

创新方案系列丛书

WWW.TC-BOOK.COM

创新方案

智慧·梦想



CXFA

高一同步课堂(下)

CHUANGXINFANGAN

- 中学教学参考战略合作伙伴
- 中国教育报权威推荐图书
- 中国教育电视台上榜品牌

GAOKAOLUKA

高考绿卡

物理

(学生用书)

山东教育出版社



■丛书策划/ 雷启清 ■责任编辑/ 于建成

■丛书主编/ 孙翔峰 ■封面设计/ 天 成

CHUANG XIN FANG AN

丛书科目

语文 数学 英语 物理 化学 政治 历史 地理

各科配有**教师用书** 英语配有**原声磁带**



创新永无止境 方案志在共赢

因追求而卓越 因卓越而恒久

享受正版 ★ 从我做起

ISBN 978-7-80713-566-1



9 787807 135661 >

总定价: 188.00元 (全八册)

品质 品位 品牌

创新方案

CHUANGXINFANGANXILIECONGSHU

图书在版编目(CIP)数据

创新方案·高一物理/孙翔峰主编

—济南:山东画报出版社 2007.8

ISBN 978-7-80713-566-1

I.创… II.孙… 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(2007)第116564号



本册主编 张富灵

副主编 刘家辉 程月

创新方案·高一物理

责任编辑:于建成

装帧设计:韦观亮

封面设计:天成

版式设计:艾兴伦

主管部门:山东出版集团

出版发行:山东出版集团

社址 济南市经九路胜利大街39号 邮编 250001

电话 总编室(0531) 82098470

市场部(0531) 82098479 82098476(传真)

网址 <http://www.hbcbs.com.cn>

电子信箱 hbcbs@sdpress.com.cn

印刷:山东肥城新华印刷有限公司

规格:880mm×1230 mm 1/16

印张:98 幅图:3920千字

版次:2007年10月第1版

印次:2007年10月第1次印刷

印数:1—10000册

总定价:188.00元(全八册)

如有印装质量问题,请与出版社资料室联系调换。

成功品质 饮誉从蓉

一日，编写余暇，偶翻阅一本杂志，看到这样一则故事。读后，感触颇多。细想来，觉得其中蕴含的道理对启发我们的编写思路很有指导意义，现摘录如下：

空间的价值——代序

故事发生在美国北部的一个小镇，这个小镇在新世纪的今天仍然保持着淳朴的民风 and 上个世纪的建筑格局，因而成为一个旅游怀旧的好地方。深知小镇发展根本的人们，尽自己最大的努力维护小镇的风貌，甚至换一片屋上的瓦也要经过全镇推举出来的长老会的审查。

随着时间的推移，到小镇来旅游的人越来越多，小镇的商业设施已不能满足游人的需要。有两个洞察这一商机的年轻人约翰和杰克，分别向长老会提出了申请：他们要在小镇上建一个超市，用来向人们提供日用品和旅游纪念品。

长老会经过反复磋商，终于同意了两个人的要求，但却附加了一个条件，那就是超市必须建在距离小镇十公里以外的地方，以免破坏小镇的格局。

约翰和杰克马上筹集资金，开始建造自己的超市。他们深知，要想赚到更多的钱，就必须想尽办法战胜对手。约翰曾到过一些大城市，了解规模对于一个超市的重要性，因此，他充分利用了长老会给予他的这块土地，建成了一家豪华超市，并尽可能使店里货物种类更齐全。而杰克却只使用了土地的一半建成了自己的超市。当然，由于规模经营的关系，店里的货物远没有约翰的种类齐全。约翰暗自高兴：这次我可要赚大钱了。

事情的发展完全出乎约翰意料，两家超市同一天开张，经营状况却出现了一边倒的现象：大部分游客和小镇上的人都涌进了杰克的超市，而约翰这边却很萧条。尽管约翰使出了浑身解数，又是有奖销售，又是歌舞表演，最终也未能扭转自己破产的命运。

破产的约翰决定远走他乡，在临行前，他拜访了自己的对手，并对杰克说：“我承认我的失败，但我想知道，我究竟输在哪里？”

杰克微笑着对约翰说：“在经营超市的经验上，你比我强，所以你在那块土地上盖出了尽可能大的一个超市，但是，我亲爱的朋友，你忽略了一个重要的问题：这里距离游客的观光地——我们的小镇还有十公里的距离，所以，无论是观光的游客，还是返回的游客，甚至是小镇上的居民，他们都是驾车前来，所以，我为他们留出的那片空地——停车场，使他们对我的心存好感，而这也成为了他们到我超市购物的基本理由。所谓与人方便，自己方便，那片空间的价值就在于此！”



读罢此文，掩卷沉思，郁闷多天、走进编写死胡同的心茅塞顿开——在编写中要多留一些空间给学生。

纵览近几年教辅图书的编写走向，愈发感到有这样一种趋势：书越编越厚，话越说越多，讲越来越杂，练越来越繁。一本书整个的是一个甚至是多个名师的教案，填鸭式的教学已被弃用，而填鸭式的教辅却日益盛行，学生在使用过程中失去了学习的主体地位，失去了应有的思维空间，“空间的价值”很有韵味，很有道理，我们必须还原教辅本色。它不应该是教案，应该是学案、练案。在编写中应多体现“点”和“线”，少顾及“面”。多采用“导引、问答、提醒、告诫”等启发式的编写，让学生自主思考、自主探究。提倡“加减法”编写，即在导读讲解方面“减”一点，在思考探究方面“加”一点，留给学生的是更多元、更广阔的思维空间；在自主创新方面“加”一点，在墨守成规方面“减”一点，留给学生的更加开阔的视野和自主操作的自由空间，一加一减之间，方寸天地，豁然开朗。

大而全无可厚非，小而专更有针对，那就是要依据我们服务的主体是谁而取舍。我们自信——《创新方案》应该适合您！

编者

二〇〇七年冬于创新园

创新方案 让创新成为师生共识

“专业性、务实性、创新性”的编写队伍,“快节奏、重过程、看结果”的工作风格和坚持“比别人多想一步”的编写理念铸就了集现代性、实用性、方法性、指导性、同步性于一体的《创新方案》。纵览本丛书,充分体现了新的教改精神和教学理念,较其他同类教辅书有根本性的新突破。该丛书从培养学生的学习兴趣和提高效果着眼,采用“导引、回答、提醒、告诫、归类、变形、拓展、链接”等生动鲜活的形式讲解教材知识,针对“一题多解、一题多形、多题一类、多类一题”等形式多样的题类传授解题技巧,不但能让学生加深对教材知识的理解,更主要的是能在智力和能力提高上达到质的飞跃和智能升级,本书的最大特点是有助于学生减轻负担、开拓思路、轻松巧妙地夺取高分。

