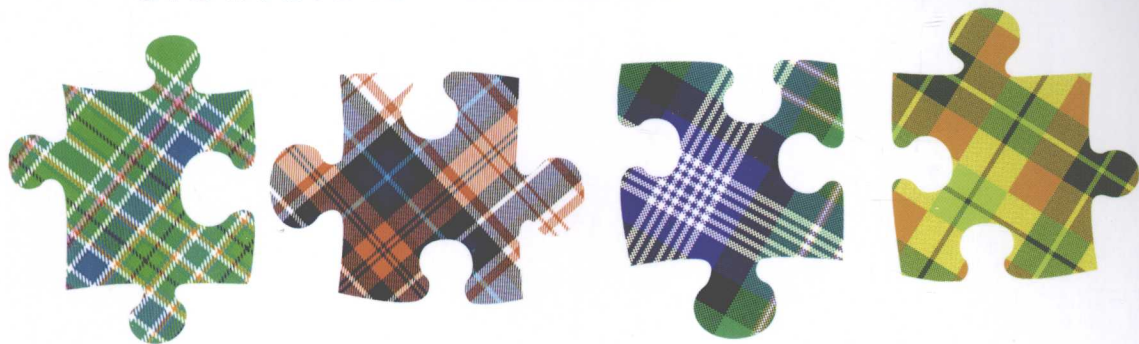


 提分攻略系列

常考题型训练题典

CHANGKAO TIXING XUNLIAN TIDIAN



高中 物理 2

(必修 2)

主编 蔡晔



YZLI0890144925



龍門書局

龙门品牌·学子至爱

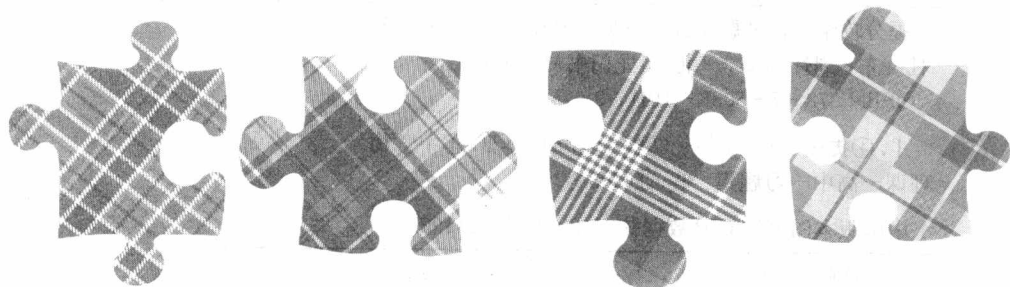
www.longmenbooks.com



提分攻略系列

常考题型训练题典

CHANGKAO TIXING XUNLIAN TIDIAN



高中 物理 2



丛书主编 蔡志胜
丛书副主编 冯素梅
编者 杜晓东 周怀琴



YZLI0890144926

龍門書局

北 京

版权所有 翻印必究

举报电话:(010) 64031958,13801093426 (打假办)

邮购电话:(010) 64034160,88937471

图书在版编目(CIP)数据

提分攻略 常考题型训练题典 高中物理 2(必修2)/蔡晔主编;
杜晓东,周怀琴编. —北京:龙门书局,2011.6

ISBN 978-7-5088-3161-9

I. ①提… II. ①蔡… ②杜… ③周… III. ①中学物
理课—高中—习题集 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 121192 号

责任编辑:潘恭华 高 鹏/封面设计:浩蓝书籍设计

龍 門 書 局 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

化学工业出版社印刷厂 印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2011 年 6 月第 一 版 开本:B5

2011 年 6 月第二次印刷 印张:11

字数:220 000

定 价:17.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前言



新课标教学和新课改理念越来越重视对学生的思维能力、实践能力和创新能力的培养。《考试大纲》告诉我们高考的命题将全面落实新课改理念,把以能力测试为主导的命题指导思想落实到每一道题中,在继承和发展传统命题优势的情况下,高考将更加注重对学生各种能力的考查,并真正把对能力的考查放在首要位置。

《提分攻略》系列图书正是在这种背景下应运而生,它包含《疑难与规律详解》和《常考题型训练题典》两大子系列,涉及数学、物理、化学、生物和英语五大学科,供中学各年级教师和学生使用。《常考题型训练题典》系列丛书由多位优秀的一线骨干教师和研究员,结合新课标教学理念和考试大纲的要求分学科、分模块、分年级编排成册,总的说来本书有以下特点:

体例切合学习认知规律

本丛书从学生学习认知的心理规律出发,以母题与衍生的形式呈现知识内容,每一个题型都让学生经过学、悟、练的过程,进而将需要掌握的知识快速地内化到自己的知识结构中,帮助学生提高理解和运用知识的效率。

题型牢牢把握考试动向

本丛书在编写过程中,本着“遵循教材但不拘泥于教材”的原则,以考试大纲为指导,将各分册知识内容以题型的形式科学系统地归纳整理,考点、重点、难点一目了然,让同学们在学习的过程中目标明确、有的放矢。

题型全面总结通式通法

本书在全面梳理各节考点、重点、难点的同时,兼顾各题型中涉及的解题方法、规律并以解题锦囊的形式高度总结通式通法,全面科学地归纳各节的知识特点,揭示解题技巧,提升解题能力;并通过易错题、探究题、创新题等综合题型的专项训练,进一步提升同学们运用知识解决综合性问题的能力。

