

第 03 讲 力与曲线运动

目录

考点一 曲线运动的概念 运动的合成与分解.....4	考点三 抛体运动的规律及应用.....10
■ 真题研析·规律探寻.....4	■ 真题研析·规律探寻.....10
■ 核心提炼·考向探究.....4	■ 核心提炼·考向探究.....13
1.曲线运动条件及特点.....4	1.平抛运动的规律及推论.....13
2.两个互成角度的直线运动的合运动性质的判断.....5	2.平抛运动与各种面结合问题.....13
■ 题型特训·命题预测.....5	3.平抛运动的临界问题.....15
考点二 小船渡河 牵连速度.....7	4.斜抛运动及解题思路.....15
■ 真题研析·规律探寻.....7	■ 题型特训·命题预测.....16
■ 核心提炼·考向探究.....7	考点四 圆周运动的规律及应用.....20
1.小船渡河问题.....7	■ 真题研析·规律探寻.....20
2.牵连速度.....8	■ 核心提炼·考向探究.....22
■ 题型特训·命题预测.....8	1.水平面内圆周运动的动力学问题.....22
	2.竖直平面内圆周运动问题的解题思路.....22
	3.绳子模型与轻杆模型对比.....23
	4.圆周运动几种常见的临界条件.....23
	5.常见的传动方式及特点.....24
	■ 题型特训·命题预测.....24

考情分析

考点要求	考题统计
曲线运动的概念 运动的合成与分解	曲线运动: 2023·全国乙卷·2、2023·浙江6月选考·4、2023·辽宁卷·1、2021·湖南卷·9、2020·北京卷·14 运动的合成与分解: 2023·全国甲卷·11、2023·江苏卷·10、2022·湖北卷·15、2021·广东卷·4、2021·辽宁卷·1
小船渡河 牵连速度	小船渡河: 2021·辽宁·高考真题
抛体运动的规律及应用	抛体运动: 2020·海南卷·11 平抛运动基本规律及推论: 2023·全国甲卷·1、2023·全国甲卷·11、2023·浙江6月选考·3、2023·全国新课标卷·11、2023·湖南卷·2、2023·湖北卷·14、2023·广东卷·15、2022·全国甲卷·11、2022·北京卷·17、2022·广东卷·3、2022·广东卷·6、2022·湖南卷·10、2022·湖北卷·14、2022·重庆卷·14、2022·河北卷·10、2021·北京卷·17、2021·广东卷·9、2021·湖南卷·14、2021·河北卷·2、2021·山东卷·11、2021·山东卷·16 斜抛运动: 2023·山东卷·15、2023·江苏卷·15、2023·湖南卷·2、2022·山东卷·11、2021·江苏卷·9
圆周运动的规律及应用	圆周运动的概念和性质: 2021·山东卷·3 周期与转速: 2023·全国甲卷·4、2023·浙江1月选考·10、2022·浙江6月选考·22、2021·全国甲卷·2 向心加速度: 2022·浙江6月选考·2、2021·全国甲卷·2、2022·上海卷·6、2021·广东卷·4 向心力: 2023·全国甲卷·4、2023·浙江6月选考·8、2023·北京卷·10、2022·江苏卷·14、2022·重庆卷·9 圆周运动规律及其应用: 2023·浙江1月选考·20、2023·江苏卷·13、2023·湖南卷·8、2023·湖北卷·14、2023·海南卷·18、2023·广东卷·8、2023·北京卷·18、2022·浙江6月选考·15、2022·浙江1月选考·21、2022·全国甲卷·1、2022·北京卷·8、2022·福建卷·13、2022·辽宁卷·13、2022·山东卷·8、2021·北京卷·10、2021·北京卷·20、2021·江苏卷·14、2021·河北卷·9 传动问题: 2022·浙江1月选考·5、2022·浙江1月选考·7

考情分析	【命题规律及方法指导】
	<p>1.命题重点考查平抛运动、圆周运动等运动特点和动力学规律</p> <p>2.常用方法:运动的合成与分解(小船过河、抛体运动);牛顿运动定律(分析圆周运动的瞬时问题);动能定理(分析竖直平面内圆周运动的过程问题);模型(数值平面内圆周运动的轻绳、轻杆模型在最高点的临界问题);多过程问题分析方法.</p> <p>3.常考题型:选择题,计算题.</p>
	【命题预测】
	本专题属于热点内容;