责任与激情的呼唤

高一同步课堂

CHUANGXINFANGANXILIECONGSHU

一条河
可能走得很远
可能远过天涯海角，甚至宇宙苍穹
一条河
可能走不过森林，走不过山峦
甚至走不过
一段小小的坎坷和曲折

但是
一条河
总有几朵浪花飞溅
总有几个漩涡低回

我们
始终保持一滴水的形象
始终保持奔流的态势
始终把一条河的向往藏在心里

即便不能纳百川，入大海
但同样能成就海一样的梦想



创新方案

纵横书海 惟我精彩



墨香胸怀容万象 欲同天地竞风流



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	(4)
第三节	平抛物体的运动	(9)
第四节	匀速圆周运动	(13)
第五节	向心力 向心加速度	(19)
第六、七节	匀速圆周运动的实例分析 离心现象及其应用	(23)
第八节	实验 研究平抛物体的运动	(29)
	章末复习与检测	(32)
第六章	万有引力定律	(40)
第一节	行星的运动	(40)
第二、三节	万有引力定律 引力常量的测定	(45)
第四节	万有引力定律在天文学上的应用	(50)
第五节	人造卫星 宇宙速度	(55)
	章末复习与检测	(62)
	期中综合检测	(69)
第七章	机械能	(71)
第一节	功	(71)
第二节	功率	(76)
第三节	功和能	(81)
第四节	动能 动能定理	(84)
第五节	重力势能	(90)
第六节	机械能守恒定律	(94)
第七节	机械能守恒定律的应用	(101)
第八节	实验 验证机械能守恒定律	(105)
	章末复习与检测	(108)
	期末综合检测	(117)
	参考答案	(120)

高考考查的，就是我们关注的！





第五章

曲线运动

【章首概览】

本章以曲线运动的两种特殊情况——平抛运动和匀速圆周运动为例,研究物体做曲线运动的条件和规律,它是牛顿运动定律在又一领域中的具体运用.通过本章的学习,将使我们对速度和加速度这两个概念的矢量性得到进一步的领会,同时又为今后的学习打下坚实的基础,从而提高我们分析、解决实际问题的能力.

按知识结构本章内容可分为三个部分,第一部分内容为第一节,讲述了曲线运动的特点和曲线运动的条件,是本章的基础.第二部分内容为第二节,讲述了研究曲线运动的基本方法——运动的合成与分解,是本章的核心.第三部分为第三节至第七节,研究了曲线运动的两种重要的特殊的情形——平抛运动和匀速圆周运动,及其具体的应用,是本章的重点.

本章的重点是:(1)重要运动形式有平抛运动和匀速圆周运动;(2)重要概念有向心力、向心加速度、角速度和线速度;(3)重要研究方法有运动的合成与分解;(4)重要实验有研究平抛物体的运动.

本章的难点是:(1)物体做曲线运动的条件和规律;(2)分析向心力的来源以及对向心力概念的理解;(3)运动的合成与分解的方法以及具体的分析和应用.

学习中要注意已有动力学知识的合理迁移和对比.牛顿运动定律对不同形式的机械运动是普遍适用的,但在研究不同形式的运动时要注意各自的特点,对具体问题进行具体分析,学会灵活运用所学知识.

第一节

曲线运动



知识细解

(基础知识梳理——自主探究!)

一、曲线运动的特点

1. 曲线运动

运动轨迹是曲线的运动叫做曲线运动.

2. 曲线运动的速度方向

曲线运动中,运动质点在某一时刻的瞬时速度方向,就是通过这一点的曲线的_____.

3. 曲线运动是变速运动

由于曲线运动的_____改变,所以其性质必是变速运动,质点一定具有_____.

(1)做曲线运动的物体的速度方向是曲线上那一点的切线方向,也就是说与这一时刻质点所在位置处的切线方向一致,并指向质点运动的方向.

速度是描述曲线运动的重要物理量,曲线运动中质点在某点的速度指的是其瞬时速度,瞬时速度的方向就是质点从该点脱离曲线后自由运动的方向,也就是曲线上这一点的切线方向.

(2)曲线运动是变速运动.速度是矢量,既有大小,又有方向.只要速度的大小、方向中的任意一个或两个同时改变,则速度就发生改变,也就是肯定具有加速度.由于做曲线运动的物体速度方向时刻在发生变化,所以曲线运动是一种变速运动.

思维拓展

例1 一个质点的运动轨迹如图

图5-1-1所示,在图中画出质点经过A、B、C、D两点时的速度方向.

图5-1-1

【解析】 质点经过某点时的速度

方向一定沿着曲线上该点的切线方向,速度箭头方向由质点运动过程的始末位置确定.当质点由A向D运动时,B、C两点的速度方向分别如图5-1-2中 v_B 、 v_C 所示;当质点由D向A运动时,B、C两点的速度方向分别如 v'_B 、 v'_C 所示.

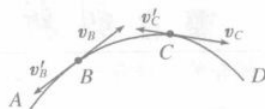


图5-1-2

【答案】 如图5-1-2

二、物体做曲线运动的条件

从动力学上分析 当物体所受合力的方向跟它的速度方向_____时,物体就做曲线运动.

从运动学上分析 当物体的_____方向跟它的_____方向不在同一直线上时,物体就做曲线运动.

拔牙 有一次,小伟到牙医诊所拔牙,在拔牙前,牙医对他说道:“等一下拔牙时,你可不可以叫大声一点?”小伟问道:“为什么?”牙医答道:“因为如此一来,才能吓走在候诊室已挂号的7位准备拔牙的病人,那么,我才有足够的时间,赶去球场,看正要开打的职棒总冠军……”

1. 力和运动的关系

物体运动的形式,按速度分有匀速和变速,按径速分有直线和曲线,其原因决定于物体的初速度 v_0 和合外力 F . 具体分为:

- (1) $F=0$, 物体静止或做匀速运动;
- (2) $F \neq 0$, 物体做变速运动;
- (3) F 恒定时, 物体做匀变速运动;
- (4) F 为变量时, 物体做非匀变速运动;
- (5) 当 F 和 v_0 的方向在同一直线上时, 物体做直线运动;
- (6) 当 F 和 v_0 的方向不在同一直线上时, 物体做曲线运动。

2. 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, 而取决于物体所受到力的方向与运动方向是否在同一条直线上。如力是恒力且与运动方向不在同一条直线上, 则物体做匀变速曲线运动, 否则做变加速曲线运动。



思维拓展

例2 关于质点做曲线运动, 下列说法中正确的是 ()

- A. 质点做曲线运动时的瞬时速度方向在曲线运动轨迹的切线方向上
- B. 质点做曲线运动时受到的合力一定是变力
- C. 质点做曲线运动时受到的合力方向与速度方向一定不在同一直线上
- D. 质点做曲线运动时的速度大小一定是时刻在发生变化

【解析】 本题着重考查了物体做曲线运动的条件, 曲线运动中速度的方向以及曲线运动的类型。

当物体初速度不为零, 所受合力与初速度方向有夹角时, 物体做曲线运动。至于合力恒定与否不是做曲线运动的必要条件, 当合力方向跟速度方向不在同一直线上时, 可将合力分解到沿着速度方向和垂直速度方向上, 沿着速度方向的分力改变速度大小, 垂直速度方向的分力改变速度方向, 这时物体做曲线运动。若合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; 若合力为恒力, 物体就做匀变速曲线运动, 曲线运动的速度方向一定在曲线的切线方向上。

【答案】 AC

【本节归纳】

曲线运动

概念: 运动轨迹是曲线的运动叫曲线运动

曲线运动的速度方向: 质点在某点(或某时刻)的瞬时速度的方向, 即曲线上这一点的切线方向。

曲线运动的性质: 曲线运动是变速运动

曲线运动的条件: $F_{\text{合}}(a)$ 与速度 v 不在同一直线上 (有一定夹角)。



整合创新

(综合能力培养——授之以渔!)

