

全品



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业

全品学练考

AI智慧升级版

主编 肖德好

导学案

高中物理

必修第二册 RJ

本书为智慧教辅升级版

“讲课智能体”支持学生聊着学，扫码后哪里不会选哪里；随时随地想聊就聊，想问就问。



长江出版传媒
崇文书局

CONTENTS

目录 | 导学案

05 第五章 抛体运动

PART FIVE

1 曲线运动	109
2 运动的合成与分解	111
第 1 课时 运动的合成与分解一般规律	111
第 2 课时 运动的合成与分解常见模型	114
3 实验:探究平抛运动的特点	117
4 抛体运动的规律	119
第 1 课时 平抛运动的性质和规律	119
第 2 课时 平抛运动的两个重要推论 一般的抛体运动	121
专题课:平抛运动与各种面结合问题	124
专题课:平抛运动中的临界与极值问题	126
知识整合与通关(五)	129

06 第六章 圆周运动

PART SIX

1 圆周运动	131
第 1 课时 匀速圆周运动	131
第 2 课时 圆周运动的传动问题和周期性问题	133
2 向心力	135
第 1 课时 向心力 实验:探究向心力大小的表达式	135
第 2 课时 向心力的分析与计算	138
3 向心加速度	140
4 生活中的圆周运动	141
专题课:竖直平面内的圆周运动问题	145
专题课:水平面内的圆周运动问题	147
知识整合与通关(六)	150

1 行星的运动	152
2 万有引力定律	154
3 万有引力理论的成就	158
4 宇宙航行	160
专题课:同步卫星及其分析 卫星周期问题	162
专题课:卫星变轨和双星模型	165
5 相对论时空观与牛顿力学的局限性	169
④ 知识整合与通关(七)	171

1 功与功率	173
第1课时 功	173
第2课时 功率	175
专题课:变力做功问题和机车启动问题	178
2 重力势能	181
3 动能和动能定理	184
专题课:动能定理的应用	187
4 机械能守恒定律	190
专题课:系统机械能守恒问题	193
5 实验:验证机械能守恒定律	196
专题课:动能定理和机械能守恒定律的综合应用	198
专题课:功能关系及其应用	201
④ 知识整合与通关(八)	205

第五章 抛体运动

1 曲线运动

学习任务一 曲线运动的速度方向及其性质

【教材链接】阅读教材,完成下列填空:

(1)物体的运动轨迹为_____的运动叫作曲线运动.

(2)质点在某一点的速度方向沿曲线在这一点的_____.

(3)在曲线运动中,速度的_____是变化的,由于速度是_____,既有大小,又有方向,所以曲线运动一定是_____运动.

【科学探究】观察在砂轮上磨刀具和撑开的带着水的伞绕伞柄旋转的图片,请思考:



甲



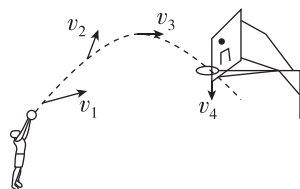
乙

刀具与砂轮接触处的火星、伞面上的水滴分别沿什么方向飞出?

【辨别明理】

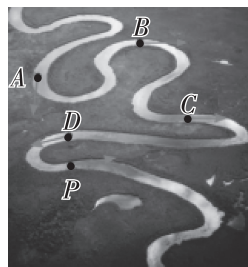
- (1)做曲线运动的物体,速度可能不变. ()
- (2)做曲线运动的物体的位移大小可能与路程相等. ()
- (3)做曲线运动的物体加速度一定不为零. ()
- (4)速度变化的运动一定是曲线运动. ()

例 1 如图所示,篮球沿优美的弧线穿过篮筐,图中能正确表示篮球在相应点的速度方向的是 ()



- A. v_1
- B. v_2
- C. v_3
- D. v_4

例 2 [人教必修二教材改编] 如图所示,是从高空拍摄的一张地形照片,河水沿着弯弯曲曲的河床做曲线运动.图中 A、B、C 和 D 处河水的速度方向跟 P 处流水的速度方向几乎相同的是(P 处为下游) ()



- A. A 和 B
- B. B 和 C
- C. B 和 D
- D. C 和 D

【要点总结】

- 1. 曲线运动的性质:速度是矢量,因为曲线运动的速度方向时刻在发生变化,所以曲线运动一定是变速运动.
- 2. 曲线运动是变速运动,就一定有加速度,当加速度恒定时为匀变速曲线运动,当加速度变化时为非匀变速曲线运动.

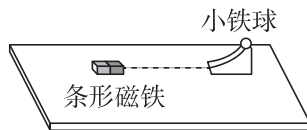
学习任务二 对曲线运动条件的理解

【教材链接】阅读教材,完成下列填空:

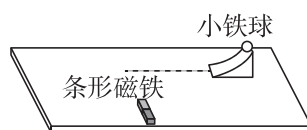
(1)动力学条件:当物体所受合力的方向与它的速度方向_____时,物体做曲线运动.

(2)运动学条件:当物体加速度的方向与它的速度方向_____时,物体做曲线运动.

【科学探究】如图所示,将圆弧形滑轨放在铺了一层白纸的水平桌面上,使其底端与桌面相切,让小铁球从圆弧形滑轨滚下以获得一定的初速度.为便于观察,在离开滑轨处沿小铁球运动方向用刻度尺在白纸画一直线.



甲



乙

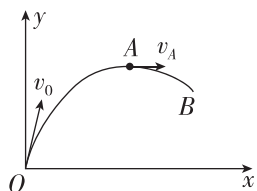
- (1)图甲中,受到磁铁的吸引力方向与小球的速度方向_____ (选填“在”或“不在”)同一条直线上;图乙中,受到磁铁的吸引力方向与小球的速度方向_____ (选填“在”或“不在”)同一条直线上.

(2)小球做曲线运动时,受到的吸引力方向指向轨迹弯曲的_____.

【辨别明理】

- (1) 物体受到的合力不为零时一定做曲线运动. ()
 (2) 物体受变力作用才做曲线运动. ()
 (3) 物体在方向不变的力作用下不可能做曲线运动. ()
 (4) 合力恒定时,可能做曲线运动. ()
 (5) 速度不为零,加速度也不为零,物体一定做曲线运动. ()

例 3 [2025·石家庄二中高二月考] 一个质点在恒力 F 作用下,在 xOy 平面上从 O 点运动到 B 点的轨迹如图所示,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

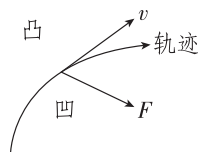
【反思感悟】

变式 1 (多选)质点在 F_1 、 F_2 、 F_3 三个恒力的共同作用下处于平衡状态,若突然撤去 F_1 ,则质点 ()
 A. 一定做匀变速运动
 B. 可能做曲线运动
 C. 一定做非匀变速运动
 D. 一定做加速运动

【要点总结】

1. 轨迹、速度方向、合力方向的关系

合力指向轨迹的凹侧,轨迹夹在速度方向与合力方向之间.



2. 运动的分类

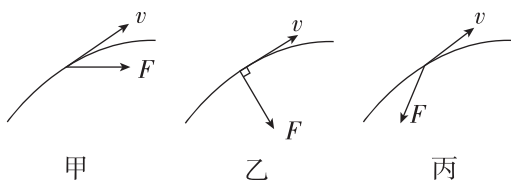
$F(a)$ 与 v 的方向	轨迹特点	加速度特点	运动性质
共线	直线	恒定	匀变速直线运动
		不恒定	非匀变速直线运动
不共线	曲线	恒定	匀变速曲线运动
		不恒定	非匀变速曲线运动

素养提升

曲线运动特征

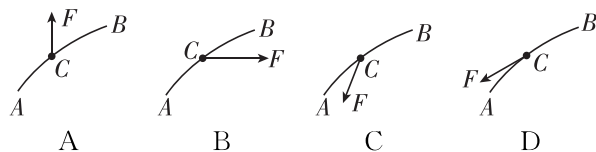
- (1) 运动学特征:曲线运动一定为变速运动.
 (2) 动力学特征:物体所受的合力一定不为零且和速度方向始终不在一条直线上(曲线运动条件).若合力方向与速度方向的夹角为 α ,则:

- ① α 为锐角时,速率增大,如图甲.
 ② α 为直角时,速率不变,如图乙.
 ③ α 为钝角时,速率减小,如图丙.

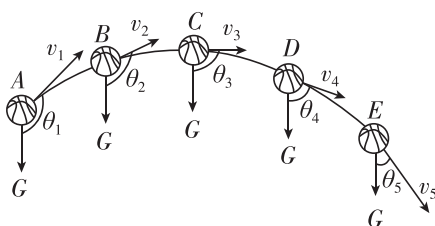


- (3) 轨迹特征:曲线运动的轨迹始终夹在合力方向与速度方向之间,而且向合力的一侧弯曲,或者说合力的方向总指向曲线的凹侧,轨迹只能平滑变化,不会出现折线.

示例 质点沿如图所示的轨迹从 A 点运动到 B 点,已知其速度逐渐减小,则图中能正确表示质点在 C 点受力的是 ()



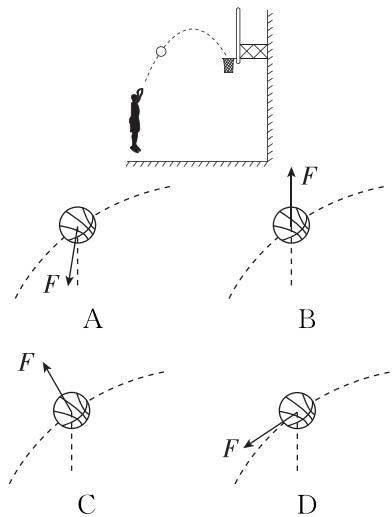
变式 2 (多选)观察图中抛出去的篮球(忽略空气阻力), C 为轨迹最高点,则下列说法中正确的是 ()



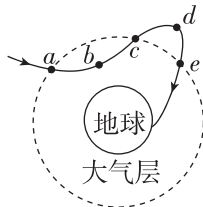
- A. 篮球在 E 点的速度比在 D 点的速度大
 B. 篮球在 A 点的加速度方向与速度的夹角小于 90°
 C. 篮球在 A 点的加速度与在 E 点的加速度相同
 D. 篮球从 A 到 E 过程中,速度先减小后增大

// 随堂巩固 //

1. (曲线运动轨迹分析)[2023·辽宁卷] 某同学在练习投篮,篮球在空中的运动轨迹如图中虚线所示,篮球所受合力 F 的示意图可能正确的是 ()

