

中国教育电视台上榜品牌



创新方案科学备考²系

CETV

三维设计
成就梦想

SWSJ

高一同步课堂 (下)

三维设计

—— 从这里 你可以跳得更高



物理

光明日报出版社

(学生用书)

■丛书策划/ 雷启清
■丛书主编/ 孙翔峰
■责任编辑/ 曹 杨
■封面设计/ 天 成

SANWEISHEJI CHENGJIUMENGXIANG



中国教育电视台上榜品牌

丛书科目

语 数 英 物 化 政 历 地
文 学 语 理 学 治 史 理

各科配有**教师用书** 英语配有**原声磁带**

ISBN 7-80206-158-X



9 787802 061583

享受正版 从我做起

ISBN 7-80206-158-X

全套定价：168.00 元

既然選擇了攀登
我們就不再回頭
欣賞留在身後的小山
既然路的前面
還是綿延的路
那我們就沒有理由
停下堅定的腳步

SAN WEI SHE JI

三维设计

【来信照登】

致《三维设计》

你如微风
轻轻吹走我心头的云翳
你如细雨
慢慢梳理我迷茫的思绪
你如阳光
缓缓解冻我冰封的心窗

在课堂上
探索在你的世界里
在课堂下
操练在你的舞台上
自从与你相识
便注定无法抹去对你的记忆

在这人生的花季
拥有你
是我一生的幸运
你用朴实的话语
诠释着认知的真谛
铺设着进步的阶梯

我的签名_____

光明日报出版社





数据加载失败，请稍后重试！



答:

什么能激发你思维的涟漪?



山东天成书业

总序

花与草

花把草揽在身边
草把花捧在胸前
花摇曳的是容貌
草散发的是气质
花是一簇簇跳上山的
草是一波波漫上山的
花可以傲，因为是少数
草不必卑，因为是多数
花开了，瓣上露珠清如泪
草长了，叶间长风行似吟
开落有序，花运作的是时光
枯荣无常，草经营的是岁月
缤纷的思路凝**三维**，如花
纯净的心态付**设计**，像草

读者意见反馈卡

亲爱的读者：

您好！感谢您使用《三维设计》系列丛书，感谢您对本丛书的支持与厚爱！

为了进一步提高图书质量，打造金牌图书，提升品牌形象，我们向全国各地读者开展问卷调查，恳请您写下使用本丛书的体会与感受，写下您对我们的批评与建议，我们将真诚吸纳您的每一言每一语，并会向您提供更好的精品图书；更希望您能记录整理使用过程中发现的错误，届时能将成书返寄给我们，我们将表示感谢并免费赠送最新出版的《三维设计》系列丛书。

读者姓名		性 别		任课老师	
通讯地址				邮 政 编 码	
就读学校及年级					
所 购 书 名			学 科		
1. 您是怎么购买到本书的 ☐ 老师推荐 ☐ 同学介绍 ☐ 自己购买 ☐ 广告宣传					
2. 本书最吸引你的是 ☐ 封面 ☐ 书名 ☐ 版式 ☐ 内容					
3. 本书对您最有帮助的内容是：					
4. 本书对您最没有实用价值的内容是：					
5. 本书可以删去的内容是：					
6. 本书还应该增加的内容是：					
7. 同学们用得最多的备考图书是：					
8. 同学们最渴望得到什么样内容的图书：					

来信请寄：山东天成书业有限公司（梁山人民北路 2 号）

服务热线：0537—7363466

策划部（收） 邮政编码：272600

剪 切 线

三维设计·高一(下)丛书价目表

（全套共八册，定价：168.00 元）

分 册 科 目	装 订 开 本	定 价(元)	分 册 科 目	装 订 开 本	定 价(元)
语 文	国 际 开 本	27.50 元	化 学	国 际 开 本	20.50 元
数 学	国 际 开 本	19.50 元	政 治	国 际 开 本	16.50 元
英 语	国 际 开 本	25.50 元	历 史	国 际 开 本	22.00 元
物 理	国 际 开 本	17.50 元	地 理	国 际 开 本	19.00 元

备注：教师用书按所订购学生用书的百分之一比例赠送。多需要者按教师用书定价的百分之八十给予优惠。

诚邀名师加盟

共谱“三维”华章

为更好地服务教育,内强图书质量,外树品牌形象,进一步打造质量过硬、内涵深厚、紧依课堂、科学实用的教辅图书,我们诚邀各地名师加盟。奉献你的智慧,让你我携手,共谱“三维”新篇。

凡教学成绩突出、具有一定的编写经验、有意加盟者均可入围,请认真填写下表:

姓 名		性 别		年 龄		任课科目	
就职学校				任课年级			
联系方式				E-mail			
个 人 工 作 简 历							

来信请寄:光明日报出版社(北京市崇文区珠市口东大街5号) 曹杨(收)

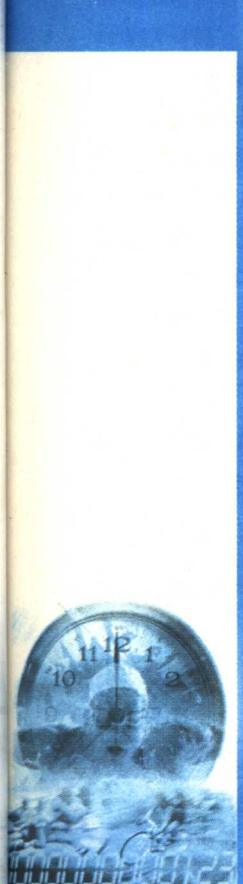
或山东天成书业有限公司(梁山人民北路2号) 策划部(收)