高考命题以选择题或计算题的形式出现，可能单独考察某一种运动形式，也可能是多个运动的集合的多过程运动(平抛运动+圆周运动，多个圆周运动，斜面+平抛运动+圆周运动等)，再与功能关系、牛顿运动定律结合进行考察。

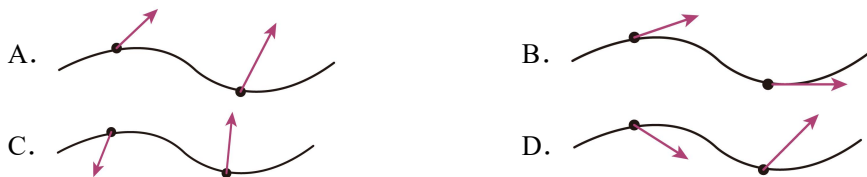
知识建构



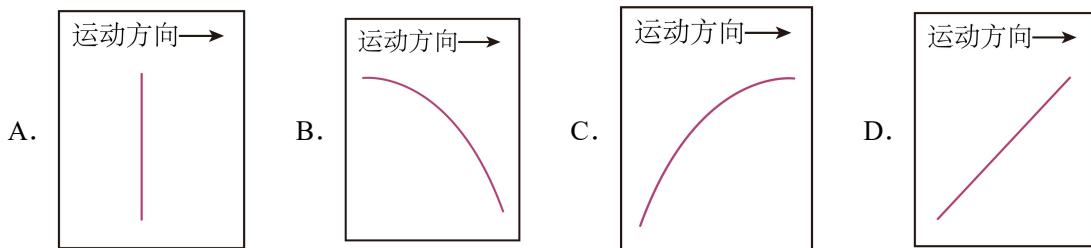
考点一 曲线运动的概念 运动的合成与分解

真题研析·规律探寻

1. (2023·全国·高考真题) 小车在水平地面上沿轨道从左向右运动, 动能一直增加。如果用带箭头的线段表示小车在轨道上相应位置处所受合力, 下列四幅图可能正确的是 ()



2. (2023·江苏·高考真题) 达·芬奇的手稿中描述了这样一个实验: 一个罐子在空中沿水平直线向右做匀加速运动, 沿途连续漏出沙子。若不计空气阻力, 则下列图中能反映空中沙子排列的几何图形是 ()



核心提炼·考向探究

1. 曲线运动条件及特点

1) 物体作曲线运动的条件:

①运动学角度: 运动质点的加速度方向跟它的速度方向不在同一直线.

①动力学角度: 运动质点所受的合外力的方向跟它的速度方向不在同一直线.

2) 曲线运动的特点: 一定是变速运动(质点在某一点的速度方向, 沿曲线在这一点切线方向, 速度方向时刻在变)

3) 曲线运动的分类:

①a 恒定: 匀变速曲线运动, 如平抛运动;

②a 变化: 非匀变速曲线运动, 如圆周运动.

4) 曲线运动中速度方向、合力方向与运动轨迹之间的关系

①速度方向与运动轨迹相切;

②合力方向指向曲线的“凹”侧;

③运动轨迹一定夹在速度方向和合力方向之间.

【技巧点拨】 曲线运动的四大特点

①运动学特点: 由于做曲线运动的物体的瞬时速度方向沿曲线上物体位置的切线方向, 所以做曲线

运动的物体的速度方向时刻发生变化,即曲线运动一定为变速运动.

②动力学特征:由于做曲线运动的物体的速度时刻变化,说明物体具有加速度,根据牛顿第二定律可知,物体所受合外力一定不为零且和速度方向始终不在一条直线上(曲线运动条件).合外力在垂直于速度方向上的分力改变物体速度的方向,合外力在沿速度方向上的分力改变物体速度的大小.

③轨迹特征:曲线运动的轨迹始终夹在合力方向与速度方向之间,而且向合力的一侧弯曲,或者说合力的方向总指向曲线的凹侧.轨迹只能平滑变化,不会出现折线.若已知物体的运动轨迹,可判断出物体所受合外力的大致方向,如平抛运动的轨迹向下弯曲,圆周运动的轨迹总向圆心弯曲等.

