

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 S

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。



天津出版传媒集团
天津人民出版社

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	116
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	123
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）	128

06 第六章 圆周运动

PART SIX

1 圆周运动	130
第 1 课时 匀速圆周运动	130
第 2 课时 圆周运动的传动问题和周期性问题	132
2 向心力	134
第 1 课时 向心力 实验：探究向心力大小的表达式	134
第 2 课时 向心力的分析与计算	137
3 向心加速度	139
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	144
专题课：水平面内的圆周运动问题	147
知识整合与通关（六）	149

1 行星的运动	151
2 万有引力定律	153
3 万有引力理论的成就	157
4 宇宙航行	159
专题课：同步卫星及其分析 卫星周期问题	161
专题课：卫星变轨和双星模型	164
5 相对论时空观与牛顿力学的局限性	167
④ 知识整合与通关（七）	169

1 功与功率	171
第 1 课时 功	171
第 2 课时 功率	173
专题课：变力做功问题和机车启动问题	175
2 重力势能	178
3 动能和动能定理	181
专题课：动能定理的应用	184
4 机械能守恒定律	187
专题课：系统机械能守恒问题	189
5 实验：验证机械能守恒定律	192
专题课：动能定理和机械能守恒定律的综合应用	195
专题课：功能关系及其应用	197
④ 知识整合与通关（八）	201

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. ()

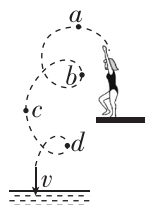
例 1 [2024·盐城中学高一月考] 一个物体做曲线运动时 ()

- A. 所受外力的合力一定变化
- B. 速度的方向可能不变
- C. 所受外力的合力可能为 0
- D. 速度的大小可能不变

【反思感悟】

例 2 如图所示是跳水运动员高台跳水时头部的运动轨迹,最后运动员沿竖直方向以速度 v 入水,则图中 a 、 b 、 c 、 d 四个位置中,头部运动方向与速度 v 的方向相同的是 ()

- A. a
- B. b
- C. c
- D. d



【反思感悟】

【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.

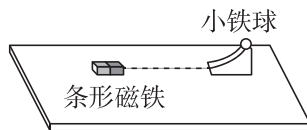
学习任务二 对曲线运动条件的理解

【教材链接】阅读教材,完成下列填空:

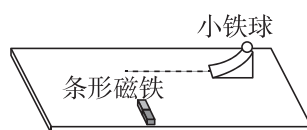
(1)动力学条件:当物体所受合力的方向与它的速度方向_____时,物体做曲线运动.

(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的运动方向用刻度尺在白纸上画一直线.



甲



乙

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

(2)小铁球做曲线运动时,受到的吸引力方向指向轨迹弯曲的_____ (选填“凹侧”或“凸侧”).

【辨别明理】

1. 物体受变力作用才做曲线运动. ()
2. 物体在方向不变的力作用下不可能做曲线运动. ()
3. 物体所受合力恒定时,可能做曲线运动. ()

例 3 关于物体做曲线运动的条件,以下说法正确的是 ()

- A. 物体受到的合力不为零,物体一定做曲线运动
- B. 物体受到的合力不为恒力,物体一定做曲线运动
- C. 初速度不为零,加速度也不为零,物体一定做曲线运动
- D. 初速度不为零,且受到与初速度方向不在同一条直线上的合力作用,物体一定做曲线运动

变式 1 [2024·靖江高级中学高一月考] 一个物体在相互垂直的两个恒力作用下由静止开始运动,经过一段时间后,突然撤去一个力,则物体的运动情况是 ()

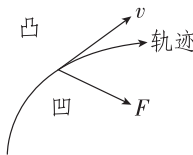
- A. 物体做匀变速曲线运动
- B. 物体做非匀变速曲线运动
- C. 物体做匀速直线运动
- D. 物体沿另一个力的方向做匀加速直线运动

【反思感悟】

【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.