题型一 做曲线运动的物体合外力的方向与轨迹的关系

例1 如图 5-1-3 所示, 物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B , 这时突然使它受的力反向, 但大小不变, 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 ()

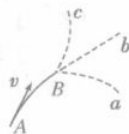


图 5-1-3

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. 若原来物体做速率增大的匀加速曲线运动, 以后将做速率减小的匀变速曲线运动

【解析】 依据物体由 A 运动到 B 的弯曲情况, 可知物体在 A 点受到的恒力 F 有三种情况, 如图 5-1-4 所示的 F_1, F_2, F_3 , 达 B 点后反向, 则为 F'_1, F'_2, F'_3 , 因为 v_B 不可能与 F 共线, 则 F' 也不能与 v_B 共线, 所以物体不可能沿 Bb 做曲线运动; 曲线轨迹应夹在力与速度矢量之间, 故物体也不可能沿 Ba 做曲线运动; 若原来物体做速率增大的匀加速曲线运动, 说明力 F 与速度方向的夹角为锐角, 当力 F 反向后, $-F$ 与速度方向的夹角必为钝角, 所以物体做速率变小的匀变速曲线运动。选项 A、B、D 正确。

【答案】 ABD

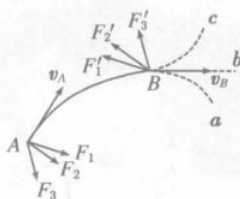


图 5-1-4

规律方法

曲线运动中物体所受合外力的方向跟速度的方向分居在轨迹的两侧。速度方向始终沿轨迹的切线方向, 合外力的方向总指向曲线的凹侧。

G 跟踪发散 (练练自身能力!)

1. 质点在一平面内沿曲线由 P 运动到 Q , 如果用 v, a, F 分别表示质点运动过程中的速度、加速度和受到的合外力, 图 5-1-5 中的图象可能正确的是 ()

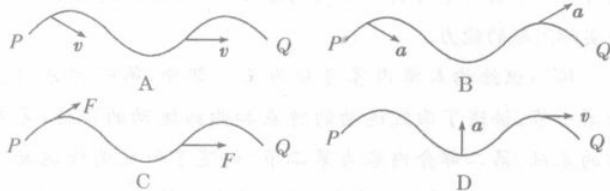


图 5-1-5

题型二 根据曲线运动的条件判断物体的运动状态

例2 物体受到几个共点力的作用而处于平衡状态, 若再对物体施加一个恒力, 则物体可能做 ()

- A. 静止或匀速直线运动
- B. 匀变速直线运动
- C. 曲线运动
- D. 匀变速曲线运动

【解析】 物体处于平衡状态, 则原来几个力的合力一定为零, 现受到另一恒力作用, 物体一定做变速运动, 故选项 A 错误。若物体原来静止, 则现在一定做匀加速直线运动; 若物体原来做匀速直线运动, 且速度与恒力方向共线, 则做匀变速直线运动 (F 与 v 同向则匀加速, F 与 v 反向则匀减速), 故选项 B 正确; 若速度与力不在同一直线上, 物体则做曲线运动, 因力是恒力, 加速度也是恒定的, 因此物体做匀变速曲线运动。故选项 C、D 正确。

【答案】 BCD

规律方法

研究物体的运动情况, 不仅要考虑其所受的合力, 而且还要考虑其最初运动状态(初速度), 只有全面分析运动和力的关系, 才能得出正确答案。

【重难点】

【弥补措施】

【易错点】

成长记录

G 跟踪发散 (练练自身能力!)

2. 一个物体在相互垂直的恒力 F_1 和 F_2 作用下,由静止开始运动,经过一段时间后,突然撤去 F_2 ,则物体的运动情况是 ()

- A. 物体做匀变速曲线运动
B. 物体做变加速曲线运动
C. 物体沿 F_1 的方向做匀加速直线运动
D. 物体做直线运动

易错题类型示例

例3 下列对曲线运动的叙述正确的是 ()

- A. 曲线运动一定是变速运动
B. 曲线运动一定是变加速运动
C. 因为曲线运动速度的方向不断变化,其加速度的方向也一定不断变化
D. 速率不变的曲线运动,一定是变加速曲线运动

【错解】 BC

【错因】 错选 B 是因为对曲线运动的条件理解不透彻,当物体在恒力作用下,做曲线运动时,加速度是恒定的,故 B 选项是错误的,同理可知 C 选项也是错误的。

【正解】 曲线运动的速度方向不断变化,所以是变速运动, A 选项正确。对 D,速率不变的曲线运动,物体受的合外力与速度方向总是垂直的,当速度方向变化时,合外力方向随之变化,加速度方向不断变化,所以是变加速曲线运动, D 选项正确。

Y 易错再练 (试试走出误区!)

3. 关于曲线运动的下列说法正确的是 ()
A. 曲线运动的速度方向有可能不变
B. 曲线运动的速度有可能不变
C. 曲线运动的速率有可能不变
D. 物体做曲线运动时加速度不可能为零

1. D 2. A 3. CD



知能提升

(课下效果落实——练中提升!)

闯关题组一**基本概念题**

1. 关于曲线运动的速度,下列说法正确的是 ()
A. 方向不变,大小变化
B. 大小可以不变,方向变化
C. 方向不断变化,大小也可能变化
D. 速度在某点的方向,就是曲线上该点的切线方向
2. 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

闯关题组二**基础知识应用题**

3. 质点做曲线运动时,其轨迹上某一点的加速度方向 ()
A. 在通过该点的切线方向上
B. 与通过该点曲线的切线垂直
C. 与物体在该点所受合外力的方向相同
D. 与该点瞬时速度方向成一定夹角

4. 某物体在一光滑平面上向南运动,当它受到一个向东的恒定外力作用时,物体的运动将做 ()
A. 曲线运动,但加速度大小及方向不变,是匀变速曲线运动
B. 直线运动,且是匀变速运动
C. 曲线运动,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,加速度方向及大小均改变,是非匀变速曲线运动
5. 下列几种说法中正确的是 ()
A. 物体受到变力作用一定做曲线运动
B. 物体受到恒力作用一定做匀变速直线运动
C. 当物体所受到的合外力方向与速度方向有不为 0 或 π 的夹角时,一定做曲线运动
D. 当物体所受到的合外力方向不断改变时,一定做曲线运动
6. 如图 5-1-6 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 5-1-7 中的哪一个 ()