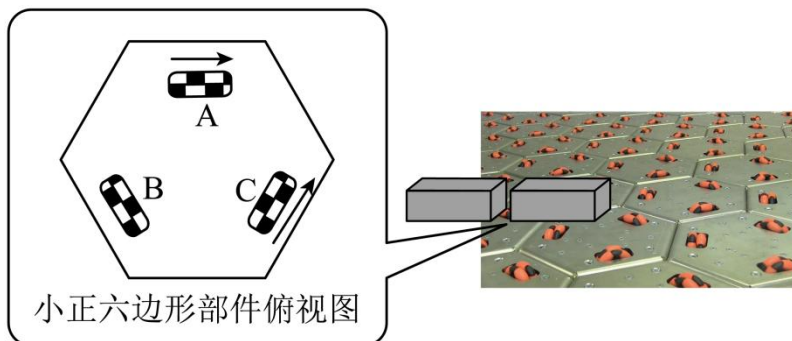
④能量特征:若物体所受的合外力始终和物体的速度垂直,则合外力对物体不做功,物体的动能不变;若合外力不与物体的速度方向垂直,则合外力对物体做功,物体的动能发生变化.

2.两个互成角度的直线运动的合运动性质的判断

两个互成角度的分运动	合运动
两个匀速直线运动	匀速直线运动
两个初速度为零的匀加速直线运动	匀加速直线运动
两个初速度不为零的匀变速直线运动	如果 $v_{\text{合}}$ 与 $a_{\text{合}}$ 共线,为匀变速直线运动
	如果 $v_{\text{合}}$ 与 $a_{\text{合}}$ 不共线,为匀变速曲线运动
一个匀速直线运动和一个匀变速直线运动	如果 $v_{\text{合}}$ 与 $a_{\text{合}}$ 共线,为匀变速直线运动
	如果 $v_{\text{合}}$ 与 $a_{\text{合}}$ 不共线,为匀变速曲线运动

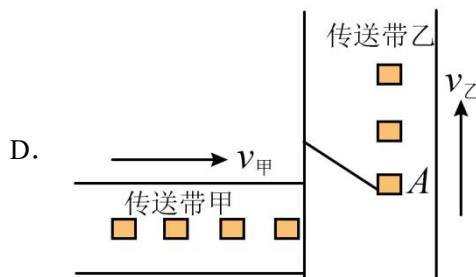
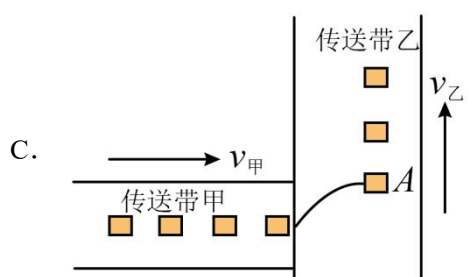
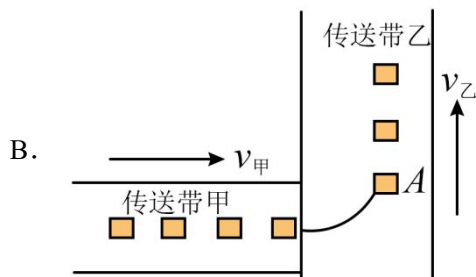
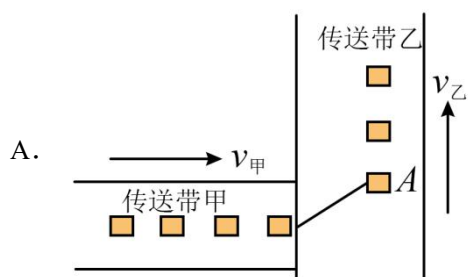
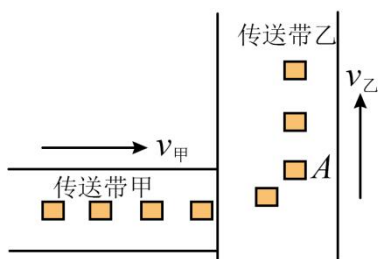
题型特训·命题预测