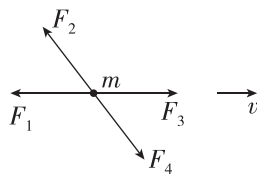


2. (对曲线运动速度方向的理解)“嫦娥五号”返回器携带月球样品在地球上预定区域安全着陆.在落地之前,它在地球大气层打个“水漂”,如图所示为返回器跳跃式返回过程示意图,虚线圆为大气层的外边界,返回器从 a 点进入大气层,经 a 、 b 、 c 、 d 、 e 回到地面,其中 a 、 c 、 e 为轨迹和大气层外边界的交点.下列说法正确的是 ()



- A. 返回器经过 a 、 c 两点时速度方向可能相同
- B. 返回器经过 c 、 e 两点时速度方向可能相同
- C. 返回器经过 b 、 d 两点时加速度方向可能相同
- D. 返回器经过 d 点时速度方向与加速度方向可能垂直

3. (曲线运动的条件)(多选)[2025·宁夏银川一中月考] 如图所示,质量为 m 的物体在四个共点力的作用下做匀速直线运动,速度方向与力 F_1 、 F_3 的方向恰好同一直线上.下列说法正确的是 ()



- A. 若只撤去 F_1 ,物体做匀加速直线运动
- B. 若只撤去 F_3 ,物体做匀加速直线运动
- C. 若只撤去 F_2 ,物体做曲线运动,速度先减小后增大
- D. 若只撤去 F_4 ,物体做曲线运动,速度先减小后增大

2 运动的合成与分解

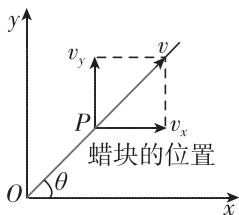
第1课时 运动的合成与分解一般规律

学习任务一 运动描述的实例——探究合运动与分运动

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空:

(1)建立直角坐标系

如图所示,以运动开始时蜡块的位置为原点,_____的方向和_____的方向分别为 x 轴和 y 轴的正方向.



(2)确定蜡块的位置:蜡块沿玻璃管匀速上升的速度设为 v_y ,玻璃管向右匀速移动的速度设为 v_x .从蜡块开始运动的时刻计时,在 t 时刻,蜡块的位置 P 可以用它的 x 、 y 两个坐标表示:
 $x = \underline{\hspace{2cm}}$, $y = \underline{\hspace{2cm}}$.

(3)蜡块的运动轨迹

由以上两式可得: $y = \underline{\hspace{2cm}}$. 因为 v_y 、 v_x 都是常量,所以蜡块的运动轨迹是一条_____.

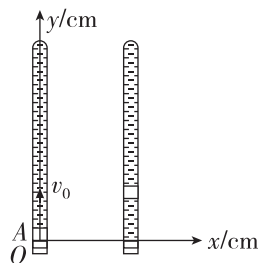
(4)蜡块运动的速度

①蜡块运动的速度大小 $v = \underline{\hspace{2cm}}$.

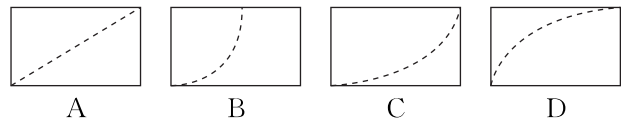
②蜡块运动的速度方向与 x 轴正方向夹角为 θ ,则 $\tan \theta = \underline{\hspace{2cm}}$.

例1 [2024·北京房山区高一期中] 请阅读下述文字,完成下面小题.

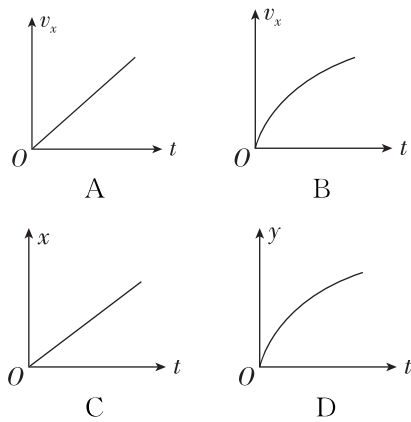
在一端封闭的光滑细玻璃管内注满清水,水中放一个红蜡做的小圆柱体 A ,将玻璃管的开口端用橡胶塞塞紧.把玻璃管倒置,如图所示建立坐标系, A 从坐标原点 O 沿玻璃管匀速上升,同时将玻璃管沿 x 轴正方向做匀速直线运动.



(1)观察 A 的运动情况,则运动轨迹为_____.



(2)A 水平方向位移和竖直方向位移分别为 x 、 y ,水平方向速度和竖直方向速度分别为 v_x 、 v_y ,描述蜡块 A 的运动与时间的关系图像正确的是_____.



[反思感悟] _____

【要点总结】

1. 在教材实验中,蜡块同时参与了两个运动——在竖直方向上蜡块沿玻璃管向上运动,在水平方向上蜡块随着玻璃管向右运动,这两个运动都叫作分运动,而蜡块的实际运动,即相对于黑板向右上方的运动,被称为合运动.

2. 对合运动与分运动关系的理解

同一性	分运动与合运动对应同一物体
独立性	一个物体同时参与两个(或多个)分运动,分运动之间互不影响
等时性	分运动总是同时开始,同时结束
等效性	各分运动叠加起来与合运动有相同的效果,可以相互替代

学习任务二 运动的合成与分解

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空:

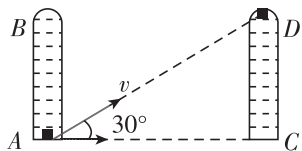
(1)由分运动求合运动的过程叫_____,由合运动求分运动的过程叫_____.运动的合成与分解包括_____的合成与分解和_____的合成与分解.

(2)运动的合成与分解应遵从_____.

【辨别明理】

- (1)合运动一定是实际发生的运动. ()
- (2)合运动的速度一定比分运动的速度大. ()
- (3)由两个分速度的大小就可以确定合速度的大小. ()

例 2 竖直放置的两端封闭的玻璃管中注满清水,内有一个蜡块能在水中以 0.1 m/s 的速度匀速上浮.在蜡块从玻璃管的底端匀速上浮的同时,使玻璃管沿水平方向匀速向右运动,测得蜡块实际运动方向与水平方向成 30° 角,如图所示.若玻璃管的长度为 1.0 m ,则在蜡块从玻璃管底端上升到顶端的过程中,玻璃管沿水平方向移动的速度大小和水平运动的距离分别为 ()



- A. 0.1 m/s 和 1.73 m
- B. 0.173 m/s 和 1.0 m
- C. 0.173 m/s 和 1.73 m
- D. 0.1 m/s 和 1.0 m

[反思感悟] _____

变式 1 [人教教材必修二改编] 某商场设有步行楼梯和自动扶梯.步行楼梯每级的高度是 0.15 m ,自动扶梯与水平面的夹角为 30° ,自动扶梯前进的速度是 0.60 m/s .甲、乙两位顾客,分别从自动扶梯和步行楼梯的起点同时上楼,甲在自动扶梯上站立不动,乙在步行楼梯上以每秒上两个台阶的速度匀速上楼.则 ()



- A. 甲、乙上楼的时间一定相等
- B. 甲、乙上楼的速度大小一定相同
- C. 甲、乙上楼的位移大小一定相同
- D. 甲上楼速度大小为 0.3 m/s

[反思感悟] _____

学习任务三 合运动性质的判断

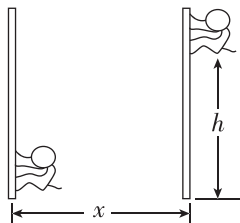
[模型构建] 互成角度的两个直线运动的合成

两个互成角度 ($0<\theta<180^\circ$)的分运动	合运动的性质
两个匀速直线运动	匀速直线运动
一个匀速直线运动、一个匀变速直线运动	匀变速曲线运动
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	若 $v_{\text{合}}$ 与 $a_{\text{合}}$ 共线,则为匀变速直线运动
	若 $v_{\text{合}}$ 与 $a_{\text{合}}$ 不共线,则为匀变速曲线运动

【辨别明理】

- (1)两个不共线匀速直线运动的合运动一定也是匀速直线运动 ()
- (2)两个不共线的分运动是直线运动,它们的合运动一定也是直线运动 ()
- (3)两个不共线匀变速直线运动的合运动不可能是直线运动 ()

例 3 (多选)[2025·河北张家口高一开学考] 在杂技表演中,猴子沿竖直杆向上做初速度为零、加速度为 a 的匀加速运动,同时人顶着直杆以速度 v_0 水平匀速移动,经过时间 t ,猴子沿杆向上移动的高度为 h ,人顶杆沿水平地面移动的距离为 x ,如图所示.关于猴子的运动情况,下列说法中正确的 ()

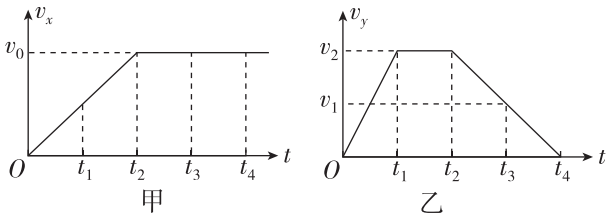


- A. 相对地面做匀速直线运动
- B. 相对地面做匀变速曲线运动

- C. t 时间内猴子对地的位移大小为 x
- D. t 时刻猴子对地的速度大小为 $\sqrt{v_0^2 + (at)^2}$

[反思感悟]

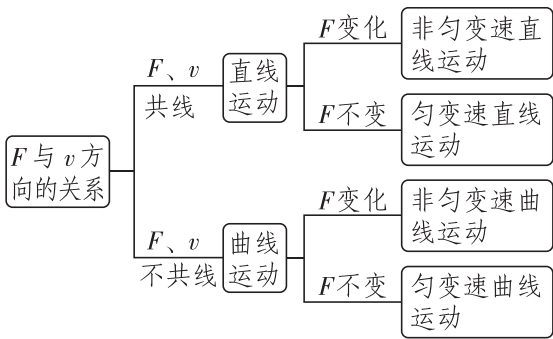
变式 2 (多选)[2024·福建莆田高一期中] 一快递小哥用无人机配送快递,某次配送快递无人机在飞行过程中,水平方向的速度 v_x 及竖直方向的速度 v_y 与飞行时间 t 的关系图像如图甲、乙所示.关于无人机的运动,下列说法正确的是 ()



- A. $0\sim t_1$ 时间内,无人机做曲线运动
- B. t_2 时刻,无人机运动到最高点
- C. 在 $t_2\sim t_4$ 时间内,无人机做匀变速曲线运动
- D. t_2 时刻,无人机的速度大小为 $\sqrt{v_0^2 + v_2^2}$

[反思感悟]

