

目 录

Contents

第五章 曲线运动	员
章前学习指导	员
第一节 曲线运动	圆
第二节 运动的合成和分解	苑
专题一 几种典型的运动的合成和分解问题	猿
第三节 平抛物体的运动	源
第四节 匀速圆周运动	愿
第五节 向心力 向心加速度	愿
第六节 匀速圆周运动的实例分析	苑
专题二 圆周运动的临界问题	怨
专题三 圆周运动的综合问题	源
第七节 离心现象及其应用	愿
实验五 研究平抛物体的运动	苑
第五章 小结	猿
第六章 万有引力定律	苑
章前学习指导	苑
第一节 行星的运动	愿
第二节 万有引力定律	苑
第三节 引力常量的测定	苑
第四节 万有引力定律在天文学上的应用	苑
第五节 人造卫星 宇宙速度	园
专题四 关于人造卫星的几个问题	苑
第六章 小结	苑





目 录

Contents

第七章摇机械能	圆缘
章前学习指导	圆缘
第一节摇功	圆苑
第二节摇功率	圆苑
第三节摇功和能	圆苑
第四节摇动能摇动能定理	圆苑
专题五摇功的几种求法	圆苑
第五节摇重力势能	圆苑
第六节摇机械能守恒定律	圆苑
第七节摇机械能守恒定律的应用	猿猿
专题六摇能的转化与守恒	猿愿
实验六摇验证机械能守恒定律	猿圆
第七章摇小结	猿猿



第五章 曲线运动

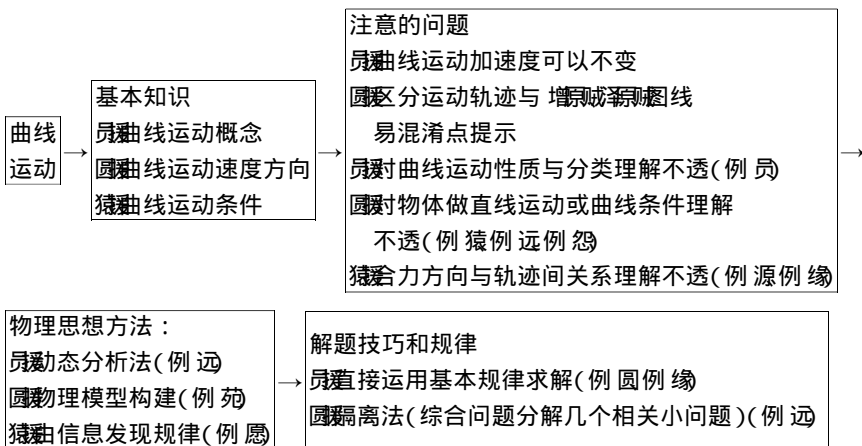
章前学习指导

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,介绍物体做曲线运动的条件、规律及其研究方法——运动的合成与分解。其中,平抛运动是恒力作用下的最简单的匀变速运动;匀速圆周运动是变力作用下的最简单的圆周运动,也是最基本的具有周期性的曲线运动。平抛运动与匀速圆周运动是曲线运动中最典型的理想化运动,是研究曲线运动的基础,其运动规律是本章的重点,也是各类命题考查的热点。再者,运动的分解与合成作为处理曲线运动的基本方法,既是我们学习掌握的重点知识,也是我们学习过程中的难点知识,应引起足够的重视。

通过本章的学习,我们首先应认识到:牛顿运动定律同样适用于曲线运动,是反映物体机械运动的基本定律;其次,应领会到:运动的分解与合成是物理等效思想方法在曲线运动研究过程中的具体应用;另外,要善于结合生活实例感悟不同运动各自特点,对具体问题进行具体分析,要学会将知识在不同运动情况下进行迁移和灵活运用。

第一节摇曲线运动

自助学习导图



教材超级讲解



摇摇新知识点导学

知 识 点 1 曲线运动

定义 物体运动轨迹是曲线的运动叫曲线运动

说明 ①所有物体的运动根据轨迹的不同可以分为两大类:直线运动和曲线运动

②多数物体的运动是曲线运动,例如运动员掷出的铅球、铁饼;发射出去的导弹,宇宙空间中天体的运动;汽车、轮船拐弯时的运动;原子内电子的运动等

③有些物体的运动,在一段时间内观察是直线运动,长时间观察它又是曲线运动,例如火车、汽车

④合理的曲线搭配,比单纯的直线更具美感,在动画片中广泛应用,例如孙悟空连环的曲线运动就深受孩子们喜爱

圆曲线运动的分类

曲线运动据其速度变化特点(速度是否均匀变化即加速度或合外力是否恒定)

第五章 曲线运动.....