1. 下图为自动控制货品运动的智能传送带,其奥秘在于面板上蜂窝状的小正六边形部件,每个部件上有三个导向轮 A、B、C,在单个方向轮子的作用下,货品可获得与导向轮同向的速度 v ,若此时仅控制 A、C 两个方向的轮子同时按图示箭头方向等速转动,则货品获得的速度大小为 ()



- A. v B. $\sqrt{2}v$ C. $\sqrt{3}v$ D. $2v$
2. (2023·湖北武汉·华中师大一附中校考三模) 如图所示,生产车间有两个完全相同的水平传送带甲和乙,它们相互垂直且等高,正常工作时都匀速运动,速度大小分别为 $v_{\text{甲}}$ 、 $v_{\text{乙}}$,将工件(视为质点)轻放到传带

甲上，工件离开传送带甲前已经与传送带甲的速度相同，并平稳地传送到传送带乙上，且不会从传送带乙的右侧掉落。两传送带正常工作时，对其中一个工件 A 在传送带乙上留下的痕迹，下图中可能正确的是 ()



考点二 小船渡河 牵连速度

真题研析·规律探寻

1. (2021·辽宁·高考真题) 1935年5月,红军为突破“围剿”决定强渡大渡河。首支共产党员突击队冒着枪林弹雨依托仅有的一条小木船坚决强突。若河面宽300m,水流速度3m/s,木船相对静水速度1m/s,则突击队渡河所需的最短时间为()

- A. 75s B. 95s
C. 100s D. 300s

核心提炼·考向探究

1.小船渡河问题

1)解决这类问题的关键:正确区分船的分运动和合运动.船的航行方向也就是船头指向,是分运动;船的运动方向也就是船的实际运动方向,是合运动,一般情况下与船头指向不一致.

2)运动分解的基本方法:按实际效果分解,一般用平行四边形定则沿水流方向和船头指向进行分解.

模型解读	分运动 1	分运动 2	合运动
运动	船相对于静水的划行运动	船随水漂流的运动	船的实际运动
速度本质	发动机给船的速度 v_1	水流给船的速度 v_2	船相对于岸的速度 v
速度方向	沿船头指向	沿水流方向	合速度方向,轨迹(切线)方向
渡河时间	①渡河时间只与船垂直于河岸方向的分速度有关,与水流速度无关 ②渡河时间最短:船头正对河岸时,渡河时间最短, $t_{\min} = \frac{d}{v_1} \quad (d \text{ 为河宽})$		
渡河位移	①若 $v_{\text{船}} > v_{\text{水}}$, 当船头方向与上游河岸夹角 θ 满足 $v_{\text{船}} \cos \theta = v_{\text{水}}$ 时, 合速度垂直河岸, 渡河位移最短, 且 $x_{\min} = d$ ②若 $v_{\text{船}} < v_{\text{水}}$, 合速度不可能垂直于河岸, 无法垂直渡河. 当船头方向(即 $v_{\text{船}}$ 方向)与合速度方向垂直时, 渡河位移最短, 且 $x_{\min} = \frac{d}{\cos \theta} = \frac{dv_{\text{水}}}{v_{\text{船}}}$		

2. 牵连速度

1) **定义**: 两物体通过**不可伸长的轻绳(杆)**相连, 当两物体都发生运动, 且物体运动的方向不在绳(杆)的直线上, 两物体的速度是关联的.

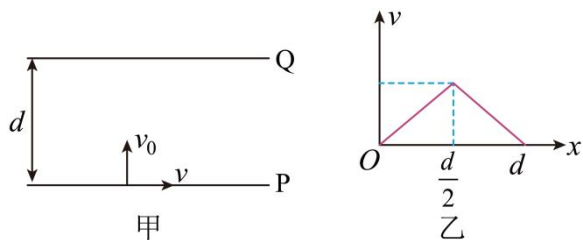
2) **处理关联速度问题的方法**: 首先认清哪个是合速度、哪个是分速度. 物体的**实际速度一定是合速度**, 把物体的实际速度分解为**垂直于绳(杆)**和**平行于绳(杆)**两个分速度, 根据**沿绳(杆)方向的分速度大小相等**求解.