【要点总结】

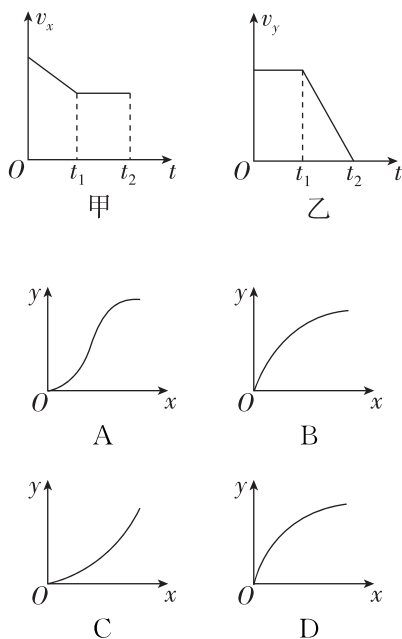


// 随堂巩固 //

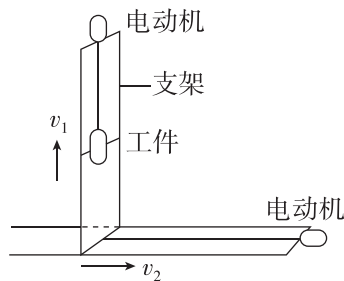
1. (对运动的合成与分解的理解) 有关运动的合成,下列说法中正确的是 ()
- A. 两个直线运动的合运动一定是直线运动
- B. 两个不在同一直线上的匀速直线运动的合运动一定是匀速直线运动

- C. 两个初速度不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. 一个匀加速直线运动和一个匀速直线运动的合运动一定是匀加速直线运动

2. (运动轨迹的判断)[2024·安徽淮北高一期末] 无人机灯光表演给喜庆的节日氛围增添了几许惊艳. 在一次无人机表演中, 若分别以水平向右、竖直向上为 x 轴、 y 轴的正方向, 某架参演的无人机在 x 、 y 方向的 $v-t$ 图像分别如图甲、乙所示, 则在 $0 \sim t_2$ 时间内, 该无人机的运动轨迹为 ()



3. (两个直线运动的合成)(多选)[2024·湖南张家界高一期末] 工业机器人的普及使工厂的生产效率大大提高, 某生产线上机器人的部分构造如图所示, 高为 $h=10\text{ m}$ 的支架竖直放置在长为 $l=15\text{ m}$ 的水平轨道上, 支架顶端的电动机可以拉动工件以 $v_1=3\text{ m/s}$ 的速度匀速上升, 同时水平轨道右端的电动机可以拉动支架以 $v_2=4\text{ m/s}$ 的速度匀速向右运动. 在正常工作过程中, 下列说法正确的是 ()



- A. 工件运动的速度 $v=5\text{ m/s}$
- B. 若工件运动的速度与水平方向夹角为 θ , 则 $\tan \theta = \frac{2}{3}$
- C. 2 s 内工件的位移大小为 $x=10\text{ m}$
- D. 若工件上升高度为 4 m , 则工件同时向右移动 6 m

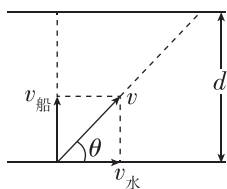
第2课时 运动的合成与分解常见模型

学习任务一 小船渡河问题

[模型建构] 小船的实际运动是船随水流的运动(速度为 $v_{\text{水}}$)和船在静水中的运动(速度为 $v_{\text{船}}$)的合运动. 船的航行方向是实际运动的方向, 即合速度的方向. 两个方向的运动情况相互独立、互不影响.

(1) 渡河时间最短问题

① 渡河时间 t 取决于河宽 d 及船沿垂直河岸方向上的速度大小, 即 $t = \frac{d}{v_{\perp}}$.



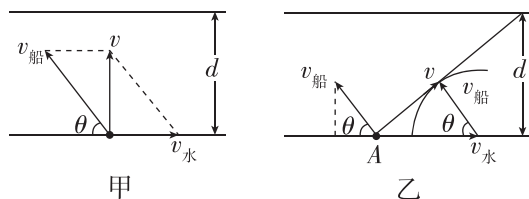
② 若要渡河时间最短, 只要使船头垂直于河岸航行即可, 如图所示, 此时 $t = \frac{d}{v_{\text{船}}}$.

请记住: 要渡河时间最短, 船头应垂直指向河对岸,

即 $v_{\text{船}}$ 与水流方向垂直, 渡河时间与 $v_{\text{水}}$ 无关.

(2) 渡河位移最短问题

① 若 $v_{\text{水}} < v_{\text{船}}$, 最短的位移为河宽 d , 船头与上游河岸夹角满足 $\cos \theta = \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}}$, 如图甲所示.



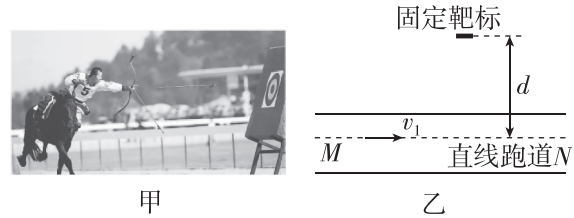
② 若 $v_{\text{水}} > v_{\text{船}}$, 如图乙所示, 从出发点 A 开始作矢量 $v_{\text{水}}$, 再以 $v_{\text{水}}$ 末端为圆心, 以 $v_{\text{船}}$ 的大小为半径画圆弧, 自出发点 A 向圆弧作切线即为船位移最小时的合运动的方向. 这时船头与河岸夹角 θ 满足 $\cos \theta =$

$$\frac{v_{\text{船}}}{v_{\text{水}}}, \text{最短位移 } x_{\text{短}} = \frac{d}{\cos \theta}.$$

例 1 已知某船在静水中的速度为 $v_1 = 4 \text{ m/s}$, 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 $d = 100 \text{ m}$, 水流速度为 $v_2 = 3 \text{ m/s}$ 且方向与河岸平行.

- (1) 欲使船以最短时间渡河, 船头应朝什么方向? 最短时间是多少? 船发生的位移是多大?
- (2) 欲使船以最小位移渡河, 船头应朝什么方向? 渡河所用时间是多少?

标, 该过程可简化为如图乙(俯视图)所示的物理模型. 假设运动员骑马以大小为 v_1 的速度沿直线跑道匀速奔驰, 其轨迹所在直线与靶心的水平距离为 d , 运动员应在合适的位置将箭水平射出, 若运动员静止时射出的弓箭速度大小为 v_2 (大于 v_1), 不计空气阻力. 下列说法正确的是 ()



- A. 若箭能命中靶心且在空中运动的时间最短, 运动员应瞄准靶心放箭
- B. 若箭能命中靶心, 则在空中运动的最短时间为 $\frac{d}{v_1}$
- C. 若箭能命中靶心且在空中运动时距离最短, 运动员应瞄准靶心放箭
- D. 若箭能命中靶心且在空中运动的距离最短, 则箭从射出到命中靶心历时 $t = \frac{d}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}$

【要点总结】

1. 解决小船渡河问题的关键是: 正确区分合运动与分运动. 沿船头指向方向的运动, 是分运动, 船的实际运动是合运动, 一般情况下与船头指向不共线.
2. 小船渡河时间最短与位移最短是两种不同的运动情境, 时间最短时, 位移不是最短.
3. 渡河最短时间与船随水漂流的速度大小无关, 只要船头指向与河岸垂直, 渡河时间即为最短.

变式 [2024 · 浙江杭州高一期中] 跑马射箭是民族马术中的一个比赛项目, 如图甲所示, 运动员需骑马在直线跑道上奔跑, 弯弓射箭, 射击侧方的固定靶

学习任务二 关联速度问题

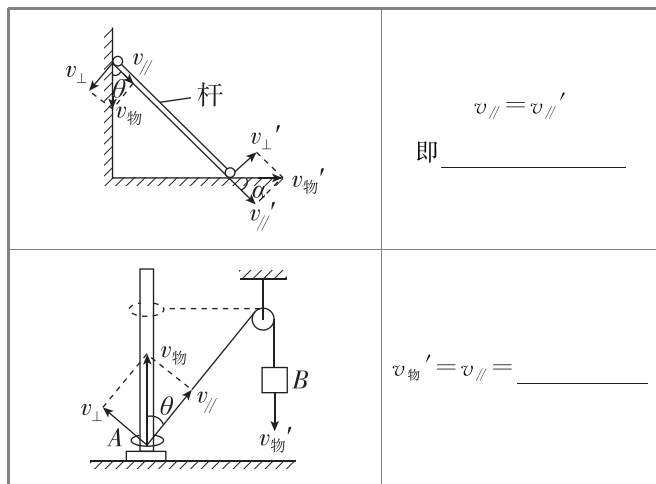
【模型构建】“关联速度”模型

- (1) “关联”速度
- 关联体一般是两个或两个以上由轻绳或轻杆联系在一起, 或直接挤压在一起的物体, 它们的运动简称为关联运动. 一般情况下, 在运动过程中, 相互关联的两个物体不是都沿绳或杆运动的, 即二者的速度通常不同, 但却有某种联系, 我们称二者的速度为“关联”速度.
- (2) 常见的模型及“关联”速度分解(如图所示)
- ① 确定合运动的方向: 物体实际运动的方向就是合运动的方向, 即合速度的方向.
 - ② 确定合运动的两个效果.

- 效果 1: (平动效果) 沿绳或杆方向的运动
- 效果 2: (转动效果) 垂直绳或杆方向的运动
- ③ 根据沿绳(或杆)方向的速度相等列方程求解

	$v = v_{\parallel} = \underline{\hspace{2cm}}$
	$v_{\parallel} = v_{\parallel}'$ 即 $\underline{\hspace{2cm}}$

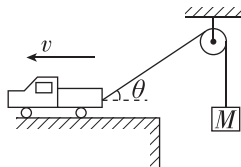
(续表)



即 $v_{\parallel} = v_{\parallel}'$

$v_{\text{物}}' = v_{\parallel} =$

例 2 [2024 · 四川绵阳高一期末] 如图所示,汽车通过绳子绕过定滑轮连接重物 M 一起运动,不计滑轮摩擦和绳子质量,已知汽车以速度 v 匀速向左运动,绳子与水平方向夹角为 θ ,重物 M 的速度用 v_M 表示,则 ()

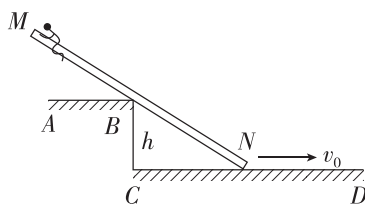


A. 重物做匀速运动 B. 重物做匀变速运动

C. $v_M = v \cos \theta$ D. $v = v_M \cos \theta$

[反思感悟]