可分为匀变速曲线运动和非匀变速曲线运动

曲线运动 { 匀变速曲线运动 : 合外力恒定 (即加速度恒定) 的曲线运动 例如平抛物体的运动
及斜抛物体的运动
非匀变速曲线运动 : 合外力不恒定 (即加速度不恒定) 的曲线运动 例如 匀速圆周运动 , 是非匀变速曲线运动一种典型的特例

易错点提示

有些同学认为匀变速运动一定是直线运动 , 曲线运动一定是变加速运动 , 这样的认识是错误的。实际上 , 匀变速运动的特征是合外力不变 (或加速度不变) , 它可分为匀变速曲线运动和匀变速直线运动两种类型 , 而曲线运动中的匀变速曲线运动加速度是恒定的 , 不是变加速运动 , 曲线运动中的非匀变速曲线运动才是变加速运动

摇摇【例 1】物体受恒定合外力作用 , 则物体可能做 (摇摇)

粤 圆周运动 摇摇 月 匀加速直线运动

悦 匀减速直线运动 摇摇 阅 匀变速曲线运动

摇摇【解析】物体所受合外力恒定 , 即合外力大小和方向都不变 , 则物体的加速度大小和方向都不变 , 故物体做匀变速

运动。因为匀变速运动可分为匀变速直线运动和匀变速曲线运动 , 当物体所受合外力与速度同向时 , 物体做匀加速直线运动 , 当物体所受合外力与速度反向时 , 物体做匀减速直线运动 , 当物体所受合外力方向与速度方向不同线时 , 物体做匀变速曲线运动 , 故 月 阅 项对

【答案】月 阅

解题规律

根据各种类型运动的特征来判断分析

警示误区

本题易漏选 阅 项 , 漏选原因是未理解匀变速曲线运动也是一种匀变速运动 , 它的运动学特征与匀变速直线运动的特征相同 , 即加速度恒定

【同类变式】

摇摇【例 2】关于曲线运动 , 下列判断正确的是 (摇摇)

粤 曲线运动的速度大小可能不变 摇摇 月 曲线运动的速度方向可能不变

悦 曲线运动一定是变速运动

阅 曲线运动可能是匀变速运动

知识点 2 曲线运动的速度方向

曲线运动的速度方向

【观察实验】(员) 用细绳拉着小球在光滑水平面上做圆周运动 , 绳断后小球沿切

线方向飞去,如图 缘圆所示援

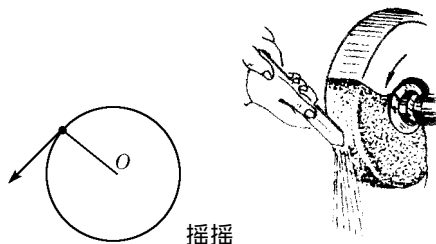


图 缘圆

图 缘圆

(圆)在砂轮上磨刀,刀具与砂轮接触处火星沿砂轮的切线飞出,如图 缘圆所示援
(猿)撑开的带水的雨伞绕伞柄旋转,当水滴沿伞边飞出时,水滴沿着伞边各点所画圆周的切线飞出,如图 缘圆所示援

【实验现象解释】(员)绳断后小球速度方向不再发生变化,由于惯性,绳断后小球做匀速直线运动,沿切线飞出援

(圆)火星是从刀具与砂轮接触处摔落的炽热微粒,由于惯性,它们以被摔落时具有的速度做直线运动,因此,火星沿切线飞出就说明砂轮上跟刀具接触处的质点速度方向沿砂轮边缘的切线方向援