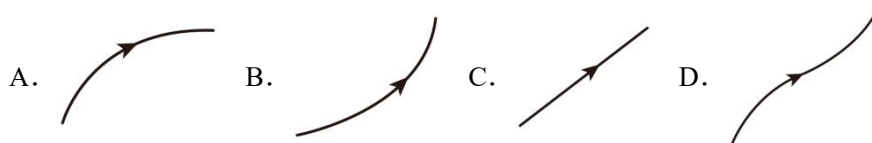
3) 常见的速度分解模型

情景图示	定量结论
	$v = v_{\text{物}} \cos \theta$
	$v_{\text{物}'} = v_{//} = v_{\text{物}} \cos \theta$
	$v_{//} = v_{//}'$ 即 $v_{\text{物}} \cos \theta = v_{\text{物}'} \cos \alpha$
	$v_{//} = v_{//}'$ 即 $v_{\text{物}} \cos \alpha = v_{\text{物}'} \cos \beta$

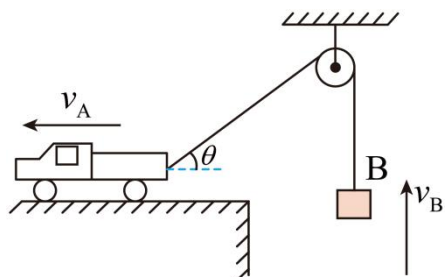
题型特训 · 命题预测

1. (23-24 上·河南·模拟预测) 如图甲所示, 一条小河宽度为 d , 两河岸 P 、 Q 平行, 一小船以恒定速度 v_0 从河岸 P 出发, 船头总保持与河岸 P 垂直, 河水速度 v 与离河岸 P 的距离 x 的关系图像如图乙所示, 则小船在小河中运动的轨迹可能正确的是 ()





2. (2023·湖南·统考模拟预测) 如图所示, 在不计滑轮摩擦和绳子质量的条件下, 小车 A 在水平外力作用下沿水平地面向左做直线运动, 绳子跨过定滑轮拉着物体 B 以速度 v_B 竖直匀速上升, 下列判断正确的是()



- A. 小车 A 做减速直线运动
- B. 绳子拉力大于物体 B 的重力
- C. 小车 A 的速度大小可表示为 $v_B \cos \theta$
- D. 小车 A 受到地面的支持力逐渐变小

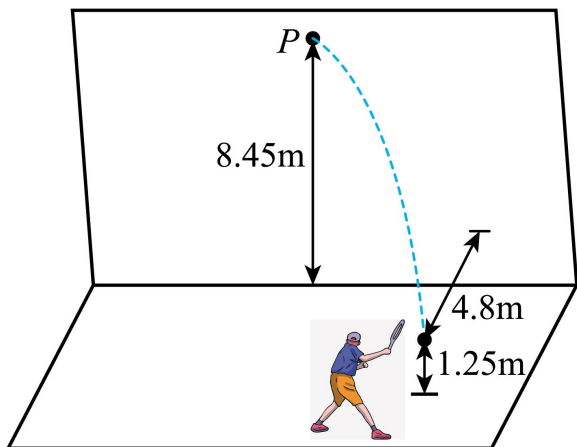
考点三 抛体运动的规律及应用

真题研析·规律探寻

1. (2023·全国·高考真题) 一同学将铅球水平推出, 不计空气阻力和转动的影响, 铅球在平抛运动过程中 ()

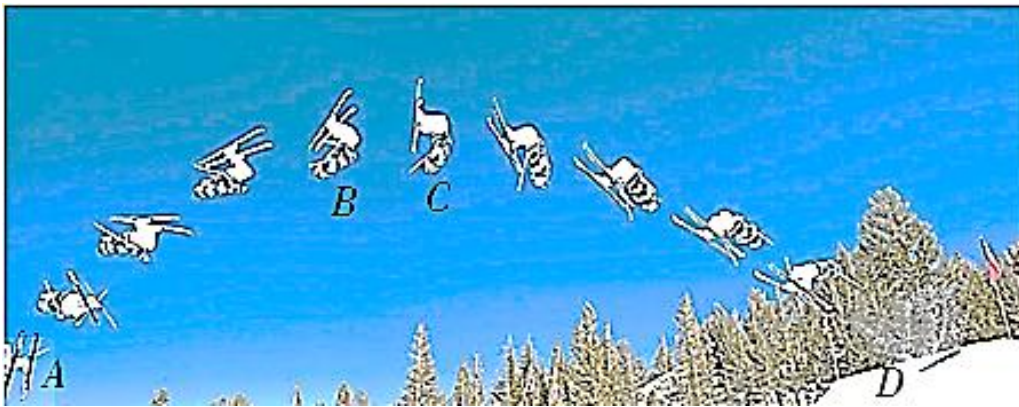
A. 机械能一直增加 B. 加速度保持不变 C. 速度大小保持不变 D. 被推出后瞬间动能最大