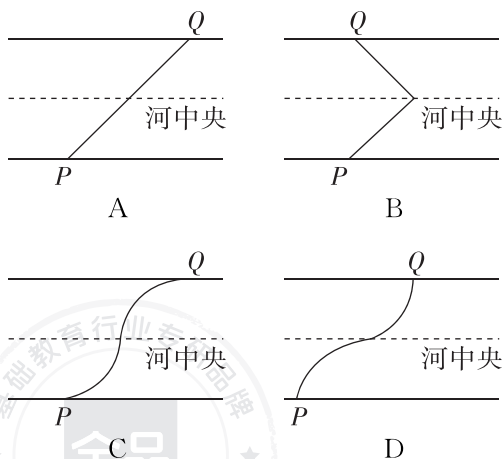
例 3 [2025 · 贵州贵阳高一期末] 火灾逃生的首要原则是离开火灾现场,如图所示是火警设计的一种让当事人快捷逃离现场的救援方案:用一根不变形的轻杆 MN 支撑在楼面平台 AB 上, N 端在水平地面上向右以速度 v_0 匀速运动,被救助的人员紧抱在 M 端随轻杆一起向平台 B 端靠近,平台高为 h ,当 $CN = 2h$ 时,被救人员向 B 点运动的速率是 ()



A. $\frac{1}{2}v_0$ B. $\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$ C. $\frac{2\sqrt{5}}{5}v_0$ D. $\frac{\sqrt{5}}{5}v_0$

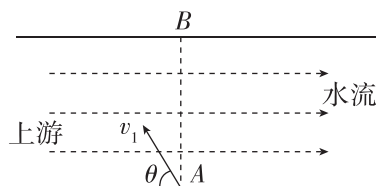
// 随堂巩固 //

1. (小船过河轨迹分析)1934 年 10 月,红军为突破第五次反“围剿”,从宁化湖村等地集结出发,途经于都,强渡于都河(贡江).若渡河区域内的河岸平直,水流速度方向处处与河岸平行,越靠近河中央,水流速度越大.设木船相对静水的速度大小恒定.以最短的时间过河,则木船在出发点 P 与登陆点 Q 之间的运动轨迹是图中的 ()



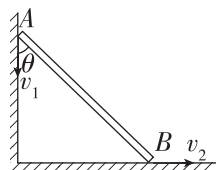
2. (小船渡河问题)(多选)[2025 · 湖南雅礼中学月考] 如图所示,某一段河流的两岸相互平行,各处的水流速度相同且平稳,小船以大小为 $v_1 =$

5 m/s (在静水中的速度)、方向与上游河岸成角 $\theta = 53^\circ$ 的速度从 A 处渡河,经过一段时间 $t = 60 \text{ s}$ 正好到达正对岸的 B 处,则下列说法中正确的是 ()



A. 河中水流速度为 3 m/s
B. 由已知条件可知河宽为 240 m
C. 小船渡河的最短时间为 60 s
D. 小船以最短的时间渡河的位移是 $d = 240 \text{ m}$

3. (关联速度问题)如图所示,一根长直轻杆 AB 在墙角沿竖直墙和水平地面滑动(假设 A 端不脱离墙面).当 AB 杆和墙的夹角为 θ 时,杆的 A 端沿墙下滑的速度大小为 v_1 , B 端沿地面滑动的速度大小为 v_2 ,则 v_1 、 v_2 的关系是 ()



A. $v_1 = v_2$
B. $v_1 = v_2 \cos \theta$
C. $v_1 = v_2 \tan \theta$
D. $v_1 = v_2 \sin \theta$

3 实验:探究平抛运动的特点

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空:

1. 抛体运动

(1)定义:以_____将物体抛出,在空气阻力_____的情况下,物体只受_____作用的运动.

(2)条件:

- ①有一定的初速度;
- ②只受重力作用.

2. 平抛运动

(1)定义:初速度沿_____方向的抛体运动.

(2)特点:

- ①初速度沿_____方向;
 - ②只受_____作用.
- (3)平抛运动的性质:加速度为 g 的匀变速曲线运动.

【实验思路】

1. 思路:把复杂的曲线运动分解为不同方向上的两个相对简单的直线运动.

2. 平抛运动的分解方法

(1)平抛运动的特点:物体是沿着水平方向抛出的,在运动过程中只受到竖直向下的重力作用.

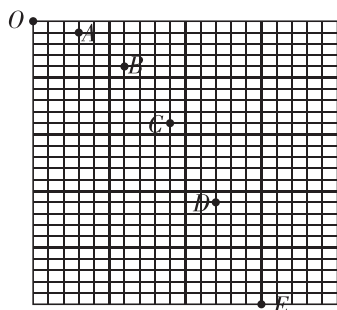
(2)分解方法:分解为水平方向的分运动和竖直方向的分运动.

方案一 利用频闪照相或者录制视频的方法探究平抛运动

【实验步骤】

1. 让小球从水平桌面上飞出,在小球后面放置带方格的黑板作为背景.

2. 用频闪照相或者录制视频的方法,记录物体在不同时刻的位置.



频闪照相法

3. 以抛出点为坐标原点,以初速度方向为 x 轴正方向,竖直向下为 y 轴正方向,建立直角坐标系,记录小球的水平位移和竖直位移.

4. 记录需要测量的数据,小球其他位置中心依次为 A 、 B 、 C 、 D 、 E ...,过 A 、 B 、 C 、 D 、 E ...点分别作 x 、 y 轴的垂线,在 x 、 y 轴上测量 OA 、 OB 、 OC 、 OD 、 OE ...之间的距离,记为 x_{OA} 、 y_{OA} 等,建立表格.

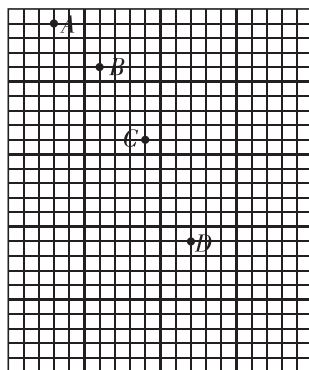
	OA	OB	OC	OD	OE	
t	T	$2T$	$3T$	$4T$	$5T$	
x/mm						
y/mm						

5. 判断水平方向和竖直方向分别做什么运动.

(1)在误差允许的范围内,若 $x_{OA} = x_{AB} = x_{BC} = x_{CD} = x_{DE}$,则表明平抛运动的水平分运动为匀速直线运动.

(2)在误差允许的范围内,若 $y_{DE} - y_{CD} = y_{CD} - y_{BC} = y_{BC} - y_{AB} = y_{AB} - y_{OA}$,则根据 $(y_{DE} + y_{CD}) - (y_{BC} + y_{AB}) = 4aT^2$, T 为频闪周期,可得加速度 a ;若 $a = g$ (重力加速度),且 $y_{OA} : y_{AB} : y_{BC} : y_{CD} : y_{DE} = 1 : 3 : 5 : 7 : 9$,则表明平抛运动的竖直分运动为自由落体运动.

例 1 如图所示为一小球做平抛运动的频闪照片的一部分,闪光频率是 10 Hz ,图中背景方格的边长均为 5 cm .



(1)定性分析:由于频闪时间间隔相等,根据_____,可判断水平方向是_____;根据_____,可判断竖直方向是_____.

(2)定量计算:

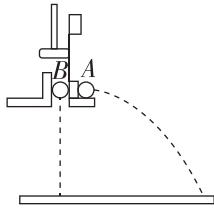
- ①小球运动中水平分速度的大小是_____ m/s .
- ②小球经过 B 点时的速度大小是_____ m/s .

[反思感悟] _____

方案二 利用平抛落仪和斜槽探究平抛运动

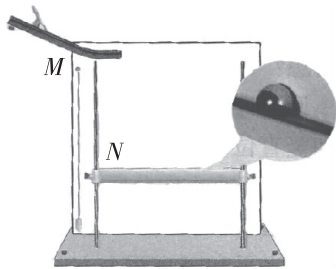
(一)探究平抛运动竖直分运动的特点

1. 把两个等大的金属小球放置在图中装置上.



- 2. 用小锤击打弹性金属片,观察两球的运动轨迹,比较它们落地时间的先后.
- 3. 分别改变小球距离地面的高度和小锤击打的力度,多次重复实验,比较它们落地时间的先后.
- 4. 若两小球总是同时落地,则表明平抛运动的竖直分运动是自由落体运动.

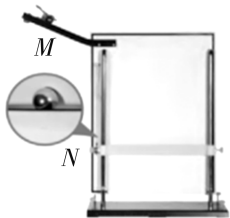
(二)探究平抛运动水平分运动的特点



- 1. 将一张白纸和复写纸固定在装置的背板上.
- 2. 按照图示安装实验装置,使斜槽 M 末端水平.
- 3. 把斜槽末端上钢球球心位置投影在白纸上 O 点.
- 4. 使钢球从斜槽上同一位置由静止滚下,上下调节装置中的倾斜挡板 N,使钢球落到上面,钢球挤压复写纸,在白纸上留下印迹.
- 5. 上下调节挡板 N,重复步骤 4,在白纸上记录钢球所经过的多个位置.
- 6. 用平滑曲线把这些印迹连接起来,就得到钢球做平抛运动的轨迹.
- 7. 以 O 点为坐标原点,水平方向为 x 轴,竖直方向为 y 轴,建立平面直角坐标系.
- 8. 在钢球平抛运动轨迹上选取分布均匀的六个点——A、B、C、D、E、F,用刻度尺、三角板测出它们的坐标 (x, y) ,并记录在下面的表格中,已知 g 值,利用公式 $y = \frac{1}{2}gt^2$ 和 $x = v_0t$,求出小球做平抛运动的初速度 v_0 ,最后算出 v_0 的平均值.

	A	B	C	D	E	F
x/mm						
y/mm						
$v_0 =$						
$x\sqrt{\frac{g}{2y}}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$						
v_0 的平均值/ $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$						

例 2 [2024·天津新华中学高一月考] 在做“研究平抛运动”的实验时,如图所示,让小球多次沿同一轨道运动,通过描点法画小球做平抛运动的轨迹.为了较准确地描绘运动轨迹:



- (1)实验前要检查斜槽末端是否水平,请简述你的检查方法:_____.
- (2)每次释放小球的位置必须_____ (填“相同”或“不同”),每次必须由_____ (填“运动”或“静止”)释放小球.
- (3)将球的位置记录在纸上后,取下纸,将点连成_____ (填“折线”“直线”或“平滑曲线”).

[反思感悟] _____

- 【注意事项】**
- 1. 平板必须处于竖直平面内,固定时要用铅垂线检查坐标纸竖线是否竖直.
 - 2. 钢球每次必须从斜槽上同一位置由静止滚下.
 - 3. 坐标原点不是槽口的端点,应是钢球在槽口时球心在平板上的投影点.
 - 4. 钢球开始滚下的位置高度要适中,以使钢球做平抛运动的轨迹由坐标纸的左上角一直到达右下角为宜.
 - 5. 应在轨迹上选取离坐标原点 O 较远的一些点来计算初速度.