编写思路新颖

本丛书一改传统题典类图书的简单罗列例题的形式,采取了考点归类、举一反三的方式,全面梳理各种常考题型。并提炼出题中能够激发思维的重要内容,强化记忆,引导学生思考、研究、学习、提升。

编者

2011.5.20





第五章 曲线运动

1. 曲线运动	1
2. 质点在平面内的运动	7
3. 抛体运动的规律	15
4. 实验:研究平抛运动	21
5. 圆周运动	26
6. 向心加速度	32
7. 向心力	36
8. 生活中的圆周运动	42
综合专题	49
易错题型	53
探究题型	56
创新题型	59

第六章 万有引力与航天

1. 行星的运动 太阳与行星间的引力 ...	61
2. 万有引力定律	66
3. 万有引力理论的成就	72
4. 宇宙航行 经典力学的局限	76
综合专题	85

易错题型	89
探究题型	92
创新题型	94

第七章 机械能守恒定律

1. 追寻守恒量	97
2. 功	102
3. 功 率	110
4. 重力势能	116
5. 探究弹性势能的表达式	122
6. 探究功与物体速度变化的关系	125
7. 动能和动能定理	131
8. 机械能守恒定律	140
9. 实验:验证机械能守恒定律	150
10. 能量守恒定律与能源	155
综合专题	161
易错题型	163
探究题型	165
创新题型	166



第五章 曲线运动

1. 曲线运动

题型一 曲线运动速度的方向

母题 摩托车绕图 5-1-1 所示的 400 米标准跑道运动, 车上的车速表指针一直指在 36 km/h 处不动。则下列说法中正确的是 ()

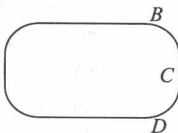


图 5-1-1

- A. 摩托车的速度一直保持不变
- B. 摩托车沿弯道 BCD 运动过程中, 车的速度方向一直沿切线方向
- C. 摩托车绕跑道一周需 40 秒钟, 此 40 秒内的平均速度等于零
- D. 摩托车在弯道上运动时合外力方向不可能沿切线方向

分析: 速度是矢量, 不仅有大小, 还有方向, 当物体做曲线运动时速度时刻变化。

解答: 摩托车运动过程中车速表指针一直指在 36 km/h 处不动, 只能说明其速度大小保持不变, 而运动过程中速度的方向在发生变化, 故选项 A 错; 而经过弯道时, 速度方向始终沿弯道的切线方向, 故选项 B 正确; 速度方向在不断发生变化, 也就具有加速度, 方向指向弯道的内侧, 此加速度由摩托车所受合外力提供, 由牛顿第二定律可以推断, 此合外力方向也必指向弯道内侧, 而不可能沿切线方向, 所以选项 D 正确; 摩托车绕跑道一周过程中位移为零, 由平均速度概念可知, 此过程中平均速度为零, 所以选项 C 也正确, 故选 BCD。

解题锦囊

1. 若一质点由 A 点沿曲线运动至 B 点, 如图 5-1-2 所示, 则该质点在这段时间内的平均速度与位移 AB 的方向相同, 即沿着该曲线的割线 AB 方向。所取的时间间隔变得越短, B 点就越靠近 A 点, 这段时间内的平均速度也就越接近 A 点的瞬时速度。

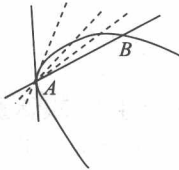


图 5-1-2

当所取的时间间隔趋近于 0 时, B 点就趋近于 A 点, 平均速度也就趋近于 A 点的瞬时速度, 而割线 AB 也就趋近于曲线过 A 点的切线。因此, 质点在 A 点的瞬时速度方向沿曲线过 A 点的切线方向。

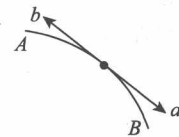


图 5-1-3

2. 曲线的切线方向和物体的走向有关, 如图 5-1-3 所示, 若物体从 A 运动到 B, 则 a 为切线方向; 若物体从 B 运动到 A, 则 b 为切线方向。也就是说, 数学上的切线有两个方向, 物理上的切线只有一个方向, 因为物体沿曲线运动时, 运动方向只可能有一个。

指点迷津

曲线运动在日常生活中随处可见, 对曲线运动规律透彻理解的基础上针对具体问题具体分析, 另外, 已学过的一些概念、规律, 如位移概念、速度定义式等, 在曲线运动中仍然适用。

学习心得

衍生训练

衍生 1 ★★★ 对曲线运动中的速度的方向,下列说法正确的是 ()

- A. 在曲线运动中,质点在任一位置的速度方向总是与这点的切线方向相同
- B. 在曲线运动中,质点的速度方向有时也不一定是沿着轨迹的切线方向
- C. 旋转雨伞时,伞面上的水滴由内向外做螺旋运动,故水滴速度方向不是沿其轨道的切线方向的
- D. 旋转雨伞时,伞面上的水滴由内向外做螺旋运动,水滴速度方向总是沿其轨道的切线方向

解答:在曲线运动中,质点在任一位置(或任一时刻)的速度方向总是与这点的切线方向相同,A 正确、B 错误;旋转雨伞时,伞面上的水滴由内向外做螺旋运动,但是水滴运动的速度方向始终是沿着轨道的切线方向的,所以 C 错误、D 正确,故选 AD。