网址:www.tc-book.com E-mail:tc-book@163.com



Contents

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	(5)
第三节 平抛物体的运动	(10)
第四节 匀速圆周运动	(16)
第五节 向心力 向心加速度	(21)
第六、七节 匀速圆周运动的实例分析及离心现象	(25)
第八节 实验:研究平抛物体的运动	(31)
章末复习与测评	(35)
第六章 万有引力定律	(42)
第一节 行星的运动	(42)
第二节 万有引力定律	(45)
第三节 万有引力常量的测定	(50)
第四节 万有引力定律在天文学上的应用	(54)
第五节 人造卫星 宇宙速度	(59)
第六节 行星、恒星、星系和宇宙	(64)
章末复习与测评	(68)

当你用全新的角度去挑战别人
惯性思维的时候,很有难度!

——《三维设计》
为你揭开高效学习的奥秘



更多精彩

www.tc-book.com



请点击!

期中测试题	(75)
第七章 机械能	(77)
第一节 功	(77)
第二节 功率	(81)
第三节 功和能	(86)
第四节 动能 动能定理	(89)
第五节 重力势能	(94)
第六节 机械能守恒定律	(99)
第七节 机械能守恒定律的应用	(106)
第八节 实验:验证机械能守恒定律	(112)
章末复习与测评	(115)
期末测试题	(122)
参考答案	(125)

第五章 曲线运动

第一节

曲线运动



认知通览明鉴

基础、疑难、规律、点点突破!

知识点

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

(1)质点在某一点(或某一时刻)的速度的方向是曲线在这一点切线方向。

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。

(2)曲线运动中速度的方向是时刻改变的。

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,则表明物体的速度方向是时刻改变的。

3. 曲线运动的性质

速度是矢量,既有大小,又有方向,不论速度的大小是否改变,只要速度的方向发生改变,就表示速度矢量发生了变化,也就是具有加速度。曲线运动中速度的方向时刻在改变,所以曲线运动是变速运动。

4. 物体作曲线运动的条件

从动力学上分析,当物体所受合力的方向跟它的速度方向不在同一条直线上时,物体就作曲线运动。

从运动学上分析,当物体的加速度方向跟它的速度方向不在同一直线上时,物体就作曲线运动。

5. 对瞬时速度方向的理解

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(物体由 A→B 运动)

$$\bar{v} = \frac{s_{AB}}{t}$$

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。

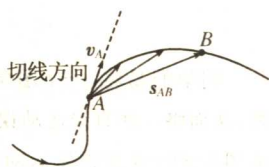


图 5-1-1

疑难点

6. 对匀变速运动的理解

曲线运动是一种变速运动,做曲线运动的物体所受的合外力与运动的方向不在一条直线上,但是,物体所受到的合外力可以是一个恒力,也就是说物体的加速度可能是定值,物体可以做匀变速曲线运动,作为初学者应该清楚地认识到这一点。物体是否做匀变速运动,是看物体的加速度是否为定值,而不是看物体的运动轨迹;或者说无论物体做什么样轨迹的运动,只要物体受的合外力是恒力,物体做的就是匀变速运动,因而同学们不要认为曲线运动一定就是非匀变速运动。

物体在某一恒力作用下一定做直线运动,物体在变力作用下一定做曲线运动,这句话正确吗?

考
考
你

7. 速度的变化与合外力 F 的关系

当物体所受合外力 F 与初速度 v_0 方向的夹角 $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ 时, F 有沿 v_0 方向的分量,产生沿 v_0 方向的加速度而使物体做曲线运动的速率增大;当 $\frac{\pi}{2} < \theta < \pi$ 时, F 有沿 $-v_0$ 方向的分量,产生沿 $-v_0$ 方向的加速度,而使物体做曲线运动的速率减小;当 $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时, F 没有沿速度 v_0 方向的分量,不产生沿速度 v_0 方向的加速度而不改变曲线运动的速度大小,只改变速度的方向。在曲线运动中,合外力的方向和速度的方向一定分居在轨迹的两侧。

哲理故事

一个人在鸡笼里养了一只幼鹰,这只幼鹰和鸡一起吃食、嬉闹和休息。它以为自己是一只鸡,这只幼鹰渐渐长大,丰满了,主人想把它训练成猎鹰,可是由于终日与鸡混在一起,它已经变得和鸡完全一样,根本没有飞的愿望了。主人用了各种办法,毫无效果,最后把它带到山顶上,一把将它扔了出去。这只鹰像块石头似的直掉下去,慌乱中它拼命地扑打翅膀,就这样,它终于飞了起来! 秘诀:磨练召唤成功的力量。

一物体在光滑水平面上做曲线运动的轨迹和受力情况如图 5-1-2 所示,则物体由 A 点运动到 B 点的过程中,速度大小的变化情况是 ()

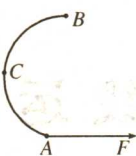


图 5-1-2

- A. 一直减小
B. 一直增大
C. 先减小后增大
D. 先增大后减小

建议点

同学们易将 $s-t$ 图象与运动轨迹混淆,从而将一些直线运动误判为曲线运动,如图 5-1-3 为物体运动的 $s-t$ 图象,它反映的是一种加速直线运动,而不是曲线运动。

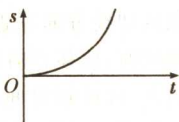


图 5-1-3

方法能力导训

题型、方法、技巧、举一反三!