(猿)水滴沿切线飞出说明伞边各点速度方向沿各点所画圆周的切线方向援

【结论】曲线运动中速度的方向是时刻改变的,质点在某一点(或某一时刻)的速度方向是曲线在这一点(或某一时刻)的切线方向援

如图 缘圆所示,质点在 粤点的瞬时速度 增的方向就是曲线在 粤点的切线方向援

说明 ①这里提到的速度是指瞬时速度,即物体在某一位置(或某一时刻)的速度援一般,若无特别说明,提到速度就是指瞬时速度援

②平均速度并不沿轨迹的切线方向,如图 缘圆所示,质点由 粤到 月过程中的平均速度应由 粤指向 月方向援

③这一结论的意义是做曲线运动的物体,经过任一位置或任一时刻瞬时速度的方向总沿轨迹的切线方向,或者说任一位置轨迹的切线方向即为物体该时刻(或该



图 缘圆

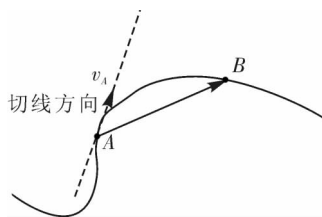


图 缘圆

位置)的瞬时速度方向

易错点提示

不能错误地认为轨迹的切线方向是直线,有两个指向。事实上,轨迹本来就有指向,故每一点的切线方向是指射线方向,如图 5-1-10 所示,弯点的切线方向即射线端方向,所以,在某点轨迹的切线方向、质点在该点的运动方向、质点在该点的速度方向这三种说法指的是同一方向。

曲线运动的性质 曲线运动是变速运动。速度发生改变的方式有两种:①速度方向改变而大小不变;②速度大小和方向都改变。曲线运动中物体的速度方向时刻改变,速度大小可能改变,也可能不变,所以,曲线运动的速度时刻在改变,即曲线运动是变速运动。

易混淆点提示

曲线运动是变速运动是指曲线运动中物体的速度时刻在改变,不能认为曲线运动的物体加速度也一定时刻改变,即认为曲线运动一定是变加速运动。例如,平抛运动就是恒加速度的曲线运动。

【例 2】如图 5-1-11 是一质点从 A 到 G 的轨迹曲线,月悦阅耘云是轨迹上的点,请你画出质点在轨迹各点的瞬时速度方向,作出 A→耘阅云 的位移矢量。

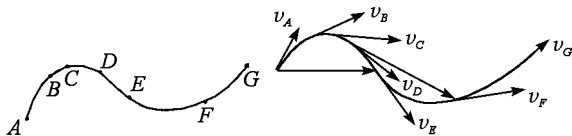


图 5-1-11

图 5-1-12

方法技巧

准确作出各点轨迹的切线,即为质点在各点处的速度方向。

【解析】根据做曲线运动的物体在这一点瞬时速度的方向沿该点轨迹的切线方向,作出 A→耘阅云 各点处轨迹的切线

方向,即为 A→耘阅云 各点的瞬时速度方向;直接连 A 与 耘阅云 并作出箭头,即为 A→耘阅云 的位移矢量。如图 5-1-12 所示。

警示误区

本题必须区别瞬时速度方向与位移方向,它们并不沿同一方向。

【同类变式】

如图 5-1-13 所示,一小木块沿固定的粗糙斜面下滑,运动轨迹为一条曲线,则小木块在轨迹 A 点处所受摩擦力方向为 ()。

粤 沿斜面向下摇摇摇

月 水平向左

悦 竖直向下摇摇摇

阅 沿 粤点轨迹切线的反方向

知 识 点 3 物体做曲线运动的条件

思考并回答下列问题：

(员)如果合外力方向与速度方向在同一直线上,物体将做什么样的运动?(变速直线运动,例如自由落体运动)

(圆)绳拉小球在光滑水平面上做速度大小不变的圆周运动,如图 缘理愿所示,绳子的拉力 裁起什么作用?(改变速度方向)

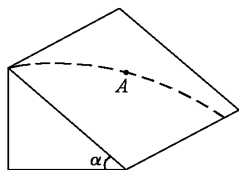
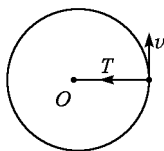