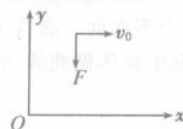


图 5-1-6

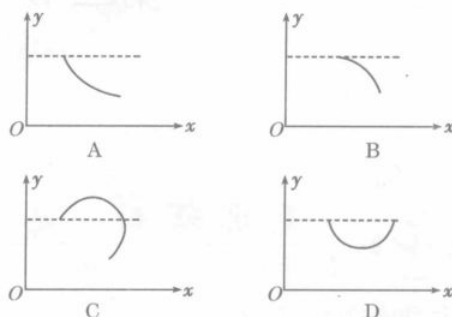


图 5-1-7

7. 如图 5-1-8 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
8. 如图 5-1-9 所示,图中标出了质点经过位置 P 时的速度、加速度及 P 点附近的轨迹,其中可能正确的是 ()

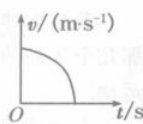


图 5-1-8

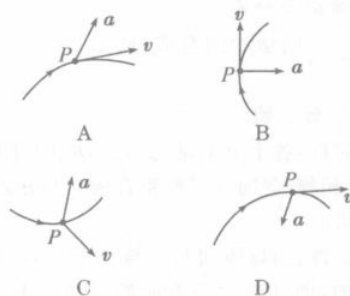


图 5-1-9

9. 精彩的 F_1 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高速行驶的赛车后轮突然脱落,从而不得不遗憾地退出了比赛。关于脱落的后轮的运动

之鉴赏篇

小书房里的大风景(一) 平生所爱,甚博。首推书,次为房。有房也是为书,让书有个安息之处。熬到不惑之年,终于有一间书房。书房仅九个多平方,且朝北。酷夏如蒸笼,严冬有寒气。虽为陋斋,有书芬芳。静夜里枕书而卧,思绪绵绵。捧一册书,不知时光之流逝,忘却人生之苦役。读到入神处,忽开混沌,眼前风景如画,浮想联翩。孔子、庄子、陶潜、李白、香山居士、东坡居士、六一居士、随园老人,都是我身边最亲密的知音。

- 情况,以下说法正确的是 ()
- 仍然沿着汽车行驶的弯道运动
 - 沿着与弯道垂直的方向飞出
 - 沿着脱离时,轮子前进的方向做直线运动,离开弯道
 - 上述情况都有可能

10. 在光滑水平面上有一质量为 2 kg 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 2 N 的力水平旋转 90° , 则关于物体的运动情况的叙述正确的是 ()

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

闯关题组三 拓展、综合、创新题

11. 一物体同时受到三个不在同一直线上的力 F_1, F_2, F_3 作用保持静止, 下列情况中物体做曲线运动的是 ()

- 先撤去 F_1 , 然后撤去 F_2 , 保留 F_3
 - 先撤去 F_1 , 然后同时撤去 F_2 和 F_3
 - 先同时撤去 F_1 和 F_2 , 然后撤去 F_3
 - 先同时撤去 F_1 和 F_2 , 然后恢复 F_2 后, 始终保留 F_3
12. 若已知物体的速度方向和它所受恒定合外力的方向, 则图 5-1-10 中所示的运动轨迹可能正确的是 ()

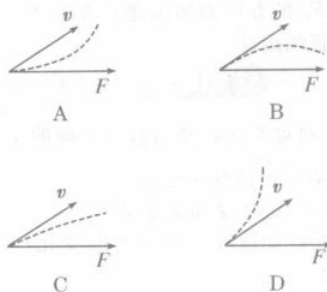


图 5-1-10

第二节 运动的合成和分解



一、运动的合成与分解

1. 合运动与分运动

若某物体同时参与几个运动, 那么物体_____叫做那几个运动的合运动, 那几个_____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_____、_____和_____.

某方向上分运动的位移、速度、加速度分别称为合运动在该方向上的_____、_____和_____.

2. 运动的合成与分解

已知_____叫运动的合成, 已知_____叫运动的分解.

3. 合运动与分运动的特性

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. 等时性是联系合运动与分运动、分运动与分运动间的纽带.

运动的独立性: 当物体同时参与几个分运动时, 其每一个运动都是独立的, 即任何一个方向的运动都不会因为其他方向运动的存在而受到影响.

运动的等效性: 各个分运动叠加起来产生的总效果与合运动的效果相同.

运动的同一性: 合运动与各分运动, 是指同一物体的实际运动和一起参与的分运动, 并不是几个不同的物体发生的不同的运动.

如何理解运动的合成与分解

(1) 合运动是物体的实际运动, 分运动是依据物体实际运动效果来分解的, 合运动与分运动必须选择相同的参考系, 只有这样, 分运动与合运动才具有等效性. 在解题时, 我们一般选地面为参考系.

(2) 在求解运动的合成与分解时应注意分运动与合运动的等时性及分运动的独立性两个原理. 等时性是分运动与合运动联系的纽带, 而独立性是运动分解的依据.

(3) 两个分运动的合成: 两个直线运动合成时, 合运动的性质和轨迹是由两分运动的合初速度方向与合加速度方向之间的关系决定的.

(4) 对实际运动进行分解

首先分析对实际运动产生影响的因素有哪些, 从而明确实际运动同时参与了哪些运动, 例如: 渡河问题中, 影响渡船运动的主要因素有两个: 一是船本身的划动, 二是船随水的漂流. 因此, 渡船的运动可以看成船本身的划动及随水漂流运动的合运动. 其次, 在进行速度分解时, 分清合速度与分速度. 合速度是物体的实际运动速度, 是平行四边形的对角线, 分速度从理论上讲分解的方向是任意的, 但一般分解都是根据实际效果进行分解, 如分解绳子的速度时, 可分成一个沿着绳子方向, 另一个沿着绳子转动方向(即垂直于绳子的方向)进行分解.



例 1 对于两个分运动的合运动, 下列说法正确的是 ()

- 合运动的速度一定大于两个分运动的速度
- 合运动的速度一定大于其中一个分运动的速度
- 合运动的方向就是物体实际运动方向
- 由两个分速度的大小就可以确定合速度的大小

【重难点】

【弥补措施】

【易错点】

成长记录

【解析】运动的合成遵循平行四边形定则,合速度大小为对角线的长,分速度为两邻边,所以合速度的大小可以大于分速度,也可以小于分速度,还可以等于分速度,故 A、B 选项均错;仅知道两个分速度的大小,不知道两分速度的方向,无法画出平行四边形,也就不能求出合速度的大小,故 D 选项错误;合运动就是实际运动,故 C 选项正确。

【答案】C

二、运动的合成和分解的方法

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遵循矢量的运算法则——平行四边形定则。

1. 运动合成与分解问题的一般处理方法

基本原则:视问题的需要和实际效果进行分解。

(1)从位移的角度进行分解:先虚拟合运动的位移,再分析该合位移产生的实际效果,找到分解的方法。

(2)从速度的角度进行分解:先确定合速度的方向,再分析该合速度产生的实际效果,从而确定两个分速度的方向。

2. 合运动的性质的决定因素

物体参与两个分运动,其合运动的性质取决于两个分运动的合初速度和合加速度之间的关系。如果合初速度和合加速度在同一条直线上,则物体做直线运动,反之做曲线运动。

(1)两个匀速直线运动的合运动为匀速直线运动。

(2)一个匀速直线运动和一个匀变速直线运动的合运动还是匀变速运动。当两者共线时为匀变速直线运动,不共线时为匀变速曲线运动。

(3)两个匀变速直线运动的合运动仍然是匀变速运动。若合速度和合加速度共线,则为直线运动,反之则为曲线运动。

运动的合成与分解都遵循矢量的合成法则,即平行四边形定则。

两个直线运动的合运动可以是曲线运动,反之,一个曲线运动也可以分解为两个方向上的直线运动,分别研究这两个方向上的受力情况和运动情况,弄清作为分运动的直线运动的规律,就可以知道作为合运动的曲线运动的规律。