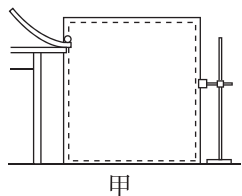
// 随堂巩固 //

- 1. (实验器材选取)在“探究平抛运动的特点”实验中,为减小空气阻力对小球运动的影响,应采用 ()
 - A. 实心小铁球
 - B. 空心小铁球
 - C. 实心小木球
 - D. 以上三种小球都可以

2. (实验条件)[2025·浙江温州中学高一期中] 在“探究平抛运动的特点”的实验中,如果小球每次从斜槽滚下的初始位置不同,则下列说法错误的是 ()

- A. 小球平抛的初速度不同
- B. 小球每次做不同的抛物线运动
- C. 小球在空中运动的时间每次均不同
- D. 小球通过相同的水平位移所用的时间均不同

3. (实验综合)采用如图甲所示的实验装置做“研究平抛运动”的实验.



(1)实验时需要用到_____.

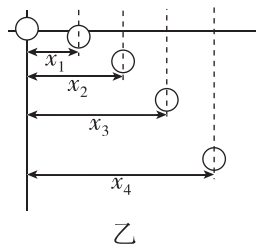
- A. 弹簧测力计
- B. 重垂线
- C. 打点计时器

(2)做实验时,让小球多次沿同一轨道运动,通过描点法画出小球平抛运动的轨迹.下列的一些操作要

求,正确的是_____.

- A. 每次必须由同一位置静止释放小球
- B. 每次必须严格地等距离下降记录小球位置
- C. 小球运动时不应与木板上的白纸相接触
- D. 记录的点应适当多一些

(3)若用频闪摄影方法来验证小球在平抛过程中水平方向是匀速运动,记录下如图乙所示的频闪照片.在测得 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 后,需要验证的关系是_____.已知频闪周期为 T ,用下列计算式求得



- A. $\frac{x_1}{T}$
- B. $\frac{x_2}{2T}$
- C. $\frac{x_3}{3T}$
- D. $\frac{x_4}{4T}$

4 抛体运动的规律

第1课时 平抛运动的性质和规律

学习任务一 平抛运动的速度

[科学探究] 平抛运动的研究方法:

以速度 v_0 沿水平方向抛出一物体,以抛出点为原点,以初速度 v_0 的方向为 x 轴正方向,竖直向下的方向为 y 轴正方向,建立如图所示的平面直角坐标系.

(1)水平方向:物体不受力,加速度 $a_x = \underline{\hspace{2cm}}$, $v_x = v_0$.

(2)竖直方向:初速度是 0,物体只受重力,加速度 $a_y = \underline{\hspace{2cm}}$, $v_y = \underline{\hspace{2cm}}$.

(3)合速度

① 大小: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$.

② 方向: $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$ (θ 为 v 与 v_0 的夹角).

[辨别明理]

(1)平抛运动是曲线运动,它的速度方向不断改变,不可能是匀变速运动. ()

(2)平抛运动可以分解为水平方向的匀速直线运动

和竖直方向的自由落体运动. ()

(3)平抛运动的速度方向沿轨迹的切线方向,速度大小、方向都不断变化. ()

(4)做平抛运动的物体的速度方向与水平方向的夹角越来越大,若足够高,速度方向最终可能竖直向下. ()

例1 (多选)如图所示,一物体从 A 点以水平方向速度 v_0 抛出,不计空气阻力.经过时间 t 运动到 B 点,重力加速度为 g ,则 ()

- A. 物体在 B 点的速度大小是 $v_0 + gt$
- B. 物体在 B 点的速度大小是 $\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$
- C. 物体从 A 点运动到 B 点过程中速度变化量的大小是 gt
- D. 物体从 A 点运动到 B 点过程中速度变化量的大小是 $\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2} - v_0$

[反思感悟]

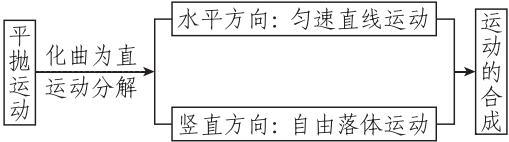
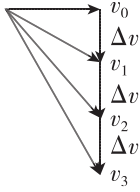
变式 一个物体以初速度 v_0 水平抛出,落地速度为 v ,重力加速度为 g ,则物体运动时间为 ()

- A. $\frac{v-v_0}{g}$ B. $\frac{v+v_0}{g}$
C. $\frac{\sqrt{v^2-v_0^2}}{g}$ D. $\frac{\sqrt{v^2+v_0^2}}{g}$

[反思感悟] _____

【要点总结】

1. 平抛运动的性质:加速度为 g 的匀变速曲线运动.
2. 速度变化特点:任意两个相等的时间间隔内速度的变化量相同, $\Delta v = g\Delta t$, 方向竖直向下, 如图所示.
3. 平抛运动的研究方法:运动的分解与合成.



学习任务二 平抛运动的规律与轨迹

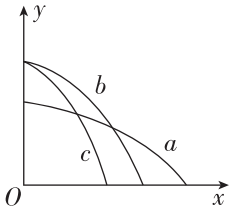
[模型建构] 平抛运动的规律

- (1) 水平方向: $x = \underline{\hspace{2cm}}$.
- (2) 竖直方向: $y = \underline{\hspace{2cm}}$.
- (3) 轨迹方程: $y = \underline{\hspace{2cm}}$, 式中 g 、 v_0 都是与 x 、 y 无关的常量, 所以其轨迹是一条抛物线.

例 2 [2024·重庆八中高一月考] 从某一高度处水平抛出一物体,它落地时速度是 50 m/s ,方向与水平方向成 53° 角. 求:(不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 , $\cos 53^\circ = 0.6$, $\sin 53^\circ = 0.8$)

- (1) 抛出点的高度和水平射程;
- (2) 抛出后 3 s 末的速度;
- (3) 抛出后 3 s 内的位移.

例 3 如图所示, x 轴在水平地面上, y 轴沿竖直方向. 图中画出了从 y 轴上沿 x 轴正向抛出的三个小球 a 、 b 和 c 的运动轨迹, 其中 b 和 c 是从同一点抛出的, 不计空气阻力, 则 ()



- A. a 的初速度比 b 的小
- B. a 的初速度比 c 的大
- C. a 的飞行时间比 b 的长
- D. b 的飞行时间比 c 的长

[反思感悟] _____

【要点总结】

影响做平抛运动的物体的飞行时间、水平射程及落地速度的因素:

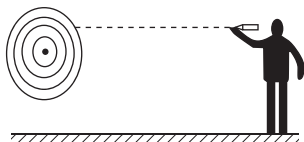
- (1) 飞行时间: 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 得到运动时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 即平抛物体在空中的飞行时间仅取决于下落的高度 h , 与初速度 v_0 无关.
- (2) 水平射程: $x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 即水平位移与初速度 v_0 和下落的高度 h 有关.
- (3) 落地速度: $v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$, v 由 v_0 和 h 共同决定.

// 随堂巩固 //

1. (对平抛运动的理解)关于平抛运动,下列说法中不正确的是 ()

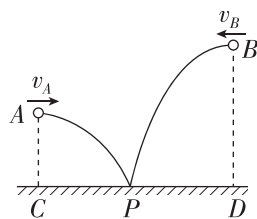
- A. 平抛运动是一种在恒力作用下的曲线运动
- B. 平抛运动的速度方向与加速度方向的夹角保持不变
- C. 平抛运动的速度大小是时刻变化的
- D. 平抛运动的速度方向与加速度方向的夹角一定越来越小

2. (平抛运动规律的应用)[2025·江苏徐州高级中学高一月考] 如图所示,投掷者将飞镖以某一速度水平掷出,一小段时间后击中靶心上方.该投掷者若要击中靶心,则需要采取的可能措施有(均不考虑空气阻力) ()



- A. 仅将飞镖的质量变大一些,抛出速度不变
- B. 仅把投掷点向上移
- C. 仅把投掷点向前移
- D. 投掷时用力小一些,其他不变

3. (多个物体做平抛运动的对比)如图所示,A、B两小球分别从距地面高度为 h 、 $2h$ 处以速度 v_A 、 v_B 水平抛出,均落在水平面上CD间的中点P,它们在空中运动的时间分别为 t_A 、 t_B .不计空气阻力,下列结论正确的是 ()



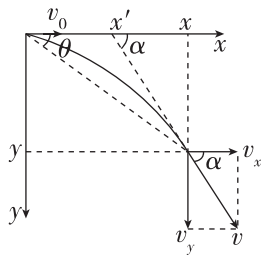
- A. $t_A : t_B = 1 : \sqrt{2}$
- B. $t_A : t_B = 1 : 2$
- C. $v_A : v_B = 1 : \sqrt{2}$
- D. $v_A : v_B = 1 : 2$

第2课时 平抛运动的两个重要推论 一般的抛体运动

学习任务一 平抛运动的两个重要推论

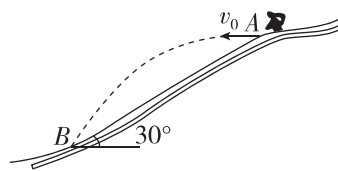
[科学推理]

(1)如图所示,设质点做平抛运动的速度方向与水平方向的夹角(速度偏向角)为 α ,位移方向与水平方向的夹角(位移偏向角)为 θ ,试证明 $\tan \alpha = 2 \tan \theta$.



(2)如上图所示,试证明平抛运动的速度反向延长线过水平位移的中点,即 $x' = \frac{x}{2}$.

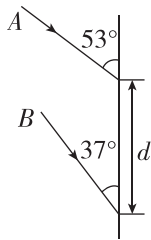
例1 [2025·湖北武汉二中高一月考] 跳台滑雪是一项勇敢者的运动,如图某运动员从跳台A处沿水平方向飞出,在斜面AB上的B处着陆,斜面AB(可看作直线)与水平方向夹角为 30° 且足够长,不计空气阻力,下列说法正确的是 ()



- A. 运动员落在B处的速度与水平方向夹角为 60°
- B. 运动员在斜面上的落点到A点的距离与初速度成正比
- C. 运动员飞出的水平速度减小,落在斜坡上的速度与水平方向夹角减小
- D. 运动员飞出的水平速度减小,落在斜坡上的速度与水平方向夹角不变

[反思感悟]

例 2 在电视剧里,我们经常看到这样的画面:屋外刺客向屋里投来两支飞镖,落在墙上,如图所示.现设飞镖是从同一位置做平抛运动射出来的,飞镖 A 与竖直墙壁成 53° 角,飞镖 B 与竖直墙壁成 37° 角,两落点相距为 d ,不计空气阻力,那么刺客离墙壁的距离为($\sin 37^\circ=0.6, \cos 37^\circ=0.8$) ()



- A. $\frac{9}{7}d$
- B. $2d$
- C. $\frac{24}{7}d$
- D. $\frac{12}{7}d$

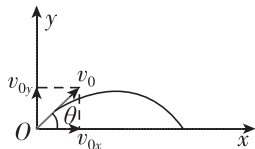
[反思感悟] _____

学习任务二 一般的抛体运动

[模型建构]

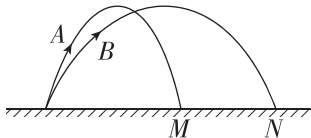
- (1)斜抛运动:以一定的初速度将物体沿与水平方向成一定角度的方向抛出,物体仅在重力作用下所做的曲线运动.
- (2)斜抛运动的性质:斜抛运动是加速度恒为重力加速度 g 的匀变速曲线运动,轨迹是抛物线.
- (3)斜抛运动的基本规律(以斜向上抛为例说明,如图所示)

- ①水平方向: $v_{0x}=v_0 \cos \theta, F_{\text{合}x}=0$.
- ②竖直方向: $v_{0y}=v_0 \sin \theta, F_{\text{合}y}=mg$.