衍生 2 ★★★ 在弯道上高速行驶的赛车,突然后轮脱离赛车。关于脱离了的后轮的运动情况,以下说法正确的是 ()

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

解答:赛车沿弯道行驶,任一时刻赛车上任何一点的速度方向是赛车运动的曲线轨迹上对应点的切线方向。被甩出的后轮的速度方向就是甩出点轨迹的切线方向,车轮被甩出后,不再受到车身的约束,只受到与速度方向相反的阻力的作用(重力和地面对轮的支持力相平衡),车轮做直线运动,故选 C。

衍生 3 ★★★ 翻滚过山车(可看做质点)从高处冲下,过 M 点时速度方向如图 5-1-4 所示,在圆形轨道内经过 A、B、C 三点。请标出车在 A、B、C 各点的速度方向,找出在圆形轨道上与 M 点速度方向相同的点。

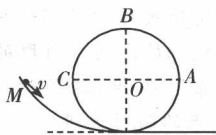


图 5-1-4

解答:翻滚过山车经过 A、B、C 三点的速度方向如图 5-1-5 所示。用直尺和三角板作 M 点速度方向的平行线且与圆相切于 N 点,则过山车过 N 点时速度方向与过 M 点时相同。

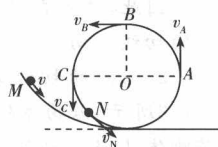


图 5-1-5

指点迷津

本题主要考查物体做曲线运动时的速度方向。不论在任何情况下,曲线运动速度方向总是与其轨道的切线方向一致。

指点迷津

要对比理解物体做直线运动和曲线运动受力情况的不同。做曲线运动的质点在某一点(或某一时刻)的速度方向,一定沿曲线上该一点的切线方向。

指点迷津

在确定某点的速度方向时,首先弄清两点:一是物体沿轨迹的运动方向,二是沿该点的切线方向。



题型二 物体做曲线运动的条件

母题 ★★ 下列说法正确的是 ()

- A. 物体在恒力作用下可能做曲线运动
- B. 物体在变力作用下不可能做曲线运动
- C. 做曲线运动的物体,其速度方向与加速度的方向不在同一直线上
- D. 物体在变力作用下有可能做曲线运动

分析: 物体做曲线运动的条件是:物体所受合外力的方向与它的速度方向不在同一条直线上,这里合外力并未限定是变力还是恒力。

解答: 因为物体可以受一个力,也可以受多个力,而且受力可以是恒力,也可以是变力,所以 A、D 正确, B 错误。据牛顿第二定律可知,加速度方向与合外力方向一致,故可判断 C 也正确。故选 ACD。

解题锦囊

运动状态	物体所受合外力特点	
静止或匀速直线运动	不受外力或所受合外力为零	
匀变速直线运动	合外力恒定	合外力不为零,且合外力的方向与速度方向在同一直线上
变加速直线运动	合外力变化	
曲线运动	合外力不为零,且合外力方向与速度方向不在同一直线上	

衍生训练

衍生 1 ★★ 一个质点受到恒力 F_1 的作用,由静止开始运动,保持恒力 F_1 不变,突然又增加一个方向与 F_1 的方向垂直的恒力 F_2 的作用。则该质点此后 ()

- A. 仍做直线运动
- B. 可能做变加速直线运动
- C. 一定做曲线运动
- D. 速度的大小一定增大

解答: 质点由静止开始运动,运动方向一定与 F_1 的方向相同,突然受到方向与 F_1 的方向垂直的 F_2 作用后,合力的方向或者说加速度的方向一定不会与 F_1 的方向相同,即不会与速度方向相同,一定做曲线运动, A、B 都错, C 正确。受 F_2 作用后, F_2 的方向与 F_1 的方向垂直,所以合力在 F_2 作用的初始时刻,沿速度方向上的分量就是 F_1 , 与这时的速度方向相同,速度就要增大, D 也正确, 故选 CD。

指点迷津

速度方向与加速度方向并无关系,加速度方向取决于合外力的方向,而速度方向是指物体的运动方向。

学习心得

指点迷津

当物体受到合外力的方向跟物体的速度方向不在一条直线上,而是成一定角度时,物体做曲线运动。

指点迷津

正确理解“平衡状态”包括静止和匀速直线运动两种状态。要全面的分析问题,认真思考问题中可能出现的各种情况。

指点迷津

为使探测器做直线飞行,它所受的合力必须和速度 v 在同一条直线上,加速时合力和速度同向,匀速时合力为零。明确探测器还受到月球引力的作用。

学习心得

衍生 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 ,而保持 F_2 、 F_3 不变,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

解答: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 而保持 F_2 、 F_3 不变时,质点受到的合力大小为 F_1 ,方向与 F_1 相反,故一定做匀变速运动。在撤去 F_1 之前,质点保持平衡,有两种可能:一是质点处于静止状态,则撤去 F_1 后,它一定做匀变速直线运动;其二是质点处于匀速直线运动状态,则撤去 F_1 后,质点可能做直线运动(条件是 F_1 的方向和速度方向在一条直线上),也可能做曲线运动(条件是 F_1 的方向和速度方向不在一条直线上)。故选 A。