题型 1 曲线运动的特点

【例 1】下列说法正确的有 ()

- A. 速度大小不变的曲线运动是匀速运动,是没有加速度的
B. 变速运动一定是曲线运动
C. 曲线运动的速度一定是要改变的
D. 曲线运动也可能是匀变速运动

【解析】曲线运动的速度方向时刻改变,不管它的速度大小是否改变,它的速度是改变的,因而必定有加速度。曲线运动是变速运动,但变速运动不一定是曲线运动,也可以是直线运动。

曲线运动是否是匀变速运动,要看它受的合外力是不是恒力。若合外力是恒力,它做匀变速曲线运动;若受的是变力,则做的是非匀变速曲线运动。

【答案】CD

一点通

对矢量概念理解不清,解题时易错误认为速度大小不变,就是匀速运动,就没有加速度,对变速运动与匀变速运动概念理解不透,认为变速运动就是曲线运动,曲线运动不可能是匀变速运动。排除障碍的办法是:真正理解速度、加速度等矢量概念,特别是注意矢量的方向性,知道变速运动、匀变速运动的条件及可能运动形式。

J 即时突破

(练自身能力!)

跳水运动是一项难度很大又极具观赏性的运动,我国运动员多次在国际跳水比赛上摘金夺银,被誉为跳水“梦之队”。图 5-1-4 是一位跳水队员从高台做“反身翻腾二周半”动作时头部的运动轨迹,最后运动员沿竖直方向以速度 v 入水。整个运动过程中在哪个位置头部的速度方向与入水时 v 的方向相同?在哪个位置与 v 的方向相反?把这些位置在图中标出来。



图 5-1-4

题型 2 物体做曲线运动的条件

【例 2】一个质点受两个互成锐角的恒力 F_1 和 F_2 作用,由静止开始运动,若运动过程中保持二力方向不变,但 F_1 突然增大到 $F_1 + \Delta F$,则该质点以后 ()

- A. 一定做匀变速曲线运动
B. 在相等时间内速度的变化一定相等
C. 可能做匀速直线运动
D. 可能做变加速曲线运动

【解析】物体所受力 F_1 、 F_2 为恒力,由静止开始做匀加速直线运动,当突然将 F_1 增大到 $F_1 + \Delta F$ 时,合力方向突变,且与速度方向不再在同一直线上,但仍为恒力,故一定做匀变速曲线运动,在相等时间内速度的变化 $\Delta v = a\Delta t$ 必然相等,运动轨迹 ABC 如图 5-1-5 所示,选项 AB 正确。

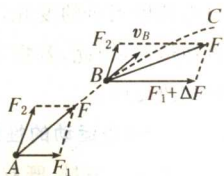


图 5-1-5

【答案】AB

一点通

物体做直线运动还是曲线运动取决于合力与速度方向间的关系,当合力与速度方向共线时,轨迹为直线;当合力与速度方向不共线时,轨迹为曲线。

J 即时突破

(练自身能力!)

如图 5-1-6 所示,小钢球 m 以初速度 v_0 在光滑水平面上运动,后受到磁极的侧向作用力而做图示的曲线运动到达 D 点,从图可知磁极的位置及极性可能 ()

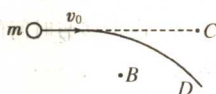


图 5-1-6

坦言失败的魅力(一) 1925 年,大作家沈从文被当时任中国公学校长的胡适聘为该校讲师。沈从文时年 26 岁,学历只是小学毕业,闯入上海文坛时间虽不长,但颇有名气。名气毕竟不是胆气,在他第一次走上讲台的时候,面对台下座无虚席渴盼知识的学子,这位大作家竟然紧张得一句话也说不出。过了好一会儿,他慢慢平静下来,并开始讲课。可原先准备要好讲一个课时的内容,被他三下五除二仅仅在 10 分钟内就讲完了。

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

题型3 曲线运动轨迹弯曲的特点

例3 如图 5-1-7 所示, 物体

在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B, 这时突然使它所受的力反向, 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 ()

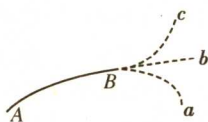


图 5-1-7

- 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

【解析】 物体受力方向与速度方向不在同一直线上时, 物体将做曲线运动. 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 弯曲的一侧. 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; 如果物体在 B 点不受力, 从 B 点开始沿 Bb 方向做匀速直线运动; 如果物体受力不变, 则物体可能沿 Ba 曲线运动, 这与已知条件不符, 故只有可能沿曲线 Bc 运动. D 也是正确的. 选项 ABD 正确.

【答案】 ABD

一点通

根据曲线运动的轨迹可大体确定物体的受力方向, 反过来, 由物体的速度方向和受力方向也可对轨迹的走向作出判断.

J 即时突破 (练自身能力!)

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 5-1-8 中哪一个 ()

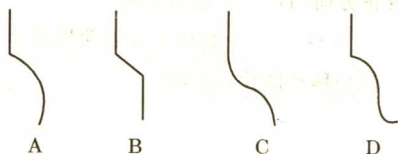


图 5-1-8



探究创新素养

培养创造性思维能力!