- (4)斜抛运动可以看作是水平方向的匀速直线运动和竖直方向的竖直上抛(或下抛)运动的合运动.

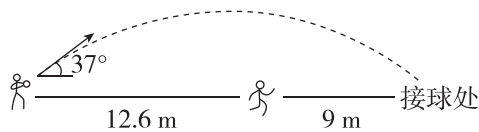
例 3 (多选)[2025·西安高新一中高一月考] 如图所示,从水平地面上同一位置抛出两小球 A、B,分别落在地面上的 M、N 点.两球运动的最大高度相同.空气阻力不计.从小球抛出到落地的过程中,下列说法正确的是 ()



- A. A 比 B 的加速度大
- B. B 的飞行时间比 A 的长
- C. A 在最高点的速度比 B 在最高点的速度小
- D. 两小球相等时间内的速度变化量相等

[反思感悟] _____

变式 [2025·江西南昌高一期末] 篮球运动中,“快攻”是一种很具有观赏性的进攻方式.发球者从底线将篮球大力发出,接球者迅速跑到前场接球,攻框得分.篮球的运动可视为忽略空气阻力的抛体运动,某时刻,接球者从距离发球者 12.6 m 的位置向对方场地匀速奔跑,与此同时,发球者将球沿斜向上的方向抛出,速度与水平方向夹角为 37° ,发球与接球时篮球离地高度相同,重力加速度 g 取 10 m/s^2 . $\sin 37^\circ=0.6, \cos 37^\circ=0.8$,为使接球者奔跑 9 m 后接到篮球,则下列说法正确的是 ()



- A. 发球者抛出篮球的速度大小为 16 m/s
- B. 篮球在空中运动的时间为 1.6 s
- C. 接球者奔跑的速度大小为 5 m/s
- D. 篮球在空中运动的加速度先减小后增大

[反思感悟] _____

类平抛问题

1. 类平抛运动的分析

所谓类平抛运动,就是受力特点和运动特点类似于平抛运动,即受到一个恒定的外力且外力与初速度方向垂直,物体做匀变速曲线运动.

(1)受力特点:物体所受合力为恒力,且与初速度的方向垂直.

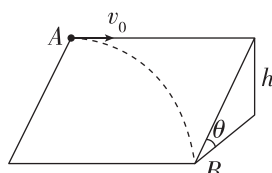
(2)运动特点:沿初速度 v_0 方向做匀速直线运动,沿合力方向做初速度为零的匀加速直线运动.

2. 求解方法

(1)常规分解法:将类平抛运动分解为沿初速度方向的匀速直线运动和垂直于初速度方向(即沿合力方向)的匀加速直线运动.

(2)特殊分解法:对于有些问题,可以过抛出点建立适当的直角坐标系,将加速度 a 分解为 a_x 、 a_y ,初速度 v_0 分解为 v_x 、 v_y ,然后分别在 x 、 y 方向上列方程求解.

示例 (多选)如图,一光滑宽阔的斜面倾角为 θ ,高为 h ,现有一小球在 A 处以水平速度 v_0 射出,最后从 B 处离开斜面,重力加速度为 g ,下列说法正确的是 ()



- A. 小球的运动轨迹为抛物线
- B. 小球的加速度为 $g \sin \theta$
- C. 小球从 A 处到达 B 处所用的时间为

$$\frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

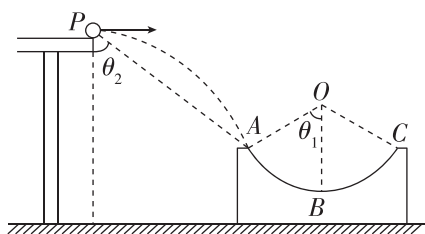
- D. 小球到达 B 处时水平方向位移大小为

$$v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

[反思感悟]

// 随堂巩固 //

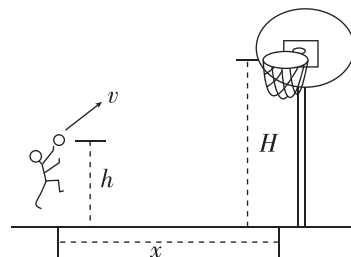
1. (平抛运动二级结论的应用)如图所示,圆弧形凹槽固定在水平地面上,其中 ABC 是以 O 为圆心的一段圆弧,位于竖直平面内.现有一小球从水平桌面的边缘 P 点向右水平飞出,小球恰好能从 A 点沿圆弧的切线方向进入轨道, OA 与竖直方向的夹角为 θ_1 , PA 与竖直方向的夹角为 θ_2 ,已知 $\cot \theta = \frac{1}{\tan \theta}$,下列说法正确的是 ()



- A. $\tan \theta_1 \tan \theta_2 = 2$
- B. $\cot \theta_1 \tan \theta_2 = 2$
- C. $\tan \theta_1 \cot \theta_2 = 2$
- D. $\cot \theta_1 \cot \theta_2 = 2$

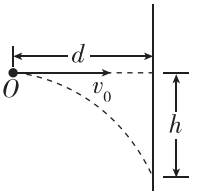
2. (一般的抛体运动)[2025·福建漳州一中高一月考] 篮球比赛中,一同学某次跳起投篮,出手点与篮板的水平距离为 $x = 1.2 \text{ m}$,离地面高度为 $h = 2.6 \text{ m}$,篮球垂直打在竖直篮板上的位置离地面的高度为 $H = 3.05 \text{ m}$.将篮球看成质点,忽略空气阻力, g 取 10 m/s^2 .求:

- (1)篮球从出手到垂直打在篮板上的运动时间 t ;
- (2)出手时篮球速度 v 的大小.

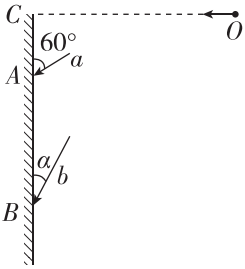


专题课：平抛运动与各种面结合问题

学习任务一 与竖直面有关的平抛运动

图示	
定量关系	水平方向： $d = v_0 t$ 竖直方向： $h = \frac{1}{2} g t^2$

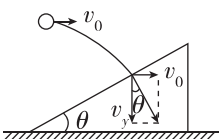
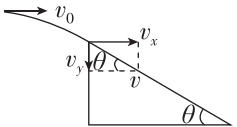
例 1 [2025·河南实验中学高一月考] 如图所示，飞镖 a 、 b 从同一位置 O 水平向左掷出，分别打在镖盘上 A 、 B 两点，镖盘上的 C 点与 O 在同一条水平线上， a 、 b 与竖直镖盘的夹角分别为 60° 和 α 。已知 $AB = 2AC$ ，不计空气阻力，下列说法正确的是 ()



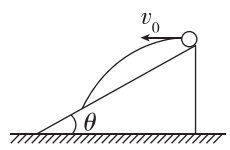
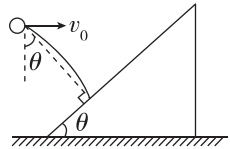
- A. 飞镖 a 、 b 在空中飞行的时间之比为 $1:3$
- B. 飞镖 a 、 b 的初速度大小之比为 $3:1$
- C. 飞镖 a 、 b 打在镖盘上时的速度大小之比为 $1:1$
- D. 飞镖 b 与镖盘的夹角 α 的正切值为 $\frac{\sqrt{3}}{2}$

[反思感悟] _____

学习任务二 与斜面有关的平抛运动

	情景示例	解题策略
已知速度方向	从斜面外平抛，垂直落在斜面上，如图所示，即已知速度的方向垂直于斜面 	分解速度 $\tan \theta = \frac{v_0}{v_y} = \frac{v_0}{gt}$
	从斜面外水平抛出，恰好无碰撞地进入斜面轨道，如图所示，已知该点速度沿斜面方向 	$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$

(续表)

	情景示例	解题策略
已知位移方向	从斜面上平抛又落到斜面上，如图所示，已知位移的方向沿斜面向下 	分解位移 $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2} g t^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$
	在斜面外平抛，落在斜面上位移最小，如图所示，已知位移方向垂直于斜面 	分解位移 $\tan \theta = \frac{x}{y} = \frac{v_0 t}{\frac{1}{2} g t^2} = \frac{2v_0}{gt}$

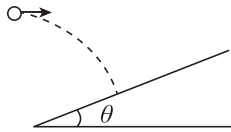
例 2 一水平抛出的小球落到一倾角为 θ 的斜面上时,其速度方向与斜面垂直,运动轨迹如图中虚线所示,则下列说法正确的是 ()

A. 水平速度与竖直速度之比为 $\tan \theta$

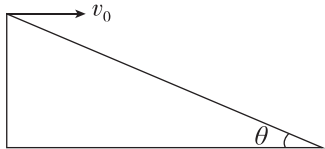
B. 水平速度与竖直速度之比为 $\frac{1}{\tan \theta}$

C. 水平位移与竖直位移之比为 $\frac{2}{\tan \theta}$

D. 水平位移与竖直位移之比为 $\frac{1}{2 \tan \theta}$



例 3 (多选) 如图所示,一质点从倾角为 θ 的斜面顶端以水平初速度 v_0 抛出,重力加速度为 g ,则下列说法正确的是 ()



A. 质点抛出后,经时间 $\frac{v_0 \tan \theta}{g}$ 离斜面最远

B. 质点抛出后,当离斜面最远时速度大小为 $\frac{v_0}{\sin \theta}$

C. 质点抛出后,当离斜面最远时速度大小为 $\frac{v_0}{\cos \theta}$

D. 质点抛出后,经时间 $\frac{v_0}{g \tan \theta}$ 离斜面最远

[反思感悟]

【要点总结】

求解平抛运动与斜面相结合问题的方法

(1) 物体以不同初速度从斜面上平抛又落到斜面上时,位移方向、速度方向以及速度方向与斜面的夹角均相同。

(2) 对于垂直打在斜面上的平抛运动,画出速度分解图;对于重新落在斜面上的平抛运动,画出位移分解图。

(3) 确定合速度(或合位移)与水平方向的夹角,利用夹角确定各分速度(或分位移)之间的关系。

学习任务三 与圆弧面有关的平抛运动

(续表)