图 缘理愿



摇摇

图 缘理愿

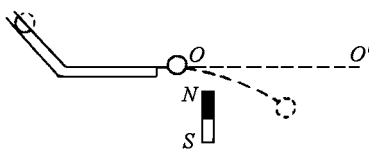


图 缘理愿

(猿)演示实验如图 缘理愿所示,在某外力作用下,让小铁球从斜槽上滚下,小球将沿直线 韵的运动援然后在垂直 韵的方向上放条形磁铁,使小球再从斜槽上滚下,小球将偏离原方向做曲线运动援例如让小球从桌面上滚下,离开桌面后做曲线运动,如图 缘理愿所示援

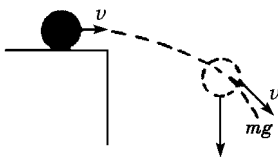


图 缘理愿

(源)观察实验后可概括总结如下结论：

①与速度同向的力改变速度大小；

②垂直速度的力改变速度的方向；

③不平行也不垂直速度的外力,同时改变速度的大小和方向；

④物体做曲线运动的条件:合外力方向与速度方向不在同一直线上时,物体做曲线运动援

归纳总结可得出：

■物体做直线运动的条件:合外力方向(或加速度方向)跟物体速度方向在同一直线上,物体就做直线运动援

■物体做曲线运动的条件:合外力方向(或加速度方向)跟物体速度方向不在同一直线上,物体就做曲线运动援

易混淆点提示

物体做直线运动还是曲线运动的判断依据是 $\vec{v}_0$ 与 $\vec{a}$ 是否同线,在判断时不能受其他因素的干扰,比如物体所受力是恒力还是变力,物体是否做匀变速运动的判断依据是 $\vec{a}$ 是否恒定,在判断时不能受其他因素的干扰,比如 $\vec{v}_0$ 与 $\vec{a}$ 是否同线。学习时应注意两者的区别,不能混淆。

理论解释 物体做曲线运动的条件。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。当运动物体所受合外力的方向跟物体的速度方向在同一条直线上(同向或反向)时,物体做直线运动;当合外力的方向跟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。若合外力为恒力,物体就做匀变速曲线运动。总之,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直线上。

【例3】关于做曲线运动物体的速度和加速度,下列说法正确的是 (摇摇)

- 粤 做曲线运动物体的速度方向不断改变,其加速度方向也不断改变
- 月 做曲线运动物体的速度方向不断改变,其加速度肯定不为零,而且加速度方向与速度方向成一定的夹角
- 悦 做曲线运动物体的加速度(矢量)可以不变,即加速度的大小和方向可以恒定不变
- 阅 做曲线运动物体的加速度(矢量)不可能恒定不变,即物体不可能做匀变速曲线运动

解析 物体做曲线运动的条件是:物体所受合外力的方向跟物体的速度方向不在同一直线上,可知物体的加速度方向跟速度方向也不在同一条直线上,因为加速度的方向总是跟合外力方向相同,所以做曲线运动物体加速度与速度不在一条直线上,故月项对。

速度方向改变,加速度方向不一定变,平抛与斜抛物体运动中只受重力作用,其加速度就是重力加速度,大小、方向都不变,它们的运动都是匀变速曲线运动。故粤、阅项错,悦项对。

【答案】悦

方法技巧

紧扣物体做曲线运动的条件: $\vec{v}_0$ (或 $\vec{v}$) 与 $\vec{a}$ 不在一条直线上,不要受其他条件干扰。

特别提示

做曲线运动的物体所受合外力(或加速度)可以是恒定的,也可以是变化的(大小和方向),只要合外力(或加速度)方向与物体的速度方向不在一条直线上即可援

【同类变式】

猿摇一个质点受两个互成锐角的力 F_1 和 F_2 的作用,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' ,则质点此后 (摇摇)

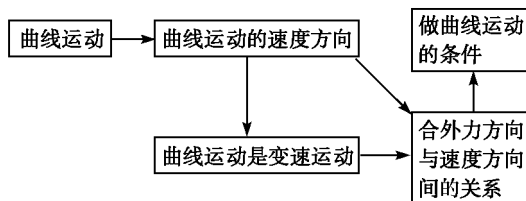
粤一定做匀变速曲线运动摇摇摇摇摇摇月可能做匀速直线运动

悦可能做变加速曲线运动摇摇摇摇摇摇阅做匀变速直线运动

摇摇新知识点内在联系

本节从曲线运动的概念开始,探讨了曲线运动的速度方向,并根据曲线运动的方向得出曲线运动是变速运动,变速运动必然受合外力,即有加速度,然后根据合外力方向(加速度方向)与速度方向间关系得出物体做曲线运动的条件援

用结构图表示如下:

**疑难解析**

怎样理解曲线运动中的物体所受合外力的作用效果呢?



