际运

不变

D. 水速越大, 路程越长, 时间

不变

2-2 如图 5-2-10 所示, 河水流速 $v_1 = 5 \text{ m/s}$, 一只小机动船在静水中的速度 $v_2 = 4 \text{ m/s}$. 现在它从 A 点开始渡河, 要使其位移最短, 船头应指向何方行驶?

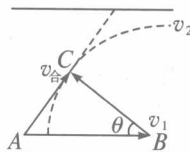


图 5-2-10

3-1 如图 5-2-11 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 . 已知 $v_1 = v$, 求:

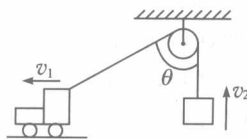


图 5-2-11

(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



动(即绳的末端的运动)可看做两个分运动的合成:一是沿绳的方向被牵引,绳长缩短,绳长缩短的速度即等于 v_0 ;二是垂直于绳以定滑轮为圆心的转动,它不改变绳长.这样就可以求得船的速度 $v_{\text{船}} = \frac{v_0}{\cos\theta}$.当船向左移动时, θ 将逐渐增大, $v_{\text{船}}$ 逐渐变大.虽然人是匀速拉绳的,但船却在做变速运动(加速靠岸).

答案: $v_{\text{船}} = \frac{v_0}{\cos\theta}$

当匀速拉绳时,船在做变加速运动

温馨提示:在进行速度分解时,首先要分清合速度与分速度,合速度就是物体实际运动的速度.由物体的实际运动得到由哪些分运动叠加,找出相应的分速度.在上述问题中,若不对船的运动认真分析,就很容易得出 $v_{\text{船}} = v_0 \cos\theta$ 的错误结果.

过程中,物体是加速上升还是减速上升?

3-2 北风速度 4 m/s ,大河中的水流正以 3 m/s 的速度向东流动,船上的乘客看见轮船烟囱冒出的烟柱是竖直的,求轮船相对于水的航行速度为多大? 什么方向?

演练·提升

夯基达标

- 一船以恒定的速率渡河,水流速度恒定(小于船速).要使船垂直到达对岸,则 ()
A. 船应垂直河岸航行
B. 船的航行方向应偏向上游一侧
C. 船不可能沿直线到达对岸
D. 河的宽度一定时,船到对岸的时间是任意的
- 一个物体的运动由水平的匀加速运动,加速度 $a_1 = 4 \text{ m/s}^2$ 和竖直的匀加速运动,加速度 $a_2 = 3 \text{ m/s}^2$ 两个分运动组成,关于这个物体的运动加速度,说法正确的是 ()
A. 加速度数值在 $1 \sim 7 \text{ m/s}^2$ 之间
B. 加速度数值为 7 m/s^2
C. 加速度数值为 5 m/s^2
D. 加速度数值为 1 m/s^2
- 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每一个分运动的速度大
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,那么合运动也一定是直线运动
D. 分运动的时间一定与它们的合运动的时间相等
- 游泳运动员以恒定的速率垂直河岸横渡,当水速突然增大时,对运动员横渡所经历的路程、时间产生的影响是 ()
A. 路程增长,时间不变
B. 路程增长,时间缩短
C. 路程增长,时间增长
D. 路程与时间均与水速无关
- 小船在流速恒定的河中沿河岸往返一段距离所需时间为 t_1 ,它在静水中往返同样距离所需时间为 t_2 ,设船相对静水的速度一定,则 ()
A. $t_1 = t_2$
B. $t_1 > t_2$

C. $t_1 < t_2$

D. 无法确定

- 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 _____.
- 一艘炮舰沿河由西向东行驶,在炮舰上发炮射击北岸的目标.要击中目标,射击方向应直接对准目标,还是应该偏东或偏西一些? 作俯视图,并说明理由.

能力提升

- 如图 5-2-12 所示的塔吊臂上有一可以沿水平方向运动的小车 A,小车下装有吊着物体 B 的钧钩. 在小车 A 与物体 B 以相同的水平速度沿吊臂方向匀速运动的同时,钧钩将物体 B 吊起. A、B 之间的距离以 $d = H - 2t^2$ (SI) (SI 表示国际单位制,式中 H 为吊臂离地面的高度) 的规律变化,则物体做 ()

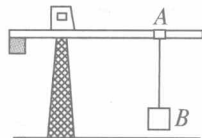


图 5-2-12

- 速度大小不变的曲线运动
 - 速度大小增加的曲线运动
 - 加速度大小、方向均不变的曲线运动
 - 加速度大小、方向均变化的曲线运动
- 火车以 20 m/s 的速度向东行驶,忽然,天降大雨,雨点以