	情景示例	解题策略
已知速度方向	从圆弧形轨道外平抛,恰好无碰撞地进入圆弧形轨道,如图所示,即已知速度方向沿该点圆弧的切线方向	分解速度 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{gt}{v_0}$
利用位移关系	从圆心处抛出落到半径为 R 的圆弧上,如图所示,位移大小等于半径 R	$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} g t^2 \\ x^2 + y^2 = R^2 \end{cases}$

	情景示例	解题策略
利用位移关系	从与圆心等高圆弧上抛出落到半径为 R 的圆弧上,如图所示,水平位移 x 与 R 的差的平方与竖直位移的平方之和等于半径的平方	$\begin{cases} x = R + R \cos \theta \\ x = v_0 t \\ y = R \sin \theta = \frac{1}{2} g t^2 \\ (x - R)^2 + y^2 = R^2 \end{cases}$

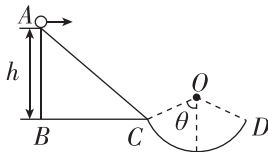
例 4 如图所示,斜面 ABC 与圆弧轨道相接于 C 点,从 A 点水平向右飞出的小球恰能从 C 点沿圆弧切线方向进入轨道。 OC 与竖直方向的夹角为 $\theta = 60^\circ$,若 AB 的高度为 h ,忽略空气阻力,则 BC 的长度为 ()

A. $\frac{\sqrt{3}}{3} h$

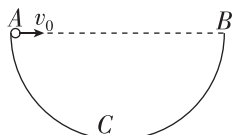
B. $\frac{2\sqrt{3}}{3} h$

C. $\sqrt{3} h$

D. $2\sqrt{3} h$



例 5 如图所示, AB 为半圆环 ACB 的水平直径, C 为环上的最低点, 环半径为 R . 一个小球从 A 点沿 AB 方向以速度 v_0 水平抛出, 不计空气阻力, 则下列判断正确的是 ()



A. v_0 越大, 小球从抛出至落到半圆环上经历的时间越长

B. 即使 v_0 取值不同, 小球落到半圆环上时的速度方向和水平方向的夹角也相同
C. v_0 取值适当时可以使小球垂直撞击半圆环
D. 无论 v_0 取何值, 小球都不可能垂直撞击半圆环

[反思感悟]

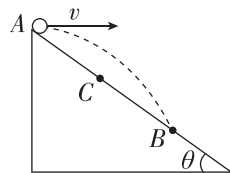
// 随堂巩固 //

1. (平抛运动与竖直面结合问题)[2025·河北唐山一中高一月考] 乒乓球发球机是很多球馆和球友家庭的必备娱乐和训练工具. 如图所示, 某次训练时将发球机置于地面上方某一合适位置, 然后向竖直墙面水平发射乒乓球. 现有两个乒乓球 a 和 b 以不同速度射出, 碰到墙面时下落的高度之比为 $9:16$, 不计阻力, 则乒乓球 a 和 b ()



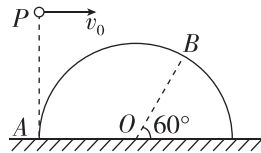
A. 碰墙前运动时间之比为 $9:16$
B. 初速度之比为 $3:4$
C. 碰墙前速度变化量之比为 $3:4$
D. 碰墙时速度与墙之间的夹角的正切值之比为 $4:3$

2. (斜面上的平抛运动问题)[2025·黑龙江哈尔滨高一期末] 如图所示, 在斜面顶端的 A 点以速度 v 平抛一个小球, 经 t_1 时间落到斜面上 B 点处, 若在 A 点将此小球以速度 $0.5v$ 水平抛出, 经 t_2 落到斜面上的 C 点处, 以下判断正确的是 ()



A. $AB:AC=2:1$
B. $t_1:t_2=2:1$
C. $AB:AC=3:1$
D. $t_1:t_2=\sqrt{2}:1$

3. (平抛运动与圆弧面结合问题) 如图所示, 竖直放置、半径为 R 的半圆轨道直径边在水平地面上, O 为圆心, A 、 B 在轨道上, A 是轨道最左端, OB 与水平面夹角为 60° . 在 A 点正上方 P 处将可视为质点的小球水平抛出, 小球过 B 点且与半圆轨道相切, 重力加速度为 g , 小球抛出时的初速度为 ()



A. $\sqrt{gR}$
B. $\sqrt{\frac{3\sqrt{3}gR}{2}}$
C. $\frac{\sqrt{3\sqrt{3}gR}}{2}$
D. $\frac{\sqrt{3gR}}{2}$

专题课: 平抛运动中的临界与极值问题

学习任务一 平抛运动中的临界问题

[科学思维] **1.** 问题特点

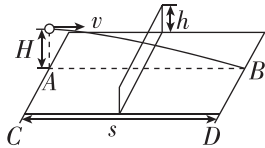
(1) 若题目中有“刚好”“恰好”“正好”等字眼, 表明题述过程中存在临界点.
(2) 若题目中有“最大”“最小”“至多”“至少”“取值范围”等字眼, 表明题述的过程中存在着极值, 这些极

值点也往往是临界点.

2. 求解思路

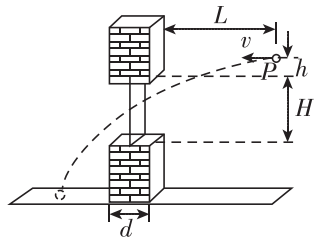
(1) 画出临界轨迹, 找出临界状态对应的临界条件.
(2) 分解速度或位移.
(3) 列方程求解结果.

例 1 (多选) 如图所示,在某次比赛中,女排运动员将排球从底线 A 点的正上方以某一速度水平击出,排球正好擦着球网落在对方底线的 B 点上,且 AB 平行于边界 CD. 已知网高为 h ,球场的长度为 s ,不计空气阻力且排球可看成质点,重力加速度大小为 g ,则排球被击出时,击球点的高度 H 和水平初速度 v 分别为 ()



- A. $H = \frac{4}{3}h$ B. $H = \frac{3}{2}h$
C. $v = \frac{s}{3h}\sqrt{3gh}$ D. $v = \frac{s}{4h}\sqrt{6gh}$

变式 如图所示,窗子上、下沿间的高度差 $H=1.6\text{ m}$,墙的厚度 $d=0.4\text{ m}$. 某人在到墙壁距离为 $L=1.4\text{ m}$ 、距窗子上沿高度为 $h=0.2\text{ m}$ 处的 P 点将可视为质点的小物体以速度 v 水平抛出,小物体直接穿过窗口并落在水平地面上, g 取 10 m/s^2 ,则 v 的取值范围是 ()



- A. $v > 2.3\text{ m/s}$
B. $2.3\text{ m/s} < v < 7\text{ m/s}$
C. $3\text{ m/s} < v < 7\text{ m/s}$
D. $2.3\text{ m/s} < v < 3\text{ m/s}$

[反思感悟]

【技法点拨】

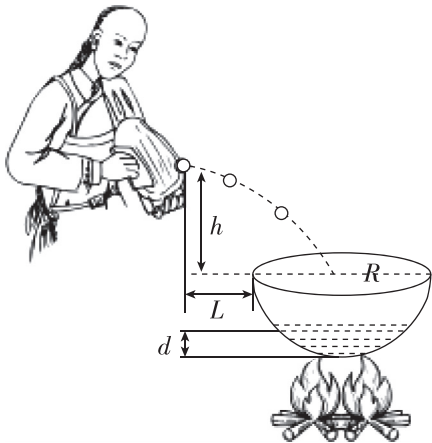
处理平抛运动中的临界问题的关键
处理此类问题的重点在于结合实际模型,对题意进行分析,提炼出关于临界条件的关键信息. 此类问题的临界条件通常为位置关系的限制或速度关系的限制,列出竖直方向与水平方向上的方程,将临界条件代入即可求解. 在分析此类问题时一定要注意从实际出发寻找临界点,画出物体运动的草图,找出临界条件.

学习任务二 平抛运动的极值问题

[科学思维] 高中物理极值问题常涉及在特定条件下求解物理量的最大值或最小值. 以下是常见的求解思路:

- (1)明确题目给出的条件
- (2)分析物体的运动状态
- (3)找出出现极值的条件
- (4)代入极值条件,计算出物理量的最大值或最小值

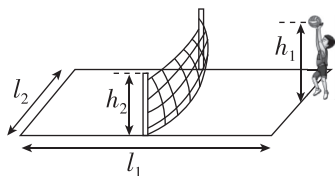
例 2 [2025·广东茂名一中高一月考] 中国的面食种类繁多,其中“刀削面”堪称天下一绝. 如图所示,厨师将小面圈沿锅的某条半径方向水平削出,小面圈距锅的高度 $h=0.3\text{ m}$,与锅沿的最近水平距离 $L=0.45\text{ m}$,锅可视为半径 $R=0.25\text{ m}$ 的半球壳(不计锅的厚度),水面到锅底的距离 $d=0.1\text{ m}$. 不计一切阻力,小面圈的运动可视为平抛运动,重力加速度大小 g 取 10 m/s^2 ,则直接落入水中的小面圈被削出的最大初速度是 ()



- A. 3 m/s
B. 4 m/s
C. 5 m/s
D. 6 m/s

[反思感悟]

例3 [2024·江苏海安高一期末] 在第19届杭州亚运会女子排球决赛中,中国女排以3:0战胜日本女排,以六战全胜且一局未失的战绩成功卫冕冠军.如图所示,发球员在底线中点距离地面高 h_1 处将排球水平击出,为使排球能落在对方球场区域,则发球员将排球击出后,下列排球初速度的最小值 $v_{\min}$ 和最大值 $v_{\max}$ 正确的是(已知重力加速度大小为 g ,排球场的长为 l_1 ,宽为 l_2 ,球网高为 h_2) ()

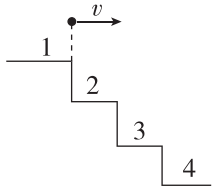


- A. $v_{\min} = \frac{l_1}{2} \sqrt{\frac{g}{2(h_1 - h_2)}}$
 B. $v_{\min} = \frac{l_1}{2} \sqrt{\frac{g}{2h_1}}$
 C. $v_{\max} = l_1 \sqrt{\frac{g}{2h_1}}$
 D. $v_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g(4l_1^2 - l_2^2)}{2h_1}}$

[反思感悟]