合外力在曲线运动中的作用

物体在做曲线运动时所受到的合外力跟速度方向不在一条直线上. 一般来说, 合外力既改变速度的方向, 又改变速度的大小. 如果合外力不变, 那么物体的速度就是均匀改变的. 合外力是如何改变物体的速度大小和方向的呢? 如图 5-1-9 所示, 物体在做曲线运动时的某一时刻所受合外力为 F . 把 F 沿速度方向和垂直于速度的方向分解, 得到 F 对应的一组分力 F_1 和 F_2 . 由于

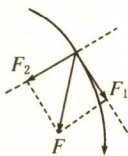


图 5-1-9

F_1 与速度在一条直线上, 那么分力 F_1 的作用是什么呢? 而 F_2 与运动方向垂直, 因此分力 F_2 的作用又是什么呢? 可见物体在做曲线运动时, 如果合外力大我们就说物体速度改变的快. 只有合外力沿速度方向的分力大才能说速度的大小改变的快, 同理也只有合外力沿垂直于速度方向的分力大才能说物体速度方向改变的快.



课时知能小试

强化基础, 凸现能力!

A 级-基点-强化

1. 曲线运动: 质点_____是曲线的运动.

2. 曲线运动的速度方向

曲线运动中速度的方向是时刻_____的, 质点在某一点 (或某一时刻) 的速度的方向是_____方向. 曲线运动一定是_____运动.

3. 物体做曲线运动的条件

当运动物体所受合外力的方向跟它的速度方向_____时, 物体就做曲线运动.

B 级-迁移-应用

1. 下列关于曲线运动的说法, 正确的是 ()

- A. 速率不变的曲线运动是没有加速度的
 B. 曲线运动一定是非匀变速运动
 C. 直线运动一定是匀变速运动
 D. 曲线运动一定有加速度

2. 下列说法正确的是 ()

- A. 曲线运动的物体的速度方向不是物体的运动方向
 B. 曲线运动的物体在某点的速度方向即为该点的切线方向
 C. 曲线运动的速度大小可以不变, 但速度方向一定改变
 D. 曲线运动的速度方向可以不变, 但速度大小一定改变

3. 关于曲线运动的几种说法, 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. 曲线运动一定是变加速运动
 D. 变加速运动一定是曲线运动

4. 下列说法中正确的是 ()

- A. 物体在恒力作用下不可能做曲线运动
 B. 物体在变力作用下有可能做曲线运动
 C. 物体在变力作用下有可能做直线运动
 D. 运动物体的加速度数值和速度数值都不变的一定是直线运动

5. 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 , 则物体的运动情况将是 ()

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

坦言失败的魅力(二)

同学们自然纳闷, 很有自知之明的沈从文, 没有天南海北地信口开河来硬撑“面子”, 而是拿起粉笔在黑板上工工整整地写道: “今天是我第一次上课, 人很多, 我害怕了。”这句老实的“坦言失败”的话刚刚写完, 立刻赢得同学们善意和原谅的欢笑与掌声. 胡适在听说这次讲课的经过后, 不仅没有批评, 反而不无幽默地说: “沈从文的第一次上课成功了!”坦言失败的真诚, 当然不是随机应变的智慧, 但它具有比智慧更加诱人的魅力.

6. 一个静止的质点, 在两个互成锐角的恒力 F_1 、 F_2 作用下开始运动, 经过一段时间后撤掉其中的一个力, 则质点在撤去该力前后两个阶段中的运动情况分别是 ()
- A. 匀加速直线运动, 匀减速直线运动
B. 匀加速直线运动, 匀变速曲线运动
C. 匀变速曲线运动, 匀速圆周运动
D. 匀加速直线运动, 匀速圆周运动
7. 如图 5-1-10 所示, 质点通过位置 P 时的速度、加速度及 P 附近的一段轨迹都在图上标出, 其中可能正确的图是 ()

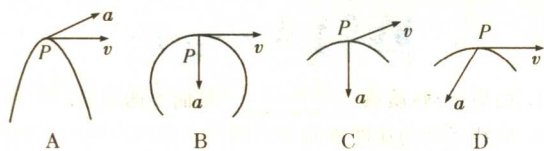


图 5-1-10

8. 若已知物体运动的初速度 v_0 的方向及它受到的恒定的合外力 F 的方向, 则图 5-1-11 所示中可能的轨迹是 ()

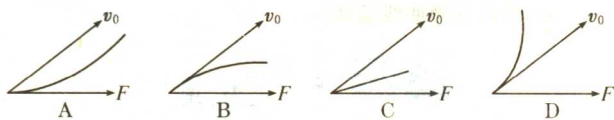


图 5-1-11

9. 从光滑水平桌面的角 A 向角 B 发射一只乒乓球, 要求参赛者在角 B 处用细管吹气, 将乒乓球吹进 C 处的圆圈中, 赵、钱、孙、李四位参赛者的吹气方向如图 5-1-12 中各自的箭头所示, 其中可能成功的参赛者是 ()
- A. 赵 B. 钱
C. 孙 D. 李

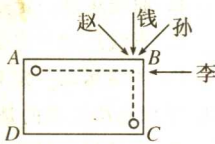


图 5-1-12

10. 如图 5-1-13 所示, 一个劈形物体 M 各面均光滑, 上面成水平, 水平面上放一光滑小球 m , 现使劈形物体从静止开始释放, 求:

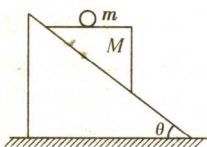


图 5-1-13

- (1) 小球在碰到斜面前的运动轨迹是直线还是曲线.