衍生 3 ★★★★★

以载人登月为重要目标的深空探测活动已成为载人航天成长的热点,我国也正在研制载人登月的“天宫一号”。假设一航天探测器完成对月球的探测任务后,在离开月球的过程中,由静止开始沿着与月球表面成一倾斜角的直线飞行,先加速运动,再匀速运动,探测器通过喷气而获得推动力。以下关于喷气方向的描述中正确的是 ()

- A. 探测器加速运动时,沿直线向后喷气
- B. 探测器加速运动时,竖直向下喷气
- C. 探测器匀速运动时,竖直向下喷气
- D. 探测器匀速运动时,不需要喷气

解答:如果探测器沿直线向后喷气,则所喷出气体对探测器的作用力沿直线向前,此时,探测器的受力如图 5-1-6 所示,可见月球对探测器的重力 G 和气体的作用力 F 的合力不可能沿速度 v 所在的直线上,与探测器做直线运动矛盾,所以 A 错。如果竖直向下喷气,则喷出的气体对探测器的作用力 F 竖直向上,重力 G 和气体的作用力 F 的合力也不可能在速度 v 所在的直线上,与探测器做直线运动矛盾,所以 B 错。但是,竖直向下喷气时,喷出的气体对探测器的作用力 F 的大小可能与重力 G 相等,这时探测器合力为零,做匀速运动,所以 C 正确。如果不喷气,探测器只受月球重力的作用,不可能做匀速运动。所以 D 错。故选 C。

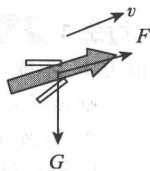


图 5-1-6



题型三 物体的运动轨迹与合外力的关系

母题 如图 5-1-7 所示,物体在恒力 F 作用下沿曲线从点 A 运动到点 B ,这时突然使它所受的力反向,但大小不变,即由 F 变为 $-F$ 。在此力的作用下,物体以后的运动情况,下列说法中正确的是

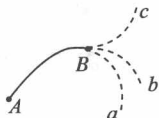


图 5-1-7

- ()
- A. 物体不可能沿曲线 Ba 运动
 - B. 物体不可能沿曲线 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 BA 返回

分析: 本题中并未指明力 F 的方向,但由于物体沿曲线 AB 运动,我们可以判断出力 F 的大致方向。当确定了“ F ”乃至“ $-F$ ”的大致方向后,物体的运动情况就容易把握了。至于力 F 的方向与速度方向的夹角是多大?是锐角还是钝角?题中并没有说明,我们也无法判断,但是这一未知因素对题目的分析没有影响。显然,对曲线运动的特点有透彻理解是正确解答这类问题的关键。

解答: 物体沿曲线从点 A 运动到点 B (点 B 除外)的过程中,其所受恒力 F 的方向必定指向曲线的内侧。当运动到 B 点时,因恒力反向,由曲线运动的特点“物体以后运动的曲线轨迹必定指向合外力方向弯曲”可知:物体以后的运动只可能沿 Bc 方向运动。选 ABD。

解题锦囊

做此类问题注意掌握两点:①物体的轨迹与初速度和合外力有关,轨迹在合外力与速度夹角之间且与速度相切,因此,轨迹为平滑的曲线;②物体所受合外力的方向指向轨迹的弯曲方向的内侧。

衍生训练

衍生 1 如图 5-1-8 所示,小钢球以初速度 v_0 在光滑水平面上运动,受到磁铁的侧向作用而沿图示的曲线运动到 D 点,由此可知 ()

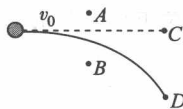


图 5-1-8

- A. 磁铁在 A 处,靠近小钢球的一定是 N 极
- B. 磁铁在 B 处,靠近小钢球的一定是 S 极
- C. 磁铁在 C 处,靠近小钢球的一定是 N 极
- D. 磁铁在 B 处,靠近小钢球的磁极极性无法确定

解答: 小钢球受磁铁的吸引而做曲线运动,运动方向只会向所受吸引力的方向偏转,因而磁铁位置只可能在 B 处,不可能在 A 处或 C 处。又磁铁的 N 极或 S 极对小钢球都有吸引力,故靠近小钢球的磁极极性无法确定。故选 D。

衍生 2

物体(用字母 O 表示)的初速度 v_0 与所受合外力 F 的方向如图所示。物体的运动轨迹用虚线表示,则所画物体的运动轨

指点迷津

物体做曲线运动时,所受合外力在任何时刻都与速度不共线,合外力的方向总是指向曲线凹的一侧。

指点迷津

根据小钢球所受合外力的方向指向轨迹的弯曲方向的内侧,判断出小钢球受力的情况。但是磁铁的极性是无法判断的。

指点迷津

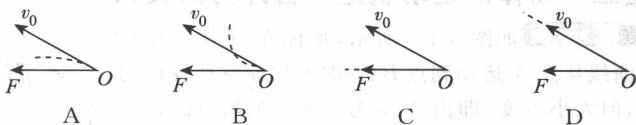
合外力的方向总是指向曲线凹的一边,因为当合力与速度不在一条直线上时,合力有改变速度方向的效果,速度方向总是朝合力方向偏转。