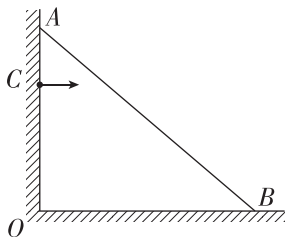
// 随堂巩固 //

1. (平抛运动的临界问题) [2024·江苏白蒲高级中学高一月考] 很多同学小时候玩过用手弹玻璃球的游戏,如图所示,小聪同学在楼梯走道边将一颗质量为18 g的玻璃球(看成质点),从“1”台阶边缘且距“1”台阶0.2 m高处沿水平方向弹出,不计空气阻力,玻璃球直接落到“4”台阶上,各级台阶的宽度、高度均为20 cm,重力加速度大小 g 取 10 m/s^2 ,则玻璃球被弹出时的速度大小可能是 ()



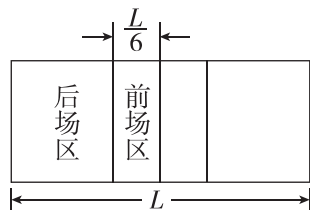
A. 1.6 m/s B. 1.4 m/s C. 1.1 m/s D. 1 m/s

2. (平抛运动的极值问题) [2025·湖南邵阳一中高一月考] 如图所示,一细木棍斜靠在地面与竖直墙壁之间,木棍与水平面之间的夹角为 45° ,A、B为木棍的两个端点,A点到地面的距离为1 m,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,空气阻力不计.现一跳蚤从竖直墙上距地面0.55 m的C点以水平速度 v_0 跳出,要到达细木棍上, v_0 最小为 ()



- A. 1 m/s B. 2 m/s
 C. 3 m/s D. 4 m/s

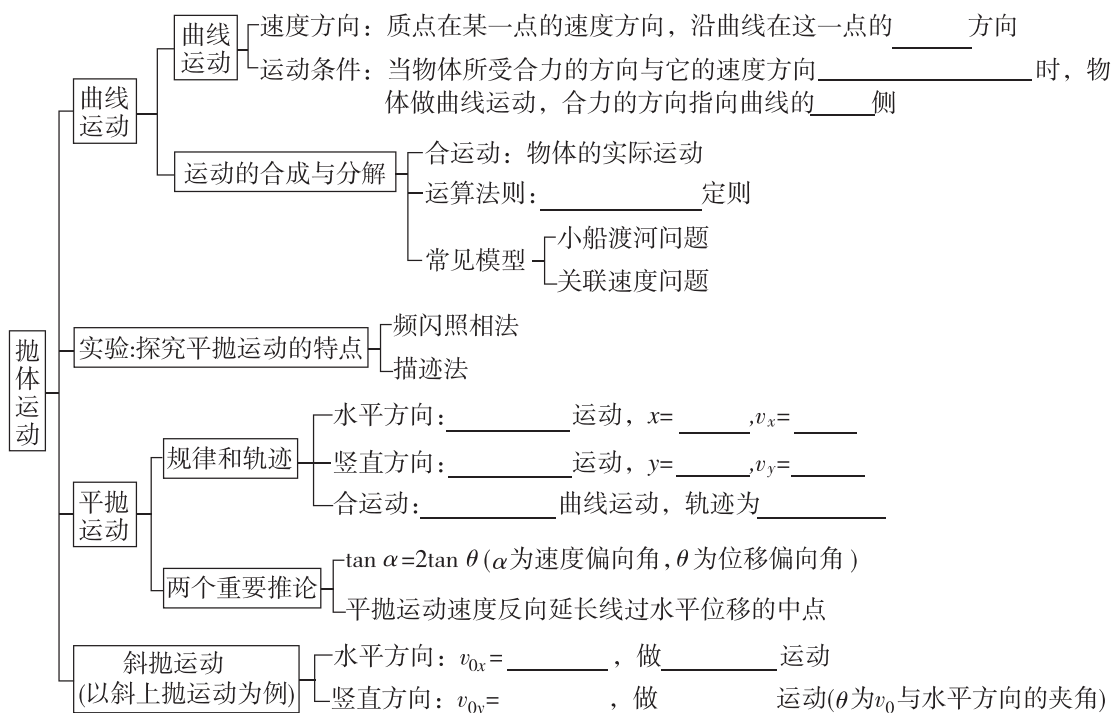
3. (平抛运动的临界问题) [2025·福建泉州一中高一期末] 如图所示是排球场的场地示意图,设排球场的总长为 L ,前场区的长度为 $\frac{L}{6}$,网高为 h ,在排球比赛中,对运动员的弹跳水平要求很高.如果运动员的弹跳水平不高,运动员的击球点的高度小于某个临界值 H ,那么无论水平击球的速度多大,排球不是触网就是越界.设某一次运动员站在前场区和后场区的交界处,正对网前竖直跳起将排球水平击出,不计空气阻力,关于该种情况下临界值 H 的大小,下列关系式正确的是 ()



- A. $H = \frac{49}{48}h$
 B. $H = \frac{16(L+h)}{15L}h$
 C. $H = \frac{16}{15}h$
 D. $H = \frac{L+h}{L}h$

► 知识整合与通关 (五)

【知识网络构建】



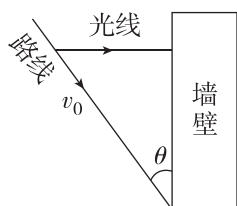
【本章易错通关】

易错点 1 不能判断不同受力情况下物体的运动性质

1. 物体在 F_1 、 F_2 、 F_3 三个恒力共同作用下做匀速直线运动, 突然撤去 F_2 这个力, 则 ()
- A. 物体立即沿 F_2 的反方向返回
- B. 物体一定改做加速度不变的曲线运动
- C. 物体有可能沿 F_2 原方向做匀减速运动
- D. 物体有可能沿 F_2 反方向做匀减速运动

易错点 2 不能区分实际运动中的合运动和分运动

2. 如图所示, 某同学夜晚回家时用手电筒照射房屋的墙壁, 已知手电筒的光线方向水平且始终与墙壁垂直, 而该同学前进路线的方向与墙壁的夹角的正弦值为 $\sin \theta = 0.6$. 若该同学的前进速度大小为 $v_0 = 2 \text{ m/s}$, 手电筒相对人的位置不变, 则光斑在墙壁上的移动速度大小为 ()

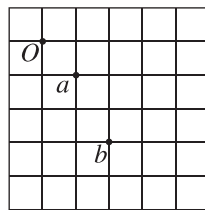


- A. 0.6 m/s B. 1.2 m/s
- C. 1.6 m/s D. 2.4 m/s

【反思感悟】

易错点 3 认错平抛运动的抛出点

3. (多选) 如图所示, 方格坐标每一小格边长为 10 cm . 一物体做平抛运动时分别经过 O 、 a 、 b 三点, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , 则下列结论正确的是 ()



- A. O 点就是抛出点
- B. 物体经过 a 点的速度 v_a 与水平方向成 45° 角
- C. 速度变化量 $\Delta v_{aO} = \Delta v_{ba}$
- D. 小球抛出速度大小为 $v = 1 \text{ m/s}$

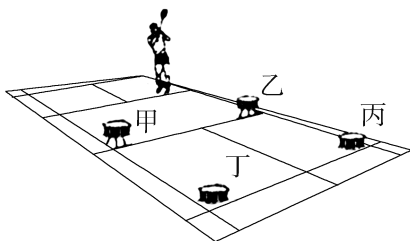
【反思感悟】

易错点 4 不能正确理解运动效果引起错解

4. 小船以一定的速率垂直于河岸向对岸驶去,当水流匀速时,它渡河的时间、发生的位移与水速的关系是 ()

- A. 水速小时,位移小,时间亦短
- B. 水速大时,位移大,时间亦长
- C. 水速大时,位移大,但时间不变
- D. 位移大小、时间长短与水速大小均无关

5. 某同学设计了一个用网球定点击鼓的游戏,如图是他表演时的场地示意图.图中甲、乙两鼓等高,丙、丁两鼓较低但也等高.若他每次发球时网球飞出位置不变且均做平抛运动,则 ()

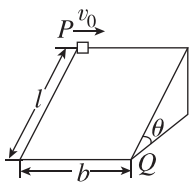


- A. 击中甲、乙的两球初速度大小 $v_{\text{甲}} = v_{\text{乙}}$
- B. 击中甲、乙的两球初速度大小 $v_{\text{甲}} > v_{\text{乙}}$
- C. 假设某次发球能够击中甲鼓,则用相同速度发球可能击中丁鼓
- D. 在击中四鼓的网球中,击中丙鼓的初速度最大

[反思感悟]

易错点 5 类平抛运动问题中的运动分解不准确

6. 如图所示的光滑固定斜面长为 l ,宽为 b ,倾角为 θ ,一物块(可看成质点)沿斜面左上方顶点 P 以初速度 v_0 水平射入,恰好从底端 Q 点离开斜面,已知重力加速度为 g .则 ()

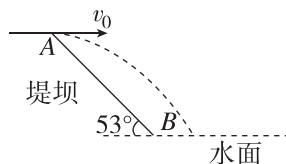


- A. 物块由 P 点变加速运动到 Q 点
- B. 物块由 P 点以大小为 $a = g \cos \theta$ 的加速度匀加速运动到 Q 点
- C. 物块由 P 点运动到 Q 点所用的时间为 $t = \sqrt{\frac{2l}{g}}$
- D. 物块的初速度为 $v_0 = b \sqrt{\frac{g \sin \theta}{2l}}$

[反思感悟]

易错点 6 忽略落到斜面与落到地面的不同

7. 如图所示,饲养员在池塘堤坝边缘 A 处以水平速度 v_0 往鱼池中抛掷鱼饵颗粒.堤坝截面倾角为 53° ,坝顶离水面的高度为 5 m , g 取 10 m/s^2 ,不计空气阻力 ($\sin 53^\circ = 0.8, \cos 53^\circ = 0.6$),则 ()

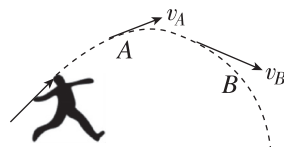


- A. 若 $v_0 = 5 \text{ m/s}$,则鱼饵颗粒会落在堤坝上
- B. 若鱼饵颗粒能落入水中, v_0 越大,落水时速度方向与水平面的夹角越小
- C. 若鱼饵颗粒能落入水中, v_0 越大,从抛出到落水所用的时间越长
- D. 若鱼饵颗粒不能落入水中, v_0 越大,落到堤坝上时速度方向与堤坝的夹角越小

[反思感悟]

易错点 7 误认为斜抛运动最高点物体的速度为零

8. 如图所示,标枪运动员投出去的标枪做曲线运动,不计空气阻力,关于标枪的运动,下列说法正确的 ()



- A. 标枪运动到最高点时速度为零
- B. 出手后标枪的加速度是不变的
- C. 标枪运动到 A 点时,其加速度和速度方向可能垂直
- D. 标枪运动到 B 点时,其加速度方向和速度方向可能共线

[反思感悟]