- (2) 小球的加速度多大. (斜面足够长)

C 级 高考 模拟

1. (2006 年高考上海卷) 若以某固定点为起点画出若干矢量, 分别代表运动质点在不同时刻的速度, 则这些矢量的末端所形成的轨迹被定义为“速矢端迹”. 由此可知 ()
- ① 匀速直线运动的速矢端迹是线段
② 匀加速直线运动的速矢端迹是射线
③ 匀速圆周运动的速矢端迹是圆
④ 匀减速直线运动的速矢端迹是点
- A. ①② B. ②③
C. ③④ D. ①④
2. (2006 年吉安市模拟) 一个质点在恒力作用下, 在 xOy 平面内从 O 点运动到 A 点的轨迹如图 5-1-14 所示, 且在 A 点时的速度方向与 x 轴平行, 则恒力 F 的方向可能是 ()
- A. 沿 x 轴正方向 B. 沿 x 轴负方向
C. 沿 y 轴正方向 D. 沿 y 轴负方向
3. (2006 年杭州市模拟) 一个物体正在做曲线运动, 若突然撤去所有外力, 则小球将做什么运动?

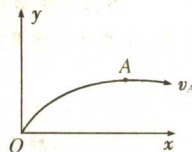


图 5-1-14

第二节

运动的合成和分解



认知通览明鉴

基础、规律、难点、易错点

知识点

1. 运动合成和运动分解的概念

(1) 合运动与分运动

一个物体的实际运动往往同时参与几个运动,如过河船只的沿河运动和垂直河岸的运动。我们可以看成物体同时参与了几个运动,并把这几个运动叫做实际运动的分运动,而把这个实际运动叫做这几个分运动的合运动。

(2) 运动的合成和分解

已知分运动的情况求合运动叫运动的合成。已知合运动的情况求分运动叫运动的分解。求解的内容就是运动学的一些量,如位移、速度、加速度、时间等。

2. 运动的合成与分解的基本原理

(1) 运动的独立性原理。

一个物体同时参与几个运动,其中的任一个运动并不因为有其他运动而有所改变,合运动是这些相互独立运动的叠加,这就是运动的独立性原理,或叫做运动的叠加原理。

(2) 运动的等时性原理。

一个物体同时参与几个分运动,合运动与各分运动同时发生、同时进行、同时结束,经历相等的时间,这就是运动的等时性原理。

以上两点是运动的合成与分解的理论基础,在分析有关问题时要始终记住它。

(3) 分运动与合运动具有等效性。

合运动跟几个分运动共同叠加的效果相同。

3. 运动的合成和分解的法则

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。

疑难点

4. 几种典型的运动合成情况

(1) 两个匀速直线运动的合运动仍然是匀速直线运动。

(2) 不在一条直线上的一个匀速直线运动与一个匀变速直线运动的合运动一定是曲线运动。

(3) 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,合运动的方向,即两个加速度合成的方向。

(4) 两个初速度不为零的匀变速直线运动的合运动可能是匀变速直线运动,也可能是匀变速曲线运动,当两分运动的初速度的合速度的方向,与两分运动的合加速度方向在同一直线上时,合运动为匀变速直线运动,否则,是匀变速曲线运动,如图 5-2-1。

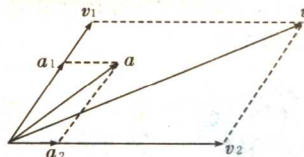


图 5-2-1

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,下列说法正确的是 ()

考 A. 一定是直线运动

考 B. 一定是曲线运动

你 C. 可能是直线运动,也可能是曲线运动

D. 以上都不对

5. 确定合运动和分运动的方法

(1) 物体实际的运动为合运动,将其进行分解时,要按照实际效果进行分解。

(2) 当两连结体运动的速度不同时,讨论两连结体的速度关系时,可找一个与两连结体都有关的一点进行分析,这一点的实际运动为其合运动,根据其运动的效果进行分解,看两物体的运动是该点的分运动或合运动,从而确定两物体的运动之间的关系。

(3) 要明确各个分运动和合运动是同时进行的,合运动的位移、速度、加速度与各个分运动的位移(速度、加速度)在同一时间(同一时刻)满足平行四边形定则。那么,已知其中几个量可求另外几个量。

如图 5-2-2 在河岸上利用定滑轮拉绳使小船靠岸,拉绳速度为 v ,当拉船头的绳索与水平面的夹角为 θ 时,船速是多少?

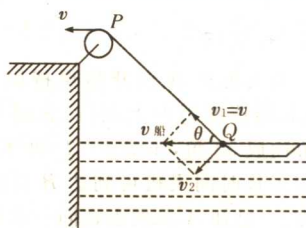


图 5-2-2

建议点

运动合成和分解的法则. 合运动与分运动是同时发生的, 即具有运动的等时性; 且两分运动是独立的互不影响的, 任何一个分运动都不会因为另一个分运动的存在而影响它的位移、速度、加速度, 这是解决问题的关键. 由于运动的合成或分解就是运动位移、速度或加速度的合成和分解, 而这些物理量都是矢量, 所以运动的合成和分解遵守平行四边形定则, 这是解决问题的方法. 而正确地确定合运动与分运动是解决问题的基石, 这方面树立实际运动就是合运动的观念, 可避免或减少错误的发生.



方法能力导训

题型、方法、技巧, 举一反三!

题型 1 运动的合成与分解

例 1 如图 5-2-3 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 ()

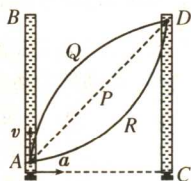


图 5-2-3

- A. 直线 P B. 曲线 Q
C. 曲线 R D. 无法确定

【解析】 红蜡块参与了竖直方向的匀速直线运动和水平方向的匀加速直线运动两个分运动, 实际运动的轨迹即合运动轨迹. 由于它在任一点的合速度方向是向上或斜向右上方的, 而合加速度就是水平方向的加速度, 方向是水平向右的, 它们之间有一定夹角, 故轨迹是曲线. 又因为物体做曲线运动时曲线总向加速度方向偏折(或加速度方向总是指向曲线的凹向), 故选项 B 正确.