设质点按图 缘圆所示在 贼时刻位于 粤点,经 Δt 位于 月点,它在 粤点和 月点的瞬时速度分别用 v_1 和 v_2 表示,那么,在 Δt 内质点的平均加速度 $\bar{a}$ 应表示为:

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

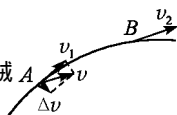


图 缘圆

式中 Δv 是速度的变化量, $\bar{a}$ 的方向与 Δv 的方向相同,按照矢量运算法则(平行四边形定则), Δv 的方向如图中方向,即 $\bar{a}$ 的方向指向曲线凹的一侧援当 Δt 足够小趋于零时,平均加速度 $\bar{a}$ 无限接近于质点在 粤点的瞬时加速度 a ,它的方向与足够小的 Δv 方向相同,也指向曲线的凹侧援由牛顿第二定律可知,质点所受合外力的方向与其

加速度方向相同,总指向曲线的凹侧

把加速度和合外力云都分解在沿曲线切线和沿法线(与切线垂直)方向上,如图缘理题图所示

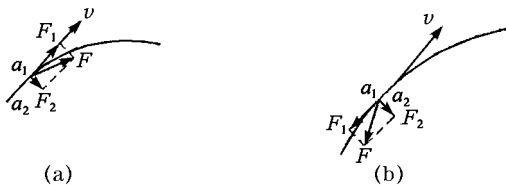


图 缘理题图

沿切线方向的分力云产生切线方向的加速度云,当云与增同向时,速率增大,如图缘理题图中(葬)所示;当云与增反向时,速度减小,如图缘理题图中(遭)所示。如果物体做曲线运动的速率不变,说明云越园,即云越园,此时的合外力方向一定与速度方向垂直。

沿法线方向的分力云产生的法线方向上的加速度云改变了速度的方向。由于曲线运动的速度方向时刻在改变,合外力的这一作用效果对任何曲线运动总是存在的。

可见,在曲线运动中合外力的作用,首先是产生云以改变速度的方向,对于变速率曲线运动,合外力不仅要改变速度的方向,同时还要产生云以改变速度的大小。后面我们将要学习的平抛运动中重力的作用就是如此。

【例4】关于合外力对物体速度的影响,下列说法正确的是 (摇摇)

- 粤 如果合外力方向总跟速度方向垂直,则物体的速度大小不会改变,而物体的速度方向会改变
- 月 如果合外力方向跟速度方向成锐角,则物体的速率将增大,方向也会发生变化
- 悦 如果合外力方向跟速度方向成钝角,则物体的速率将减小,方向也会发生变化
- 阅 如果合外力方向跟速度方向在同一直线上,则物体的速度方向不改变,只是速率发生变化

【解析】合外力是否改变速度大小,取决于合外力在速度方向上的分力情况。如果分力与速度同方向,则加速度与速度同方向,速率将增大;如果分力与速度反方向,则加速度与速度反方向,速率将减小;合外力与速度方向垂直,则在速度方向上的分力为零(加速度也为零),速率不变。故选选项 粤 月 悦 都正确。

合外力方向跟速度方向在同一直线上,有两种情况:

- ①同方向,则合外力只改变速度大小,不改变速度方向;
- ②反方向,则合外力不仅改变速度大小,还要改变速度方向。合外力先使物体的速率

方法技巧

正确理解合外力在垂直于速度方向和与速度同一直线方向上两分力的作用效果。

不断减小,当速率减为零时,速度方向立即反向,随后速率再逐渐增大。可见,选项 阅是错误的。

【答案】粤、悦



做曲线运动的物体所受合外力的方向与轨迹凹凸侧间有何关系?