学习心得

指点迷津

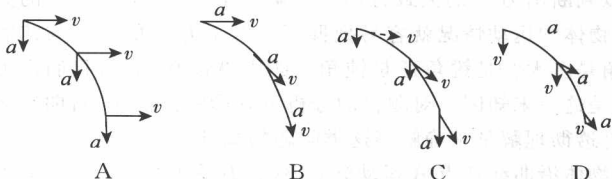
物体的运动状态是由物体所受的力和物体的初速度两个因素共同决定的。物体所受合外力沿速度方向的分力可以改变速度的大小,沿与速度垂直方向的分力可以改变速度的方向。

迹中可能正确的是



解答: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,物体做直线运动;当物体所受合外力的方向与速度的方向不在同一条直线上时,物体做曲线运动,运动的轨迹应该在 v_0 与 F 所夹的范围内(曲线在 v_0 与 F 所夹的较小角度内),且运动轨迹的初始点的切线方向为初速度 v_0 的方向,故选 A。

衍生 3 ★★★ 从高处斜向下抛出的物体在各个时刻的速度、加速度方向如图所示,其中正确的是 ()



解答:物体在飞行过程中只受重力,方向竖直向下,所以加速度的方向竖直向下,确定 BD 图错。在曲线运动中,速度的方向时刻改变,而图 A 中速度的方向保持不变,确定 A 图错,图 C 正确。故选 C。

衍生 4 ★★★ 如图 5-1-9 所示,在一次救灾工作中,一架沿水平直线飞行的直升机 A,用悬索(重力可忽略不计)救护困在湖水中的伤员 B。在直升机 A 和伤员 B 以相同的水平速度匀速运动的同时,悬索将伤员吊起,在某一段时间内, A、B 之间的距离以 $l = H - t^2$ (式中 H 为直升机 A 离地面的高度,各物理量的单位均为国际制单位)规律变化。则在这段时间内关于物体 B 的受力情况和运动轨迹正确的是 ()

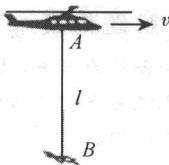
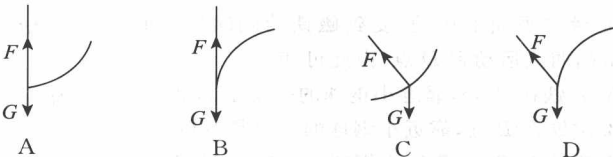


图 5-1-9



解答:因为直升机 A 和伤员 B 以相同的水平速度匀速运动,悬索处于竖直状态,所以拉力应该竖直向上,由于 A、B 之间的距离以规律变化,所以随着时间的推移, A、B 之间的距离逐渐减小,伤员的运动方向斜向上,因此是做加速度大小和方向均不变的曲线运动。根据运动物体的曲线轨迹必定向合外力方向弯曲可知,故选 A。



衍生 5



一质点在某恒力 F 的作用下做曲线运动, 图 5-1-10 中的曲线 AB 是该质点运动轨迹的一段, 质点经过 A 、 B 两点的速率分别为 v_A 和 v_B 。试画出质点在 A 点、 B 点处的速度方向, 并用作图法找出该恒力 F 方向的可能范围。



图 5-1-10

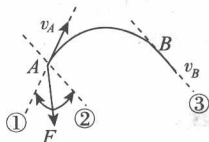


图 5-1-11

解答: 过 A 、 B 两点分别作曲线的切线①和③, 如图 5-1-11 所示, 从 A 点看, 恒力 F 应在①线的右侧轨迹的下方, 从 B 点看 F 应在③线的左侧轨迹的下方; 因恒力 F 的方向不变, 故应同时满足上述两个条件, 将切线③平移到 A 点, 即切线②, 则①和②两条线所夹的范围即为恒力 F 在 A 点的方向的可能范围, 在图中为双向箭头所指的区域。

指点迷津

在曲线运动中合外力的作用效果可分成两个方面: 产生切线方向的加速度 a_1 , 改变速度的大小; 产生法线方向的加速度 a_2 , 改变速度的方向。若 $a_1=0$, 则物体做匀速曲线运动; 而若 $a_2=0$, 则物体做直线运动。

2. 质点在平面内的运动

题型一 合运动和分运动的关系

母题



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分运动的速度大
- B. 两个匀速直线运动的合运动不一定是匀速直线运动
- C. 两个匀变速直线运动的合运动不一定是匀变速直线运动
- D. 合运动的两个分运动经历的时间不一定相等

分析: 物体运动的位移、速度、加速度都是矢量, 其运算法则为平行四边形定则, 合位移、合速度、合加速度是平行四边形的“对角线”, 两分位移、分速度、分加速度为平行四边形的“邻边”, 两分运动的夹角在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 之间时, 其合运动(对角线)的大小范围在两分运动(两邻边)的差与和之间; 合运动的性质由两分运动的性质决定, 两分运动的合力为零, 物体做匀速直线运动, 合运动的合力也为零, 物体也做匀速直线运动; 两分运动的合力不为零, 做匀变速直线运动, 其合运动的合力也不为零, 当合运动的合力与合初速度沿一条直线时, 合运动为匀变速直线运动; 当合运动的合力与合初速度不在一条直线上时, 做匀变速曲线运动; 一个运动被分解为两个分运动时, 这个运动与它的分运动是同时进行、同时完成的, 也即分运动与合运动具有同时性和等时性。