【答案】 B

一点通

分析当物体做曲线运动时, 物体在外力作用下总向合力方向偏折, 故曲线运动的加速度方向总是指向曲线的凹向, 不可能指向曲线的凸向.

J 即时突破 (练自身能力!)

若飞机从 A 点开始保持以 300 km/h 的速度斜向上飞行, 方向与水平方向成 30° 角, 如图 5-2-4 所示, 则经多长时间飞机可到达 B 点的正上方? (已知 A、B 两点在同一水平高度且 $AB=60$ km).

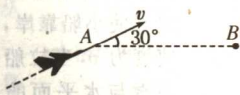


图 5-2-4

题型 2 “渡河”问题

例 2 如图 5-2-5 所示, 河宽 $d=100$ m, 设船在静水中的速度为 v_1 , 河水的流速为 v_2 , 小船从 A 点出发, 在渡河时, 船身保持平行移动, 若出发时船头指向河对岸上游 B 点处, 经过 10 min, 小船恰好到达河正对岸的 C 点, 若出发时船头指向河正对岸的 C 点, 经过 8 min 小船到达 C 点下游的 D 点处, 求:

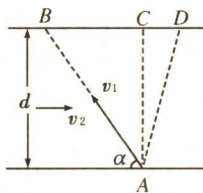


图 5-2-5

- (1) 船在静水中的速度 v_1 的大小;
(2) 河水流速 v_2 的大小;
(3) 在第二次渡河中小船被冲向下游的距离 CD.

【解析】 (1) 小船从 A 点出发时, 如船头指向河正对岸的 C 点, 则所需渡河时间最短, 故

$$v_1 = d/t_{\min} = 100/(8 \times 60) = 0.208 \text{ m/s}.$$

(2) 设 AB 与岸成 α 角度, 由题意可知, 此时恰好渡到正对岸 C 点, 故 v_1 沿河岸方向的分速度恰好等于河水流速 v_2 , 所以

$$v_2 = v_1 \cos \alpha$$

此时渡河时间为

$$t = \frac{d}{v_1 \sin \alpha} \quad \text{②}$$

将 $v_1 = d/t_{\min}$ 代入②式可求得

$$\sin \alpha = \frac{t_{\min}}{t} = 0.8.$$

$$\text{所以 } v_2 = v_1 \cos \alpha = 0.208 \times 0.6 = 0.125 \text{ m/s}.$$

(3) 设在第二次渡河中小船被冲向下游的距离 CD 为 x , 则 $x = v_2 t_{\min} = v_1 \cos \alpha \cdot d/v_1 = 0.6 \times 100 \text{ m} = 60 \text{ m}.$

【答案】 (1) 0.208 m/s (2) 0.125 m/s (3) 60 m

一点通

船在流水中实际的运动(站在岸上的观察者看到的运动)可视为船同时参与了这样两个分运动:(1) 船相对水的运动(即船在静水中的运动), 它的方向与船身的指向相同.(2) 船随水漂流(速度即等于水的流速), 它的方向与河岸平行. 船在流水中实际的运动(合运动)是上述两个分运动的合成.

本题中, 船是匀速行驶的, 河水流速也不变, 船实际的运动是匀速直线运动.

J 即时突破 (练自身能力!)

一条河宽 $d=10$ m, 水流速度 $v_{\text{水}}=3$ m/s, 一小船在静水中船速 $V_{\text{船}}=4$ m/s, 现在要求在 5 s 之内渡河, 问:

- (1) 船头与河岸的夹角至少应多大?

(2)小船沿河运动多长的路程?

题型3 用绳杆关联的问题

例3 如图5-2-6所示,杆AB的A端靠在竖直墙上,B端放在水平面上,此时杆与水平面的夹角为 α ,且B端的滑动速度为 v_B ,求A端的滑动速度 v_A .

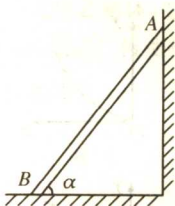


图 5-2-6

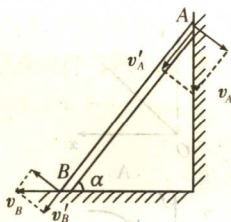


图 5-2-7

【解析】 将杆两端点的速度分解,使其一个分量沿杆的轴向,另一分量与杆垂直,利用沿杆方向的速度相等即可求解.

如图5-2-7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】 $v_A = v_B \cot \alpha$

一点通

由于杆不可伸缩,故杆两端沿杆方向的分速度相等.
同理,用绳关联的问题,绳两端沿绳方向的分速度相等.
抓住杆两端沿杆方向的分速度相等,是求解该题的切入点.

J 即时突破 (练自身能力!)

如图5-2-8所示,在不计滑轮摩擦和绳子质量的条件下,当小车匀速向右运动时,物体A的受力情况是 ()

- A. 绳的拉力大于A的重力
- B. 绳的拉力小于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

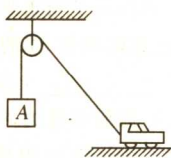


图 5-2-8



探究创新素养

培养创造性思维能力!