做曲线运动的物体所受合外力的方向总指向轨迹凹侧,即指向曲线的弯曲方向。如图 缘圆理圆葬所示,用轻绳拉着小球在光滑水平面上做匀速圆周运动,小球所受合外力指向轨迹曲线的凹侧;如图 缘圆理圆遭所示,平抛出去的小球所受合外力(即重力)指向轨迹曲线的凹侧;如图 缘圆理圆糟所示,前面实验中,小球轨迹曲线向受力方向弯曲;如图 缘圆理圆凿所示,月球绕地球运动轨迹向月球受地球引力方向弯曲。大量实例都表明:做曲线运动的物体所受合外力方向总指向轨迹凹侧,即指向曲线的弯曲方向。

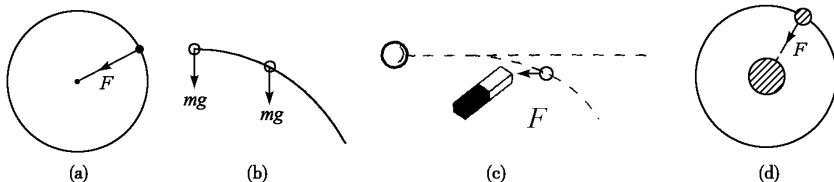


图 缘圆理圆

具体证明请看疑难解析的第一部分。

警示误区

速度矢量、轨迹曲线、力的示意图三条线的分布只能是图 缘圆理圆中(葬)、(遭)、(糟)所示。由图可得出:轨迹曲线必夹在速度矢量和力的示意图二者之间。(葬)图所示情况下,速率正在增大;(遭)图所示情况下,速度大小时刻不变;(糟)图所示情况下,速率正在减小。(凿)、(圆)两图轨迹曲线不是夹在速度矢量和力的示意图之间,是错误的。

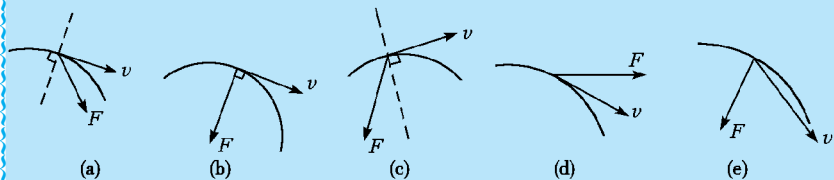


图 缘圆理圆

【例5】如图 5-1-10 所示,物体在恒力 F 作用下沿曲线由 A 运动到 B ,这时突然使它所受的力反向而大小不变(即由 F 变为 $-F$),在此力作用下,物体以后的运动情况,下列说法中正确的是 (摇摇)

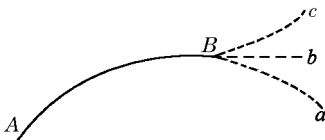


图 5-1-10

粤 物体可能沿曲线 Ba 运动

月 物体可能沿直线 Bb 运动

摇摇悦 物体可能沿曲线 Bc 运动

阅 物体可能沿原曲线由 B 返回 A

【解析】物体做曲线运动时,其合外力的方向一定在曲线弯曲的那一侧,由此可以判断 F 的方向是指向曲线 AB 的内侧,当物体运动到 B 点后,力 F 的方向反向后,则物体的轨迹应指向刚才弯曲的另一侧,由图 5-1-10 可知,应是 Bc 段,因为 Bc 段的曲线弯曲的方向与 AB 段弯曲的方向是相反的,也就意味着力的方向反向,故悦选项正确援

【答案】悦

方法技巧

根据力的图示(方向向上)和速度矢量(方向沿直线 Bb)两者必夹轨迹曲线也可得悦选项正确援

特别提示

本题考查的就是做曲线运动的物体受到的力与轨迹间的关系援这里必须明确的一点是:做曲线运动的物体,其所受的合外力一定指向轨迹弯曲的那一侧援因为力使物体速度的方向改变,则物体的速度方向必定向力的方向弯曲,这一基本点在以后的轨迹与力的关系的分析中是很重要的援

拓展探究

摇摇一、综合拓展

物体做直线或曲线运动的条件可以与力的合成和分解、物体的平衡、运动学等知识结合起来形成综合题,求解时应能把相关问题区分甄别出来,即把综合问题分解成子问题,然后根据相关知识和规律求解援