解答: 根据速度合成的平行四边形定则可知, 合速度的大小是在两分

学习心得

指点迷津

将力的运算法则——平行四边形定则,成功运用到位移、速度、加速度的合成中,有效实现方法的迁移,是理解、分析合运动与分运动关系问题的关键。

学习心得

指点迷津

弄清楚两分运动的运动性质,根据合力与合初速度的方向关系确定运动轨迹是直线还是曲线,合力的方向指向轨迹的内侧。

速度的差与和之间,合速度不一定比分速度大,故选项 A 错;两个匀速直线运动的合运动一定是匀速直线运动,故选项 B 错;两个匀变速直线运动的合运动是否是匀变速直线运动,决定于两初速度的合初速度方向是否与合外力(合加速度)方向在一直线上。如果在一直线上,合运动是匀变速直线运动,反之,是匀变速曲线运动,所以选项 C 正确;根据运动的等时性,合运动与两个分运动是等时的,所以选项 D 错。故选 C。

解题锦囊

1. 求解运动(位移、速度、加速度)的合成问题,要遵循矢量的合成法则——平行四边形定则。当两个分运动互成 90° 角时,合运动的位移、速度、加速度用解直角三角形的方法求解。

2. 理解合运动和分运动的几个特性:

(1) 等时性:各分运动与合运动总是同时开始,同时结束,经历的时间相等,不同时发生的运动不能进行运动的合成。

(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:各分运动合成起来和合运动有相同的效果,即分运动与合运动可以“等效替代”。

3. 理解记忆以下几个结论:

(1) 互成角度的两个匀速直线运动的合运动必定是匀速直线运动;

(2) 互成角度的匀速直线运动和匀变速直线运动的合运动是匀变速曲线运动。

(3) 互成角度的两个初速度为零的匀加速直线运动的合运动一定也是初速度为零的匀加速直线运动。

(4) 互成角度的两个初速度不为零的匀加速直线运动的合运动通常是匀变速曲线运动。当合加速度的方向与合速度方向在一直线上时,合运动即为匀变速直线运动。

衍生训练

衍生 1 ★★★ 如图 5-2-1 所示,在玻璃管的水中有一红蜡块正在匀速上升,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 ()

A. 直线 P

B. 曲线 Q

C. 曲线 R

D. 无法确定

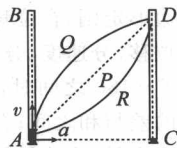


图 5-2-1

解答: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这两个分运动,实际运动的轨迹即是合运动的轨迹。由于它在任意一点的合速度方向是向上或斜向右上,而合加速度就是水平方向的加速度,方向是水平向右的,合初速度和合速度之间有一定夹角,故轨迹是曲线。又因为物体做曲线运动的轨迹曲线总向加速度方向偏折(或加速度方向总指向曲线的凹向),故选 B。



衍生2 ★★★ 无风时气球匀速竖直上升的速度是4 m/s,现有自西向东的风速大小为3 m/s的风吹过,则:

(1)气球相对地面运动的速度大小为_____,方向_____。

(2)若风速增大,则气球在某一时间内上升的高度与风速增大前相比将_____ (填“增大”“减小”或“保持不变”)。

解析:速度的合成可采用平行四边形定则,注意运动的独立性原理。

(1)在地面上的人看来,气球同时参与了两个运动,即竖直向上的运动和自西向东的水平运动。如图5-2-2所示,根据 v_1 平行四边形定则,其合速度大小为

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

设合速度方向与水平方向夹角为 θ ,则

$$\tan \theta = \frac{v_1}{v_2} = \frac{4}{3} \approx 1.33, \theta = \arctan 1.33 = 53^\circ$$

即合速度的方向为向东偏北 53° 。

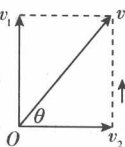


图 5-2-2

(2)如果一个物体同时参与两个运动,则这两个分运动是“相互独立、同时进行”的,各自遵循各自的规律。由风引起的水平方向的分运动不会影响气球竖直方向的分运动,气球上升的高度与风速无关,在任一段时间内上升的高度不变。

答案:(1)5m/s 向东偏北 53° (2)保持不变

衍生3 ★★★ 直升机空投物资时,可以停留在空中不动。设投出的物资离开飞机后由于降落伞的作用在空中能匀速下落,无风时落地速度为5 m/s。若飞机停留在离地面100 m高处空投物资,由于风的作用,使降落伞和物资以1 m/s的速度匀速水平向北运动,求:

(1)物资在空中运动的时间;

(2)物资落地时速度的大小;

(3)物资在下落过程中水平方向移动的距离。

解答:(1) $t = \frac{h}{v} = \frac{100}{5} \text{ s} = 20 \text{ s}$

(2)设合速度为 v ,物体下落速度为 v_1 ,风速为 v_2 , $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{5^2 + 1^2} \text{ m/s} = \sqrt{26} \text{ m/s}$

(3) $s = v_2 t = 20 \text{ m}$

衍生4 ★★★ 质量 $m=2 \text{ kg}$ 的物体在光滑平面上运动,其分速度 v_x 和 v_y 随时间变化的图线如图5-2-3所示,求:

(1)物体受到的合力;

(2)物体的初速度;

(3) $t=8 \text{ s}$ 时物体的速度;

(4) $t=4 \text{ s}$ 时物体的位移;