运动的独立性

在图5-2-9所示的装置中,两个相同的弧形轨道M、N,分别用于发射小铁球P、Q;两轨道上端分别装有电磁铁C、D;调节电磁铁C、D的高度,使 $AC=BD$,从而保证小铁球P、Q在轨道出口处的水平初速度 v_0 相等.

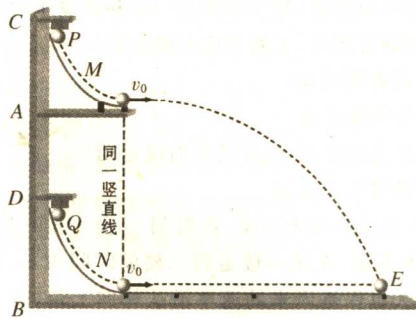


图 5-2-9

将小铁球P、Q分别吸在电磁铁C、D上,然后切断电源,使两小铁球能以相同的初速度 v_0 同时分别从轨道M、N的下端射出.实验结果是两小铁球同时到达E处,发生碰撞.增加或者减小轨道M的高度,只改变小铁球P到达桌面时速度的竖直方向分量的大小,再进行实验,结果两小铁球总是发生碰撞.若忽略水平面对小球Q的摩擦力,小球Q在水平面上将做什么运动?两球总能相碰,说明小球P沿曲线下落的过程中,其水平速度受竖直运动的影响吗?

如何改进该实验,来验证小球P竖直方向的运动不受水平方向运动的影响?谈一下你的做法,并与同学们交流讨论.



课时知能小试

强化基础,凸现能力!

A 级-基点-强化

1. 若物体同时参与了几个运动,则物体_____的运动叫做合运动,这几个运动被称为实际运动的_____,实际运动的位移、速度、加速度分别被称为_____,_____,_____;这几个运动的位移、速度、加速度分别被称为_____,_____,_____.

2. 合运动与分运动是_____ (填“同时”、“不同时”)发生的,合运动的时间_____ (填“大小”、“等于”、“小于”)分运动的时间.

3. 运动的合成和分解遵循_____,已知_____求_____叫做运动的合成,已知_____求_____叫做运动的分解.

B 级-迁移-应用

1. 一轮船以一定的速度垂直河岸向对岸开行,当河水流速均匀时,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,路程越长,时间越短
- C. 水速越大,路程和时间都不变
- D. 水速越大,路程越长,时间不变

成败只差五丝米(四) 我们在学习中,面对前人的结论、老师的分析,是否提出过疑问,是否进行过分析和探讨;在实验中,是否对习以为常的现象问过为什么,是否因一次实验而进行深入分析和探讨.对呈现在我们面前的事物或现象做细致观察和寻根问底的研究,才能揭示事物的本质和规律,才能有所发现、有所创造,才不会因5丝米的距离而遗憾终生.

2. 关于两个互成角度($\theta \neq 0, \theta \neq 180^\circ$)的初速度不为零的匀变速直线运动的合运动, 下列说法正确的是 ()
- 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. 一定是匀变速运动

3. 某人站在电动扶梯上不动, 经时间 t_1 由一楼升到二楼. 如果自动扶梯不动, 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. $t_2 t_1 / (t_2 - t_1)$
C. $t_2 t_1 / (t_2 + t_1)$ D. $(t_2 + t_1) / 2$

4. 如图 5-2-10 所示, 物体 A 和 B 质量均为 m , 分别与轻绳连接跨过定滑轮 (不计绳与滑轮之间的摩擦). 当用水平变力 F 拉物体 B 沿水平方向向右做匀速直线运动时, 下列判断中正确的是 ()

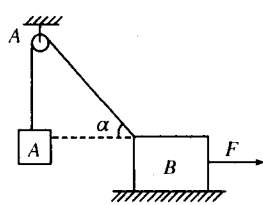


图 5-2-10

- A. 物体 A 也做匀速直线运动
B. 绳子拉力始终大于物体 A 所受的重力
C. 物体 A 的速度小于物体 B 的速度
D. 物体 A 的速度大于物体 B 的速度
5. 竖直上抛运动可以看成向上的匀速运动和向下的自由落体运动的合运动, 从运动的合成与分解的角度来看 ()
- A. 当这两个分运动的合速度为零时, 物体到达最高点
B. 当这两个分运动的合位移为零时, 物体到达最高点
C. 当向上的匀速运动的速度大于向下的自由落体运动时物体在向上运动
D. 当向上的匀速运动小于向下的自由落体运动时, 物体一定在抛出点的下方
6. 图 5-2-11 为一空间探测器的示意图, P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 是四个喷气发动机, P_1 、 P_3 的连线与空间一固定坐标系的 x 轴平行, P_2 、 P_4 的连线与 y 轴平行. 每台发动机开动时, 都能向探测器提供推力, 但不会使探测器转动. 开始时, 探测器以恒定的速率 v_0 向正 x 方向平动. 要使探测器改为向正 x 偏向负 y 60° 的方向以原来的速率 v_0 平动, 则可 ()

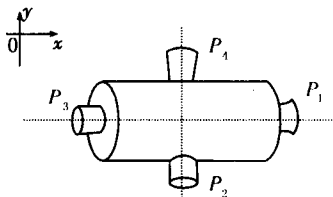


图 5-2-11

- A. 先开动 P_1 适当时间, 再开动 P_4 适当时间
B. 先开动 P_3 适当时间, 再开动 P_2 适当时间
C. 开动 P_4 适当时间
D. 先开动 P_3 适当时间, 再开动 P_1 适当时间