【例6】质量为 m 的小球在重力和恒力 F (未知)作用下由静止开始运动援若小球运动轨迹为一曲线,该曲线与竖直方向夹角为 θ ($\frac{\pi}{4} < \theta < \frac{\pi}{2}$),如图 5-1-11 所示,求恒力 F 的取值范围援



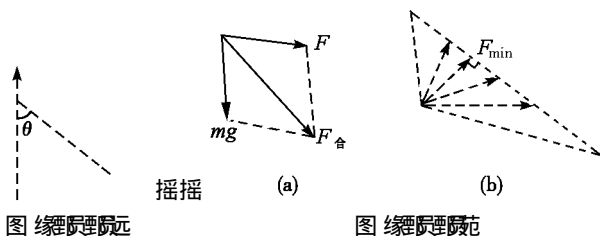


图 1-10

图 1-10

【解析】小球运动轨迹是一条直线,则重力与恒力云的合力必沿轨迹直线,画出重力与恒力云合成合力的图示

分析两分力皂早云及合力云合的特点可得:皂早大小、方向一定,云合方向一定,结合力的合成分解知识,矢量三角形中一力大小、方向一定,另一力方向一定,第三力在与方向一定的力垂直时有最小值,得到恒力云的最小值云_{min},再画出动态图,可得云的最大值为无穷大

【答案】云的取值范围为 $\text{皂早}_{\text{min}} \leq \text{云} < \infty$

解题规律

本题实际上有两个子问题,一是小球做直线运动应满足什么条件,二是正确画出力的矢量动态图

警示误区

不能错误地认为本题中小球是做匀速运动,从而根据力的平衡得云与皂早等大反向,根据题意,小球只可能是做匀加速运动

二、应用拓展

【例 7】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得的导弹飞行的数据,用计算机准确计算出导弹飞行的速度及飞行轨迹等参数,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碰,在未达到打击目标前在空中爆炸

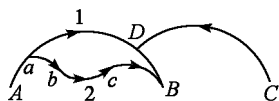


图 1-11

现从悦地发射拦截导弹,它在轨迹员的阅处拦截,即可保护月目标不被打击

现在已研究出防拦截导弹,它的轨迹已不是普通导弹发射后那样形成的弧形弹道曲线,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,假如图中轨迹圆是一颗防拦截导弹的运行轨迹,运行中在葬遭槽二点分别进行点火,使导弹受力改变运动方向,请问:在遭点点火时,导弹将受到方向摇摇摇摇的合力作用

第五章 曲线运动

摇摇摇摇摇摇根据题目材料可
摇总结出 拦截导弹的方法是使拦截导弹
与攻击导弹在两导弹轨迹相交处同时到达 ,从而
摇摇保护目标 ,防拦截导弹的方法是攻击导弹在运行
过程中通过点火改变合力 ,从而改变导弹轨迹 那
摇摇么合力方向与轨迹曲线间关系就是本题
摇摇摇摇考查的知识点援



摇摇摇摇物体做曲线运动时 ,所受合力方向应指
向轨迹曲线弯曲方向 ,所以 遭点火时 ,导弹将受
摇摇摇摇到向上的合力作用援

摇摇摇摇在 遭点火时 ,导弹受到的向上的合力
摇摇是点火的推力与重力、空气阻力的合力援



摇摇摇摇我们在解决与实际相结合的物理问题
时 ,首先要把握题中材料的信息 ,抓住所涉及的实质
问题 ,把物理问题抽象出来 ,并建立合适的物理
摇摇摇摇模型 ,然后利用对应的规律求解援

摇摇三、考试技巧

【例 8】在轨道交通(铁路、地下铁道、铁轨等)中 ,两条正交或斜交的轨道(即转弯处)都用特制的圆弧轨道连接(也叫吻接)援在图 缘圆甲(遭)中两条正交的轨道员和圆用一段和两条轨道都相切的张角为 90° 的圆弧轨道连接 ,如图 缘圆甲(遭)所示 ;在图 缘圆甲(糟)中两条斜交的轨道员和圆成 60° 角 ,用一段与两条轨道都相切张角为 60° 的圆弧轨道连接 ,如图 缘圆甲(凿)所示援①说明不在一条直线上的铁轨吻接起什么作用?不吻接行吗?②如图 缘圆乙中两条轨道员和圆成 60° 角 ,试在图中画出这两条轨道的吻接图援