2. (2022·山东·高考真题) (多选) 如图所示, 某同学将离地1.25m的网球以13m/s的速度斜向上击出, 击球点到竖直墙壁的距离4.8m。当网球竖直分速度为零时, 击中墙壁上离地高度为8.45m的P点。网球与墙壁碰撞后, 垂直墙面速度分量大小变为碰前的0.75倍。平行墙面的速度分量不变。重力加速度 g 取 10m/s^2 , 网球碰墙后的速度大小 v 和着地点到墙壁的距离 d 分别为 ()



A. $v = 5\text{m/s}$ B. $v = 3\sqrt{2}\text{m/s}$ C. $d = 3.6\text{m}$ D. $d = 3.9\text{m}$

3. (2022·浙江·高考真题) 某一滑雪运动员从滑道滑出并在空中翻转时经多次曝光得到的照片如图所示, 每次曝光的时间间隔相等。若运动员的重心轨迹与同速度不计阻力的斜抛小球轨迹重合, A、B、C和D表示重心位置, 且A和D处于同一水平高度。下列说法正确的是 ()



A. 相邻位置运动员重心的速度变化相同 B. 运动员在A、D位置时重心的速度相同
C. 运动员从A到B和从C到D的时间相同 D. 运动员重心位置的最高点位于B和C中间

4. (2023·湖南·高考真题) 如图 (a)，我国某些农村地区人们用手抛撒谷粒进行水稻播种。某次抛出的谷粒中有两颗的运动轨迹如图 (b) 所示，其轨迹在同一竖直平面内，抛出点均为 O ，且轨迹交于 P 点，抛出时谷粒 1 和谷粒 2 的初速度分别为 v_1 和 v_2 ，其中 v_1 方向水平， v_2 方向斜向上。忽略空气阻力，关于两谷粒在空中的运动，下列说法正确的是 ()



图 (a)

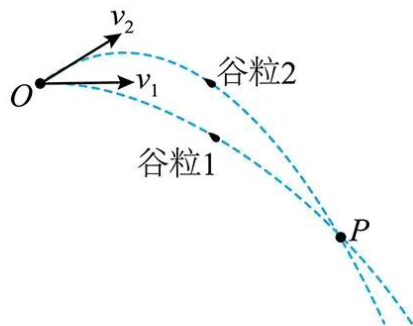
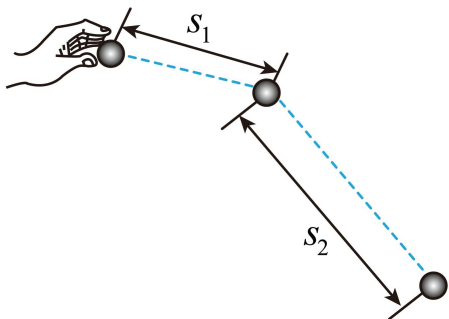


图 (b)

- A. 谷粒 1 的加速度小于谷粒 2 的加速度 B. 谷粒 2 在最高点的速度小于 v_1
 C. 两谷粒从 O 到 P 的运动时间相等 D. 两谷粒从 O 到 P 的平均速度相等

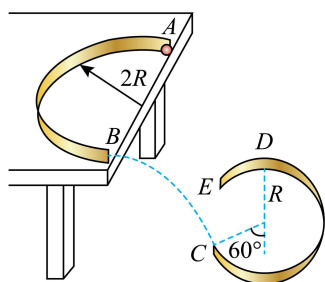
5. (2022·全国·高考真题) 将一小球水平抛出，使用频闪仪和照相机对运动的小球进行拍摄，频闪仪每隔 0.05s 发出一次闪光。某次拍摄时，小球在抛出瞬间频闪仪恰好闪光，拍摄的照片编辑后如图所示。图中的第一个小球为抛出瞬间的影像，每相邻两个球之间被删去了 3 个影像，所标出的两个线段的长度 s_1 和 s_2 之比为 3:7。重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$ ，忽略空气阻力。求在抛出瞬间小球速度的大小。