(5)轨迹方程。

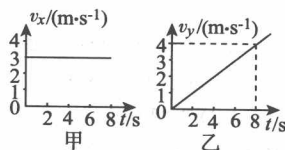


图 5-2-3

指点迷津

解直角三角形是力的合成、运动的合成中最常用的方法,同时,也要注意矢量的方向性。

指点迷津

在明确分运动的运动性质的前提下,应用分运动的独立性求运动的时间是常见的问题;分运动与合运动的联系是“等时性”。

指点迷津

准确理解物理图象的物理意义,明确分运动的性质,精确运算是解答该类问题的关键。

指点迷津

在进行速度分解时,要分清合速度与分速度。合速度是指物体实际运动的速度,是平行四边形的对角线。虽然分速度方向具有任意性,但只有按图示分解时, v_1 等于 v_0 ,才能找出 v_A 与 v_0 的关系。

解答: (1) 由甲图和乙图得: $a_x = 0, a_y = \frac{4-0}{8} \text{ m/s}^2 = 0.5 \text{ m/s}^2$

由牛顿第二定律, 物体所受合外力为:

$$F = ma_y = 2 \times 0.5 \text{ N} = 1 \text{ N}$$

$$(2) t = 0 \text{ 时}, v_x = 3 \text{ m/s}, v_y = 0$$

所以初速度 $v_0 = 3 \text{ m/s}$, 沿 x 方向。

$$(3) t = 8 \text{ s 时}, v_x = 3 \text{ m/s}, v_y = 4 \text{ m/s}, v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}, v \text{ 与 } x \text{ 轴的夹角为 } \theta, \tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{4}{3}, \theta = 53.13^\circ$$

$$(4) t = 4 \text{ s 时}: x = v_x \cdot t = 3 \times 4 \text{ m} = 12 \text{ m}, y = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4^2 \text{ m} = 4 \text{ m}, \text{合位移 } s = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{12^2 + 4^2} \text{ m} = 12.6 \text{ m}, s \text{ 与 } x \text{ 轴夹角 } \tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{4}{12}, \text{得 } \alpha = 18.4^\circ$$

$$(5) \text{位移公式 } x = v_x t = 3 t \text{ 和 } y = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 t^2 = \frac{1}{4} t^2 \text{ 消去 } t \text{ 得轨迹方程 } x^2 = 36 y.$$

题型二 运动的分解

母题 如图 5-2-4 所示, 人用绳通过定滑轮拉物体 A, 当人以速度 v_0 匀速向左前进时, 拉 A 的绳与水平方向的夹角为 θ , 则物体 A 的速度大小是_____。

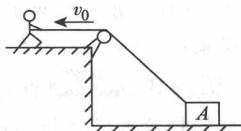


图 5-2-4

分析: 物体的运动(即绳末端的运动)是由两个运动合成的。一是沿绳方向被牵引, 绳子缩短, 绳子缩短的速度等于 v_0 ; 另一是绳子以定滑轮为圆心的摆动, 它不改变绳长, 只改变绳与水平方向的夹角。将物体的速度 v_A 沿绳、垂直绳的方向分解, 作出平行四边形, 解直角三角形即可求得结果。

解答: 由题意作图(如图 5-2-5 所示), $v_A = \frac{v_0}{\cos \theta}$, 物体继续向左运动, θ 角逐渐变大, v_A 逐渐变大。虽然人做匀速运动, 但物体却做变速直线运动。

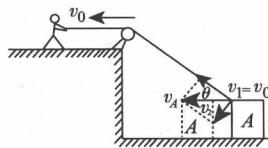


图 5-2-5

解题锦囊

对实际运动进行分解的方法:

(1) 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几个运动。

(2) 要明确各个分运动各自独立, 互不影响, 其位移、速度、加速度各自遵循自己的规律。

(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。



衍生训练

衍生 1 ★★★ 如图 5-2-6 所示,沿竖直杆以速度 v 匀速下滑的物体 A 通过轻质细绳拉光滑水平面上的物体 B,细绳与竖直杆间的夹角为 θ ,则以下说法正确的是 ()

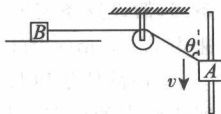


图 5-2-6

- A. 物体 B 向右匀速运动
- B. 物体 B 向右匀加速运动
- C. 细绳对 A 的拉力逐渐变小
- D. 细绳对 B 的拉力逐渐变大

解答:物体 A 沿绳的分速度与物体 B 运动的速度大小相等,故有 $v_B = v \cos \theta$,随物体 A 下滑, θ 角减小, v_B 增加,但不是均匀增加, θ 越小, $\cos \theta$ 增加越慢, v_B 增加越慢,也即 B 的加速度越来越小,由 $F_T = m_B a_B$ 可知,细绳的拉力逐渐变小,故选 C。

衍生 2 ★★★★★ 玻璃板生产线上宽 9 m 的成型玻璃板以 $4\sqrt{3}$ m/s 的速度连续不断地向前运动,在切割工序处,金刚钻割刀的速度为 8 m/s,为了使割下的玻璃都成规定尺寸的矩形,金刚钻的割刀轨道应如何控制? 切割一次的时间多长?