运动的合成和分解实际上是描述运动的速度、位移、加速度的合成和分解。合成或分解各参量时,各参量必须是相对于同一参考系的。

运动的分解如同力的分解一样,如果没有其他任何约束条件的話,一个运动可以分解为无数组分运动,但是在具体分解运动时,只能按运动的实际效果分解。



思维拓展

【例2】有关两个运动的合成,以下说法中正确的是

()

- A. 两个直线运动的合运动一定是直线运动
- B. 两个不共线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. 匀加速运动和匀速直线运动的合运动一定是直线运动

【解析】两个匀速直线运动的合运动无论它们的方向如何,它们的合运动仍是匀速直线运动,故 B 正确。一个匀速直

线运动和一个匀变速直线运动的合运动一定是匀变速运动(加速度不变的运动),两者共线时为匀变速直线运动,两者不共线时为匀变速曲线运动,故 A、D 错。两个匀变速直线运动的合运动仍为匀变速运动。当合初速度与合加速度共线时为匀变速直线运动,当合初速度与合加速度不共线时为匀变速曲线运动,故 C 正确。

【答案】BC

【本节归纳】

运动的合成和分解

- 概念:合运动、分运动以及运动的合成和分解。
- 基本原理:等时性原理、独立性原理。
- 方法:遵循矢量的平行四边形定则。
- 典型问题:小船渡河。



整合创新

(综合能力培养——授之以渔!)

题型一

运动的合成

【例1】

某人站在电动扶梯上不动,经时间 t_1 由一楼升到二楼。如果电动扶梯不动,人从一楼走到二楼的时间为 t_2 。现在扶梯正常运行,人也保持原来的速率沿扶梯向上走,则人从一楼到二楼的时间是 ()

A. $t_2 - t_1$

B. $\frac{t_2 \cdot t_1}{t_2 - t_1}$

C. $\frac{t_2 \cdot t_1}{t_2 + t_1}$

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

【解析】扶梯上升速度 $v_1 = \frac{h}{t_1}$ (h 为从一楼到二楼沿扶梯的位移),人相对扶梯的速度为 $v_2 = \frac{h}{t_2}$ 。当扶梯正常运行,人仍以 v_2 在扶梯上走,则人对地的速度 $v = v_1 + v_2$,从一楼到二楼所用时间 $t = \frac{h}{v} = \frac{h}{\frac{h}{t_1} + \frac{h}{t_2}} = \frac{t_1 \cdot t_2}{t_1 + t_2}$ 。

【答案】C

【例2】

一质量为 $m = 1 \text{ kg}$ 的光滑小物体沿水平面以 $v = 2 \text{ m/s}$ 的速度向东运动,从某时刻开始受到一个向北的恒力 $F = 2 \text{ N}$ 的作用,试分析:

(1) F 作用后物体将做什么运动?

(2) F 作用 2 s 后,物体的位移、速度、加速度的大小分别是多少?

【解析】(1)由于小物体光滑,所以小物体在竖直方向上重力与支持力平衡,水平面上仅受向北的力 F 的作用,且 F 为恒力,即小物体的加速度不变,小物体的合外力的方向与速度的方向不在一条直线上,故小物体的运动一定是匀变速曲线运动。

(2)由于小物体做匀变速曲线运动,故其加速度恒为

$$a = \frac{F}{m} = 2 \text{ m/s}^2.$$

根据运动的独立性有

$$v_x = v = 2 \text{ m/s}.$$

$$v_y = at = 2 \times 2 \text{ m/s} = 4 \text{ m/s},$$

据平行四边形定则,有

小书房里的大风景(二) 卢梭、莎翁、狄更斯、德莱塞、罗曼·罗兰、莫泊桑、巴尔扎克、森村诚一,都是我邀请来的上宾贵客。

小小书房中,天地无限大。有刀光剑影,有缠绵风情,有千古奇事,有暮人哲理。足不出户,可畅游三山五岳;埋首陈编,可浏览千年沧桑。意境何等壮阔!小小书房中,思绪无限长。有人生荣辱,有浮世虚名,有青史壮举,有百年悔恨。身在陋斋,可品味人生豪宴;心在江湖,可冥思禅意密宗。遐想何等丰富!

$$v_{\text{合}} = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = \sqrt{4^2 + 2^2} \text{ m/s} = 4.47 \text{ m/s}, \text{方向如图5-2-1所示.}$$

据运动的独立性有

$$s_x = vt = 2 \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}, s_y = \frac{1}{2} at^2 =$$

$$\frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 \text{ m} = 4 \text{ m},$$

由矢量运算的平行四边形定则,得

$$s_{\text{合}} = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} = \sqrt{4^2 + 4^2} \text{ m} = 5.66 \text{ m}.$$

【答案】 (1) 匀变速曲线运动 (2) 5.66 m 4.47 m/s
2 m/s²

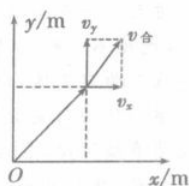


图 5-2-1

规律方法

(1) 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.

(2) 如果各分运动互成角度,那就要作平行四边形,运用作图法、三角形法等方法求解.如两分运动垂直,则合运动与分运动具有如下关系:

$$a_{\text{合}} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}, v_{\text{合}} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}, s_{\text{合}} = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}.$$

G 跟踪发散 (练练自身能力!)

1. 站在绕竖直轴转动的平台边缘的人,他用玩具枪水平射击轴上的目标,已知枪口距转轴2 m,子弹射出时速度为20 m/s,枪口所在处随转台转动的速度为10 m/s,若要击中目标,瞄准的方向应与枪口和目标的连线成多大的夹角?子弹射出后经多长时间击中目标?(子弹射出后可视为匀速运动,见示意图5-2-2)



图 5-2-2

【解析】 (1) 汽艇要垂直横渡到达正对岸,就必须使合速度的方向垂直于河岸.如图5-2-3所示, v_1 是船对水的速度, v_2 是水对岸的速度, v 是船的实际速度,应有: $v = \sqrt{v_1^2 - v_2^2} = \sqrt{4^2 - 2^2} \text{ m/s} =$

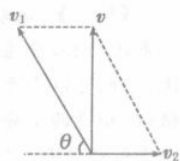


图 5-2-3

$$2\sqrt{3} \text{ m/s}, \sin\theta = \frac{v_2}{v_1} = \frac{2\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2}, \theta = 60^\circ$$

(2) 由合运动与分运动具有等时性及分运动的独立性知,在船速一定的情况下,船头指向对岸时渡河时间最短.则: $t = \frac{d}{v_1} = \frac{400}{4} \text{ s} = 100 \text{ s}$ (其中 d 为河宽).