6. (2023·山西·高考真题) 将扁平的石子向水面快速抛出, 石子可能会在水面上一跳一跳地飞向远方, 俗称“打水漂”。要使石子从水面跳起产生“水漂”效果, 石子接触水面时的速度方向与水面的夹角不能大于 θ 。为了观察到“水漂”, 一同学将一石子从距水面高度为 h 处水平抛出, 抛出速度的最小值为多少? (不计石子在空中飞行时的空气阻力, 重力加速度大小为 g)

7. (2023·湖北·高考真题) 如图为某游戏装置原理示意图。水平桌面上固定一半圆形竖直挡板, 其半径为 $2R$ 、内表面光滑, 挡板的两端 A 、 B 在桌面边缘, B 与半径为 R 的固定光滑圆弧轨道 \widehat{CDE} 在同一竖直平面内, 过 C 点的轨道半径与竖直方向的夹角为 60° 。小物块以某一水平初速度由 A 点切入挡板内侧, 从 B 点飞出桌面后, 在 C 点沿圆弧切线方向进入轨道 \widehat{CDE} 内侧, 并恰好能到达轨道的最高点 D 。小物块与桌面之间的动摩擦因数为 $\frac{1}{2\pi}$, 重力加速度大小为 g , 忽略空气阻力, 小物块可视为质点。求:

- (1) 小物块到达 D 点的速度大小;
- (2) B 和 D 两点的高度差;
- (3) 小物块在 A 点的初速度大小。



核心提炼 · 考向探究

1. 平抛运动的规律及推论

1) 飞行时间: 由 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 知, 飞行时间取决于下落高度 h .

2) 水平射程: $x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 即水平射程由初速度 v_0 和下落高度 h 共同决定, 与其他因素无关.

3) 落地速度: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$, 以 θ 表示落地速度与 x 轴正方向间的夹角, 有

$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{\sqrt{2gh}}{v_0}$, 所以落地速度只与初速度 v_0 和下落高度 h 有关.

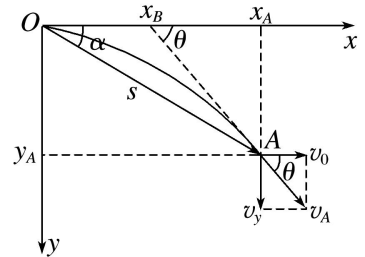
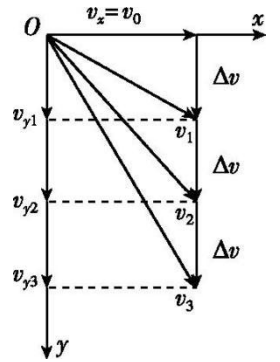
4) 速度改变量: 物体在任意相等时间内的速度改变量 $\Delta v = g\Delta t$ 相同, 方向恒为竖直向下.

【技巧点拨】 平抛运动的速度均匀变化, 速率不是均匀变化.

5) 平抛运动的两个重要结论

① 做平抛运动的物体在任意时刻(任意位置)处, 有 $\tan \theta = 2 \tan \alpha$.

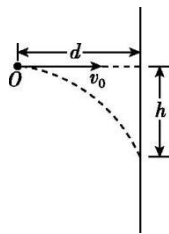
② 做平抛运动的物体在任意时刻的瞬时速度的反向延长线一定通过水平位移的中点, 即 $x_A = 2x_B$.



2. 平抛运动与各种面结合问题

1) 平抛与竖直面结合

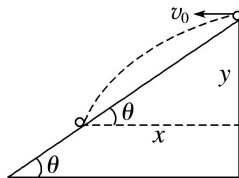
$$\begin{cases} \text{水平: } d = v_0 t \\ \text{竖直: } h = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$



2) 平抛与斜面结合

① 顺着斜面平抛

情形一: 落到斜面上, 已知位移方向沿斜面向下



处理方法: 分解位移.

$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases} \quad \text{可求得 } t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g}$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/575210124100011113>