解答:设金刚钻的割刀速度与玻璃板运动方向成 α 角,以 v_1 、 v_2 分别表示玻璃板的速度和金刚钻的割刀速度,则需 $v_2 \cos \alpha = v_1$,故

$$\alpha = \arccos \frac{v_1}{v_2} = \arccos \frac{4\sqrt{3}}{8} = \arccos \frac{\sqrt{3}}{2} = 30^\circ$$

$$\text{切割一次的时间 } t = \frac{d}{v_2 \sin \alpha} = \frac{9}{8 \sin 30^\circ} \text{ s} = 2.25 \text{ s}$$

衍生 3 ★★★★★ 北风风速为 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多大? 什么方向?

解答:“烟柱是竖直的”说明烟感觉不到风,即人感觉不到风,说明烟、人、风是相对静止的,即轮船与风同速航行,航向正南,速度大小为 4 m/s。由于河水流动,轮船应该有一个分速度:大小与 $v_{\text{水}}$ 相等,方向相反,这样轮船才会向正南航行,如图 5-2-7 所示。

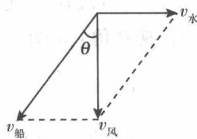


图 5-2-7

$$\text{则 } \tan \theta = \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{风}}} = \frac{3}{4}$$

故 $\theta = 37^\circ$,即船头应该与上游河岸成 53° 角航行

$$\text{轮船的航行速度 } v_{\text{船}} = \sqrt{v_{\text{水}}^2 + v_{\text{风}}^2} = 5 \text{ m/s}.$$

指点迷津

滑轮右侧绳子伸长的速度才是物体 B 运动的速度,它是物体 A 运动速度的一个分量,将 A 物体实际运动准确分解,是解决本题的关键。

指点迷津

以运动的玻璃板为参考系,切割刀的速度应与玻璃板的边沿垂直。

指点迷津

风速影响烟的状态,人和烟相对静止,说明烟速和船的实际速度相等,而船的实际速度是水流和船相对于水的速度的合速度。

题型三 船渡河问题

母题 已知某船在静水中的速率为 $v_1 = 4 \text{ m/s}$, 现让船渡过某条河, 假设这条河的两岸是理想的平行线, 河宽为 $d = 100 \text{ m}$, 河水的流速为 $v_2 = 3 \text{ m/s}$, 方向与河岸平行。试分析:

(1) 欲使船以最短时间渡过河去, 航向怎样? 最短时间是多少? 到达对岸的位置怎样? 船发生的位移是多大?

(2) 欲使船渡河过程中的航行距离最短, 船的航向又应怎样? 渡河所用时间是多少?

分析: 根据运动的独立性和等时性, 当船在垂直河岸方向上的分速度 $v_{\perp}$ 最大时, 渡河所用时间最短, 设船头指向上游且与上游河岸夹角为 α , 其合速度 v 与分运动速度 v_1 、 v_2 的矢量关系如图 5-2-8 中甲所示。河水流速 v_2 平行于河岸, 不影响渡河快慢, 船在垂直河岸方向上的分速度 $v_{\perp} = v_1 \sin \alpha$, 则船渡河所用时间为 $t = \frac{d}{v_1 \sin \alpha}$ 。

显然, 当 $\sin \alpha = 1$ 即 $\alpha = 90^\circ$ 时, $v_{\perp}$ 最大, t 最小, 此时船身垂直于河岸, 船头始终指向正对岸, 但船实际的航向斜向下游, 如图 5-2-8 中乙所示。

由于 $v_1 > v_2$, 所以, 当船的合速度与河岸垂直时, 船的渡河距离最短。

解答: (1) 渡河的最短时间 $t_{\min} = \frac{d}{v_1} = \frac{100}{4} \text{ s} = 25 \text{ s}$

船的位移为 $s = vt = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \cdot t_{\min} = \sqrt{4^2 + 3^2} \times 25 \text{ m} = 125 \text{ m}$
船渡过河时已在正对岸的下游 A 处, 其顺水漂流的位移为

$$x = v_2 t_{\min} = \frac{v_2 d}{v_1} = \frac{3 \times 100}{4} \text{ m} = 75 \text{ m}$$

(2) 设此时船速 v_1 的方向斜向上游, 且与河岸成 θ 角, 如图 5-2-9 所示, 则

$$\cos \theta = \frac{v_2}{v_1} = \frac{3}{4}, \theta = 41^\circ 24'$$

$$\begin{aligned} \text{船的实际速度为 } v_{\text{合}} &= \sqrt{v_1^2 - v_2^2} \\ &= \sqrt{4^2 - 3^2} \text{ m/s} = 7 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\text{故渡河时间 } t' = \frac{d}{v_{\text{合}}} = \frac{100}{7} \text{ s} = \frac{100\sqrt{7}}{7} \text{ s} \approx 38 \text{ s}$$

解题锦囊 (1) 渡河时间最短问题

若要渡河时间最短, 由于水流速度始终沿河道方向, 不可能提供指向河对岸的分速度, 因此只要使船头垂直于河岸航行即可。由图 5-2-10 可知, 此

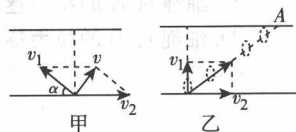


图 5-2-8

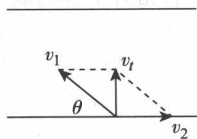


图 5-2-9

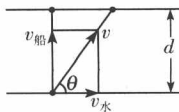


图 5-2-10

指点迷津

渡河问题是运动的合成与分解在实际应用中的典例, 熟练运用平行四边形定则, 准确求解直角三角形是非常重要的。

学习心得