(3) 由于河水的流速大于船速,故小船不可能垂直于河岸过河,如图5-2-4所示,设船从A点开始渡河,按题意作出速度矢量三角形,若要航程最短,只需船的合速度 v' 方向与AB间的夹角 α 最小,由于 v_1' 的大小恒定,所以当 v' 与圆周相切,即 $v_1' \perp v'$ 时航程最短.由相似三角形关系知最短航程为 $s = \frac{v_2'}{v_1} \cdot d$

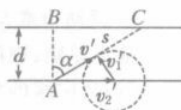


图 5-2-4

$$= \frac{4}{2} \times 400 \text{ m} = 800 \text{ m}.$$

【答案】 (1) 船头与上游河岸成 60° 角 (2) 船头指向对岸, $t = 100 \text{ s}$ (3) 800 m

规律方法

1. 对小船渡河问题,可归纳如下:

设 v_1 为水流速度, v_2 为船相对静水的速度, θ 为 v_1 与 v_2 的夹角, d 为河宽.

(1) 水流方向: 速度为 $v_1 + v_2 \cos\theta$ 的匀速直线运动; 垂直岸方向: 速度为 $v_2 \sin\theta$ 的匀速直线运动.

(2) ① 要使渡河时间最短,在垂直于岸的方向上 $t = d / v_2 \sin\theta$, 当 $\theta = 90^\circ$ 时, $t_{\min} = d / v_2$.

② 要使过河位移最短:

a. 当 $v_2 > v_1$ 时,如图5-2-5(甲)所示,最短位移为河宽 d .

b. 当 $v_2 < v_1$,如图5-2-5(乙)所示,当 $v_2 \perp v_{\text{合}}$ 时位移最小,最小位移为 $s_{\min} = \frac{d}{\sin\alpha} = \frac{d}{\frac{v_2}{v_1}} = \frac{dv_1}{v_2}$.

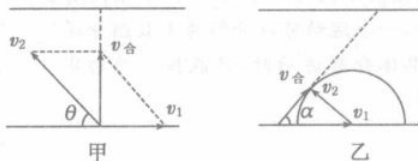


图 5-2-5

2. 在实际题目中,应注意以下几个方向的叙述: 船的真实方向指的是船的航行方向; 船的划行方向指的是船头指向.

3. 由1的分析可知,求过河的最短时间时只有一种情况(船头垂直河岸); 求过河的最小位移时要分两种情况($v_2 > v_1$ 和 $v_2 < v_1$).

题型二 小船渡河问题

例3 汽艇在宽为400 m、水流速度为2 m/s的河中横渡河面,已知它在静水中的速度为4 m/s.求:

(1) 汽艇要垂直横渡到达正对岸,船头应取什么航向?

(2) 如果要在最短时间内过河,船头应取什么航向? 最短时间为多少?

(3) 若水流速度为4 m/s,船在静水中的速度为2 m/s,则船能过河的最短航程是多少?

【重难点】

【弥补措施】

【易错点】

成长记录

G 跟踪发散 (练练自身能力!)

2. 小船匀速横渡一条河流,当船头垂直对岸方向航行时,在出发后 10 min 到达对岸下游 120 m 处;若船头保持与河岸 θ 角向上游航行,在出发后 12.5 min 到达正对岸,求:

(1) 水流速度大小 v_1 ;

(2) 船在静水中的速度大小 v_2 ;

(3) 河的宽度 d ;

(4) 船头与河岸的夹角 θ .

【错因】 错误的原因是在进行速度分解时,误以绳速为合速度,船的实际运动是沿水面进行的,并未沿拉绳方向,绳子的速度不是合速度.

【正解】 小船实际的运动(即绳子末端的运动)是合运动,将其按实际效果分解,即沿着绳子的缩短方向和绕滑轮转动方向进行分解,如图 5-2-8 所示,由图可知, $\cos\theta = \frac{v_0}{v}$, $v =$

$\frac{v_0}{\cos\theta}$, 故 B 选项正确.

Y 易错再练 (试试走出误区!)

3. 如图 5-2-9 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. 绳子的拉力大于 A 的重力
- B. 绳的拉力小于 A 的重力
- C. 绳的拉力等于 A 的重力
- D. 拉力先大于 A 的重力,后变为小于 A 的重力

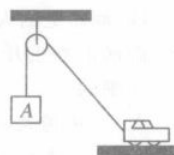


图 5-2-9

自我检测

1. 30° 0.12 s

2. (1) 0.2 m/s (2) $\frac{1}{3}$ m/s (3) 200 m (4) 53°

3. A



知能提升

(课下效果落实——练中提升!)

闯关题组一

基本概念题

- 关于运动的合成和分解,下述说法中正确的是 ()
 - A. 合运动的速度大小等于分运动的速度大小之和
 - B. 物体的两个分运动若是直线运动,则它的合运动一定是直线运动
 - C. 合运动和分运动具有同时性
 - D. 若合运动是曲线运动,则其分运动中至少有一个是曲线运动
- 关于互成角度的两个初速度不为零的匀变速直线运动的合运动,下述说法正确的是 ()
 - A. 一定是直线运动
 - B. 一定是曲线运动
 - C. 可能是直线运动,也可能是曲线运动
 - D. 以上都不对

闯关题组二

基础知识应用题

- 某人以一定速率垂直河岸向对岸游去,当水流运动是匀速时,他所游过的路程、过河所用的时间与水速的关系是 ()
 - A. 水速大时,路程长,时间长
 - B. 水速大时,路程长,时间短
 - C. 水速大时,路程长,时间不变
 - D. 路程、时间与水速无关

易错题类型示例

例 4 如图 5-2-6 所示,拉绳以恒定的速度 v_0 沿水平方向通过定滑轮牵引小船向岸边运动,当拉绳与水面的夹角为 θ 时,船速的大小为 ()

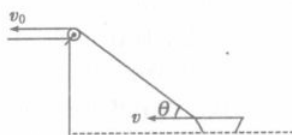


图 5-2-6

- A. $v_0 \cdot \cos\theta$
- B. $v_0 / \cos\theta$
- C. $v_0 \cdot \sin\theta$
- D. $v_0 / \sin\theta$

【错解】 A. 如图 5-2-7 所示船靠岸的速度是绳子在水平方向的分速度,所以船速 $v = v_0 \cdot \cos\theta$. 故 A 选项正确.