7. 如图 5-2-12 所示, 一玻璃筒中注满清水, 水中放一软木做成的小圆柱体 R (圆柱体的直径略小于玻璃管的直径, 轻重大小适宜, 使它在水中能匀速上浮). 将玻璃管的开口端用胶塞塞紧 (图甲). 现将玻璃倒置 (图乙), 在软木塞上升的同时, 将玻璃管水平向右加速移动, 观察软木塞的运动, 将会看到它斜向右上方运动, 经过一段时间, 玻璃管移至图丙中虚线所示位置, 软木塞恰好运动到玻璃管的顶端, 在下面四个图中, 能正确反映软木塞运动轨迹的是 ()

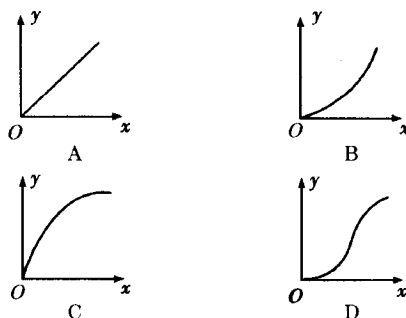
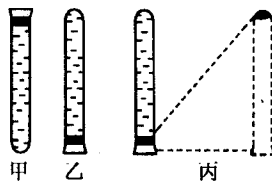


图 5-2-12

8. 如图 5-2-13 所示, 船的划行方向用 5 个箭头来表示, 每相邻两个箭头之间的夹角是 30° , 已知水的流速是 1 m/s , 船在静水中划速是 2 m/s , 为使船在最短时间内渡河, 那么划船的速度方向为 _____; 要使船以最短位移过河, 划船的方向应是 _____; 划船方向分别沿 A、B、D、E 各方向时, 渡河时间 t_A 、 t_B 、 t_D 、 t_E 的大小关系为 _____.

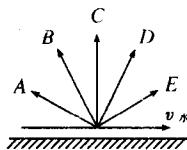


图 5-2-13

9. 如图 5-2-14 所示, 汽车以速度 v 匀速行驶, 当汽车到达 P 点时, 绳子与水平方向的夹角是 θ , 此时物体 M 的上升速度大小为 _____ (用 v 和 θ 表示).

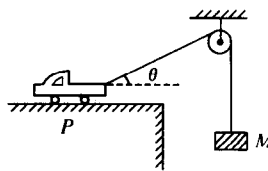


图 5-2-14

10. 汽艇在宽为 400 m , 水流速为 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?

11. 甲、乙两个物体从同一地点先后竖直上抛,若甲物体抛出 2 s 后再抛出乙物体,它们抛出时的初速度 $v_0 = 20 \text{ m/s}$,两物体何时相遇?何处相遇?(不计空气阻力, g 取 10 m/s^2)

12. 如图 5-2-15 所示, A 物块以速度 v 沿竖直杆匀速下滑,经细绳通过定滑轮拉动物体 B 在水平方向上运动. 当细绳与水平面成夹角为 θ 时,求物体 B 运动的速度.

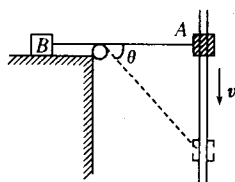


图 5-2-15

13. 如图 5-2-16 所示,一条两岸为平行直线的小河,河宽 60 m,水流速度为 5 m/s . 一小船欲从码头 A 处渡河去, A 的下游 80 m 处的河床陡然降低形成瀑布,要保证小船不掉下瀑布,小船相对静水的划行速度至少应多大? 此时船的划行方向如何?

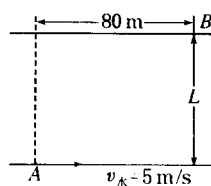


图 5-2-16

C 级·高考·模拟

1. (2006 年辽宁模拟) 一条小船的静水速度为 6 m/s , 要渡过宽度为 60 m , 水流速度为 10 m/s 的河流, 假设水面各点水的流速是相同的, 则下列说法正确的是 ()

- A. 小船渡河的最短时间为 6 s
B. 小船渡河的最短时间为 10 s
C. 小船渡河的最短路程为 60 m
D. 小船渡河的最短路程为 100 m

2. (2006 年潍坊市模拟) 如图 5-2-17 所示, 小船从 A 码头出发, 沿垂直于河岸的方向渡河, 若河宽为 d , 渡河速度 $v_{\text{船}}$ 恒定, 河水的流速与到河岸的距离 x 成正比, 即 $v_k = kx$ ($x \leq \frac{d}{2}$, k 为常量), 要使小船能够到达距 A 正对岸为 s 的 B 码头, 则

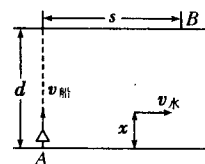


图 5-2-17

- A. $v_{\text{船}}$ 应为 $\frac{kd^2}{4s}$ B. $v_{\text{船}}$ 应为 $\frac{kd^2}{2s}$
C. 渡河时间为 $\frac{4s}{kd}$ D. 渡河时间为 $\frac{2s}{kd}$

3. (2006 年齐齐哈尔市模拟) 如图 5-2-18 所示, 在水平地面上匀速运动的汽车, 通过定滑轮用绳子吊起一物体. 若汽车和被吊物体在同一时刻的速度大小分别为 v_1 和 v_2 , 则下面说法正确的是 ()

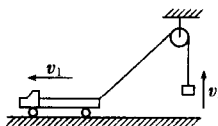


图 5-2-18