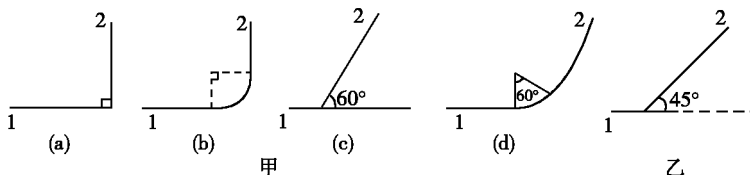


图 1-10

【解析】物体在做曲线运动时,速度方向一般是逐渐变化的,而不是突变。转弯处的轨道要进行吻接,就是要保障在轨道上运行的车辆速度方向逐渐连续变化,避免因突变而脱轨。图 1-10 所示两条轨道吻接如图 1-11 所示。



图 1-11

特别提示

本题第一问应根据做曲线运动的物体速度方向连续逐渐变化来求解,第二问应从图 1-10 甲中信息得出两轨道间夹角(锐角)为多大,则吻接图的圆心角则为多大,然后正确画图。

【例 1】如图 1-12 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,探测器以恒定速率 v_0 向正 x 方向平移。

(1) 单独分别开动 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 , 探测器将分别做什么运动?

(2) 同时开动 P_1 与 P_3 , 探测器将做什么运动?

(3) 若四个发动机能产生相同的推力,同时开动时探测器将做什么运动?

(4) 开动 P_1 与开动 P_3 , 探测器的运动有何不同?

【解析】(1) 单独开 P_1 时,力沿 x 轴正方向,故做匀加速直线运动;单独开 P_2 时,力沿 y 轴正方向,故做匀加速直线运动;单独开 P_3 或 P_4 时,力沿 x 轴负方向,故做匀减速直线运动。(2) 同时开动 P_1 与 P_3 , 探测器做匀变速曲线运动。(3) 若四个发动机能产生相同的推力,同时开动四个发动机,则做匀速直线运动。(4) 开动 P_1 时,探测器在坐标系中第一象限做匀变速曲线运动;而开动 P_3 时,在第四象限做匀变速曲线运动。

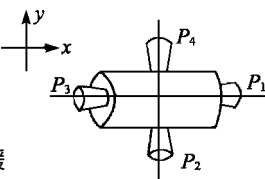


图 1-12

特别提示

本题是高考题的同类变式,以运动与力的关系为载体,展示空间探测器的示意图,考查学生对物体做直线运动或曲线运动条件的理解能力,以及综合分析判断能力。明确不同情景下开启不同喷气发动机时,空间探测器受力(或合力)方向是切入的关键。

新课标原创题

如图 5-1-1 所示,抛出的石子做曲线运动,试在图中画出石子沿这条曲线运动经过 A、B、C、D 各点时的速度方向和所受力的图示(不计空气阻力),分析物体的受力情况及合力与速度方向的夹角随时间变化的关系。

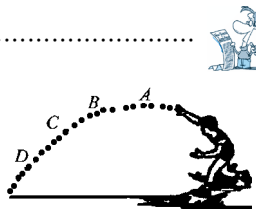


图 5-1-1

小时候同学们都玩过打“水漂”的游戏,我们在水面上看到如图 5-1-2 所示的小石片的运动,试分析说明其轨迹是曲线的原因。

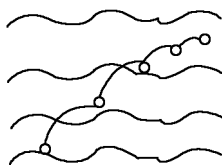


图 5-1-2

将一根细绳的中点拴紧在一个铝锅盖的中心圆钮上,再将两侧的绳并拢按顺时针(或逆时针)方向在圆钮上绕若干圈,然后使绳的两端分别从左右侧引出,将锅盖放在水平桌面上,圆钮与桌面接触,往锅盖内倒入少量水,再双手用力拉绳子的两端(或两个人分别用力拉绳的一端),使锅盖转起来,观察有什么现象发生,并解释为什么会发生这种现象。