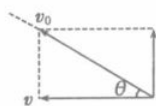


图 5-2-7

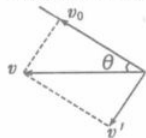


图 5-2-8

小书房里的大风景(三)

书房是漂泊人生的驿站。那一天倚在窗下看书,秋雨迷蒙,呢呢喃喃,仿佛在讲述一个凄苦而美丽的故事。那萧索之声,把人带进莽阔幽深的风景,远山如黛,碧玉似桥,岁月的印痕深深地印在心上。书房是栖息灵魂的场所。那一夜月色正好,银辉千里,洋洋洒洒,宛如在倾诉一个古典而动人的乐章。

那宁静之境,把人引入清泉滴石的意境里。鸟雀乱啼,草木摇曳,人生的惆怅轻轻地落在人间。

4. 一只船在静水中的速度为 3 m/s , 它要横渡一条 30 m 宽的河, 水流速度为 4 m/s , 下列说法正确的是 ()
- A. 这只船不可能垂直于河岸抵达正对岸
B. 这只船对地的速度一定是 5 m/s
C. 过河时间可能是 6 s
D. 过河时间可能是 12 s

5. 在以速度 v 匀速上升的电梯内顶板上掉下一颗螺钉, 则 ()
- A. 地面上的人看见该螺钉作自由落体运动
B. 电梯内的人看见该螺钉作自由落体运动
C. 地面上的人看见该螺钉作竖直上抛运动
D. 地面上的人与电梯里的人看螺钉运动时间相等

6. 雨滴由静止开始下落, 遇到水平方向吹来的风, 下述说法中正确的是 ()
- A. 风速越大, 雨滴下落时间越长
B. 风速越大, 雨滴着地速度越大
C. 雨滴下落时间与风速无关
D. 雨滴着地速度与风速无关

7. 如图 5-2-10 所示, A、B 为两游泳运动员隔着水流湍急的河流站在两岸边, A 在较下游的位置, 且 A 的游泳成绩比 B 好, 现让两人同时下水游泳, 要求两人尽快在河中相遇, 试问应采用下列哪种方法才能实现 ()

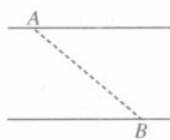


图 5-2-10

- A. A、B 均向对方游而不考虑水流作用
B. B 沿虚线向 A 游且 A 沿虚线偏向上游方向游
C. A 沿虚线向 B 游且 B 沿虚线偏向上游方向游
D. 都应沿虚线偏向下游方向, 且 B 比 A 更偏向下游
8. 某人骑自行车向东行驶, 当车速为 4 m/s 时, 他感到风从正南方向吹来, 当车速增加到 7 m/s 时, 他感到风从东南方向 (东偏南 45°) 吹来, 则风对地的速度大小为 ()
- A. 7 m/s B. 6 m/s
C. 5 m/s D. 4 m/s

9. 北风速度是 4 m/s , 大河中的水流正以 3 m/s 的速度向正东流动, 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多大? 什么方向?

10. 在封闭且足够长的玻璃管中注满清水, 水中放一蜡球 (直径略小于玻璃管内径). 将玻璃管竖直放置, 蜡球在玻璃管内每 1 s 上升的距离都是 5 cm . 从 $t=0$ 开始, 在蜡球上升的同时, 将玻璃管由静止水平向右匀加速平移, 每 1 s 通过的水平位移依次是 4 cm 、 12 cm 、 20 cm 、 28 cm 、..., 试分析计算:

(1) 蜡球做直线运动还是曲线运动? 简述你的理由;

(2) 蜡球在 $t=2 \text{ s}$ 时的运动速度.

闯关题组三

拓展、综合、创新题

11. 玻璃生产线上, 宽为 d 的线型玻璃以 v_1 速度连续不断地在平直轨道上前进, 在切割工序处, 金刚石切割刀以相对于地的速度 v_2 切割玻璃, 要每次割下的玻璃板都成规定尺寸的矩形, 如图 5-2-11 所示, 则以下说法中正确的是 ()

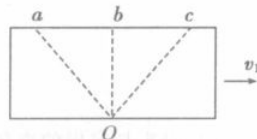


图 5-2-11

- A. 切割一次的时间为 d/v_2
B. 切割刀切割一次所走的距离为 $\frac{v_2}{v_1} d$
C. 速度 v_2 的方向应由 O 指向 c, 且 $\cos\theta = \frac{v_1}{v_2}$
D. 速度 v_2 的方向应由 O 指向 a, 且 v_1 与 v_2 的合速度方向沿 Ob

12. 两根光滑的杆互相垂直地固定在一起, 上面分别穿有一个小球. 小球 a、b 间用一细直棒相连, 如图 5-2-12 所示. 当细直棒与竖直杆夹角为 α 时, 求两小球的实际速度之比 $v_a : v_b$.

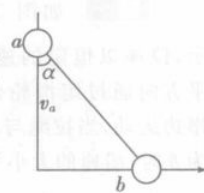


图 5-2-12

【重难点】

【弥补措施】

【易错点】

成长记录

第三节 平抛物体的运动



知识细解

(基础知识梳理——自主探究!)

一、平抛运动

1. 平抛运动的定义

将物体以一定的初速度沿_____抛出,不考虑空气阻力,物体只在_____作用下所做的运动,叫做平抛运动。

2. 平抛运动的性质

做平抛运动的物体只受重力的作用,且为恒力,因此由牛顿第二定律可知,其加速度恒为 g ,所以是匀变速运动,又由于重力与速度不在一条直线上,物体做曲线运动,故平抛运动是匀变速曲线运动,其轨迹为抛物线。

3. 物体做平抛运动的条件

只受重力作用,初速度沿水平方向且不为零。

平抛运动是一类重要的匀变速曲线运动,它的特点是物体以一定的初速度水平抛出,只受重力作用,由平抛运动的特点可推广得到物体做类平抛运动的条件:

- (1) 受恒力作用;
- (2) 初速度方向与恒力方向垂直。



思维拓展

例1 下列关于平抛运动的说法正确的是 ()

- A. 平抛运动是变加速运动
- B. 平抛运动是匀速运动
- C. 平抛运动是匀变速曲线运动
- D. 平抛运动的物体落地时的速度一定是竖直向下的
- E. 在相等的时间内,做平抛运动的物体的加速度、平均速度、位移和速度的增量都不变。

【解析】 做平抛运动的物体只受到重力作用,加速度等于当地的重力加速度,是一个恒定的值,所以平抛运动是匀变速曲线运动,在相等时间内的速度增量恒定。物体落地时在水平方向还有分速度,即落地速度不垂直于水平面。又因为平抛运动的平均速度和位移的变化是不均匀的,故 E 错误。

【答案】 C

二、平抛运动的研究方法和规律

1. 研究方法

(1) 将平抛运动分解为水平方向和竖直方向的两个分运动,通过研究分运动研究合运动,可达到“化曲为直、化繁为简”的目的。

(2) 规定正方向,建立直角坐标系。

2. 规律

平抛运动可以看成是水平方向的_____和竖直方向的_____。

以抛出点为坐标原点 O ,以初速度 v_0 方向为 x 轴正方向,竖直向下为 y 轴正方向,建立直角坐标系如图 5-3-1 所示,设 t 时刻物体的位置坐标为 $P(x, y)$,位移为 s ,速度为 v_t 。

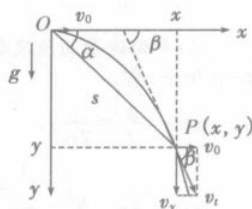


图 5-3-1

速度公式

水平分速度: $v_x = v_0$ 。

竖直分速度: $v_y = gt$ 。 t 时刻速度的大小和方向:

$$v_t = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}, \tan \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{g}{v_0} t.$$

位移公式

水平分位移: $x = v_0 t$ 。

竖直分位移: $y = \frac{1}{2} gt^2$ 。

t 时间内位移的大小和方向:

$$s = \sqrt{x^2 + y^2}, \tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{g}{2v_0} t.$$

平抛运动的轨迹

由 $x = v_0 t, y = \frac{1}{2} gt^2$ 可知, $y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$, 因此可以看出平抛

运动的轨迹是一条抛物线,其轨迹方程为: $y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$ 或 $x^2 = \frac{2v_0^2}{g} y$ 。

运动物体的轨迹方程指的是在任意时刻的位置坐标 x 和 y 所满足的方程。对于平抛物体的运动,由轨迹方程 $y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$ 可知,这是一个顶点在原点,开口向下的抛物线方程。

应用平抛运动的规律进行分析计算,可得到下面几个有用的结论

(1) 运动时间: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 即平抛物体在空中的飞行时间仅取决于下落的高度,与初速度 v_0 无关。

(2) 落地的水平距离 $s_x = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 即水平距离与初速度 v_0 和下落高度 h 有关,与其他因素无关。

(3) 落地速度 $v_t = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$, 即落地速度也只与初速度 v_0 和下落高度 h 有关。

(4) 平抛物体的运动中,任意两个时刻的速度变化量 $\Delta v = g \cdot \Delta t$, 方向恒为竖直向下,其 v_0 、 Δv 、 v_t 三个速度矢量构成的三角形一定是直角三角形。如图 5-3-2 所示。



思维拓展

小书房里的大风景(四) 睡在小书房,品尝孤独的时光,让人抵掌观心,伤怀家事,顿悟平生。

睡在小书房,向往欢娱的时光,让人豪气满腔,壮怀激烈,美梦如织。

孤独的书房,其实并不孤独。廊桥的遗梦,伴随你丰富的情感;傅雷的家书,让你领悟做人的哲理。

欢娱的书房,其实并不欢娱。生活的艺术,指导你跨出迷惘的岁月;阅读的战略,教你重新打开生活的一页。由此感言:人生的故事总有一个归宿,书里的风景却永远充满诱惑。

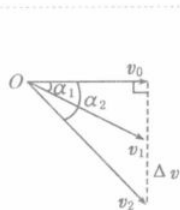


图 5-3-2

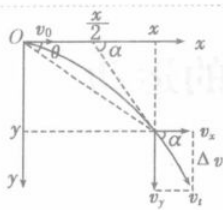


图 5-3-3

(5) 平抛运动的速度偏角与位移偏角的关系,如图 5-3-3 所示,有:

$$\tan\theta = \frac{y}{x} = \frac{gt}{2v_0},$$

$$\tan\alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{\frac{1}{2}v_0 t} = \frac{y}{x/2} = \frac{2y}{x}.$$

结论:平抛运动的偏角公式:

$$\tan\alpha = \frac{y}{x/2} = \frac{2y}{x}.$$

两偏角关系: $\tan\alpha = 2\tan\theta$. 由于 $\tan\alpha = 2\tan\theta$, v_1 的反向延长线与 x 轴的交点为水平位移的中点.



思维拓展

例 2 质点从同一高度水平抛出,不计空气阻力,下列说法正确的是 ()

- A. 质量越大,水平位移越大
- B. 初速度越大,落地时竖直方向速度越大
- C. 初速度越大,空中运动时间越长
- D. 初速度越大,落地速度越大

【解析】 平抛运动中,水平方向上 $x = v_0 t$, 竖直方向上 $y = gt$, $y = \frac{1}{2}gt^2$, 而末速度 $v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2}$, 故 D 正确, A、B、C 错.

【答案】 D

【本节归纳】

平抛运动

- 定义: 物体的初速度沿水平方向且只受重力作用所做的运动, 叫做平抛运动
- 特点: 水平方向为匀速直线运动, 竖直方向为自由落体运动
- 水平方向: $v_x = v_0$, $x = v_0 t$
- 竖直方向: $v_y = gt$, $y = \frac{1}{2}gt^2$
- 合速度: $v_t = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, $\tan\theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$
- 合位移: $s = \sqrt{x^2 + y^2}$, $\tan\alpha = \frac{y}{x} = \frac{gt}{2v_0}$

$\tan\theta = 2\tan\alpha$



整合创新

(综合能力培养——授之以渔!)

题型 平抛运动规律的灵活应用

例 1 如图 5-3-4 所示, 小球在斜面上的 A 点以水平速度 v_0 抛出, 斜面的倾角为 θ , 设斜面足够长, 问:

(1) 自抛出起经多长时间小球离斜面最远?

(2) 小球落地点 B 距 A 点多远?

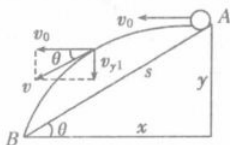


图 5-3-4

【解析】 (1) 如图 5-3-4 所示, 当小球的瞬时速度 v 与斜面平行时, 此时小球离斜面最远.

由几何关系有: $v_{y1} = gt_1 = v_0 \tan\theta$, 得 $t_1 = \frac{v_0 \tan\theta}{g}$.

(2) 由几何关系有: $\tan\theta = \frac{y}{x}$, 又由平抛规律有

$$x = v_0 t, y = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{可得 } t = \frac{2v_0 \tan\theta}{g},$$

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

$$\text{故有 } s = x / \cos\theta = \frac{2v_0^2 \tan\theta}{g \cos\theta}.$$

或根据平抛运动的偏角公式可知, 落地时的竖直速度为:

$$v_y = v_0 \tan\alpha = 2v_0 \tan\theta.$$

$$\text{而 } y = \frac{v_y^2}{2g} = \frac{4v_0^2 \tan^2\theta}{2g} = \frac{2v_0^2 \tan^2\theta}{g},$$

$$\text{则 } s = \frac{y}{\sin\theta} = \frac{2v_0^2 \tan\theta}{g \cos\theta} \text{ (如图 5-3-5 所示).}$$

【答案】 (1) $\frac{v_0 \tan\theta}{g}$ (2) $\frac{2v_0^2 \tan\theta}{g \cos\theta}$

规律方法

(1) 解决此类问题的关键:

- ① 首先掌握平抛运动的处理方法: 运动的分解;
- ② 灵活运用平抛运动的规律;
- ③ 画出草图, 充分利用几何关系.

(2) 物体由倾角为 θ 的斜面 A 点平抛并落到斜面 B 点上, 在 B 点的速度与斜面的夹角为定值, 如图 5-3-6 所示.

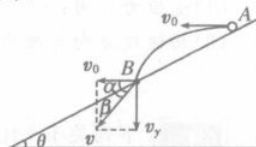


图 5-3-6

由例 1 可知:

$$\tan\alpha = 2\tan\theta$$

而速度与斜面夹角 $\beta = \alpha - \theta$,

因 θ 是定值, 所以 α 也是定值, 因而 β 也是定值, 即速度方向与斜面的夹角与平抛的速度无关, 只与斜面的倾角有关.

G 跟踪发散 (训练自身能力!)

1. 如图 5-3-7 所示, 在倾角 $\theta = 37^\circ$ 的斜面底端的正上方 H 处, 平抛一个物体, 该物体落到斜面上的速度方向正好与斜面垂直, 求物体抛出时的初速度.

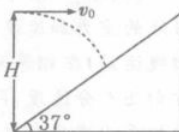


图 5-3-7

【重难点】

【弥补措施】

【易错点】

成长记录