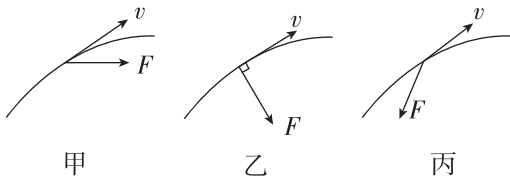
2. 简单运动的分类

$F(a)$ 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

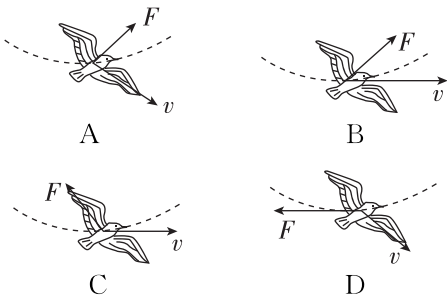
曲线运动特征

- (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.

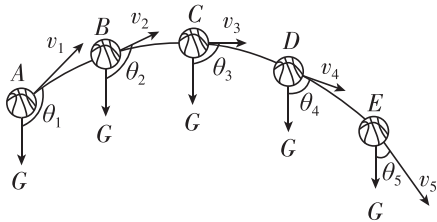


- (3)轨迹特征:曲线运动的轨迹始终夹在合力方向与速度方向之间,而且向合力的一侧弯曲,或者说合力的方向总指向曲线的凹侧,轨迹只能平滑变化,不会出现折线.

示例 [2024·宿迁高一期末] 下面四个选项中的虚线均表示小鸟在竖直平面内沿曲线从左向右减速飞行的轨迹,小鸟在轨迹最低点时的速度 v 和空气对它的作用力 F 的方向可能正确的是 ()



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

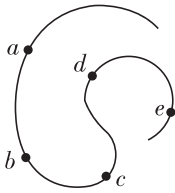


- A. 篮球在 E 点的速度比在 D 点的速度大
- B. 篮球在 A 点的加速度方向与速度的夹角小于 90°
- C. 篮球在 A 点的加速度与在 E 点的加速度相同
- D. 篮球从 A 到 E 过程中,速度先减小后增大

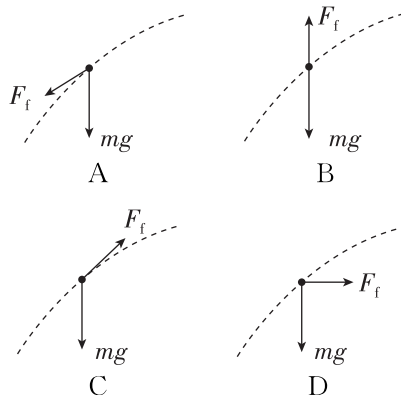
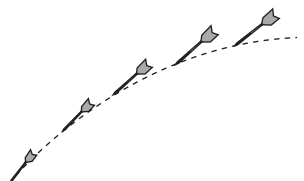
// 随堂巩固 //

1. (对曲线运动速度方向的理解)[2024·南京外国语学校高一月考] 如图所示,一辆汽车沿着弯曲的水平公路行驶,依次通过公路上的 a 、 b 、 c 、 d 、 e 各位置,其中汽车速度方向与它在 e 位置的速度方向大致相同的是 ()

- A. 位置 a
B. 位置 b
C. 位置 c
D. 位置 d

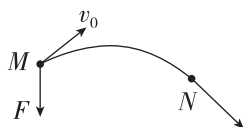


2. (曲线运动轨迹分析)[2024·连云港高一期末] 如图所示,质量为 m 的飞镖在空中做曲线运动,所受空气阻力大小为 F_f ,重力加速度为 g ,则其受力示意图可以表示为 ()



3. (曲线运动规律和特点的分析)[2025·连云港新海高级中学高一月考] 一个物体在光滑水平面上以初速度 v_0 做曲线运动,已知在此过程中物体只受一个恒力 F 作用,运动轨迹如图所示.则由 M 到 N 的过程中,物体的速度将 ()

- A. 逐渐增大
B. 逐渐减小
C. 先增大后减小
D. 先减小后增大



2 运动的合成与分解

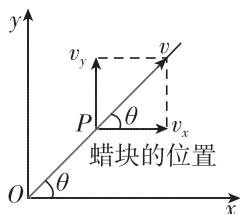
第1课时 运动的合成与分解一般规律

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

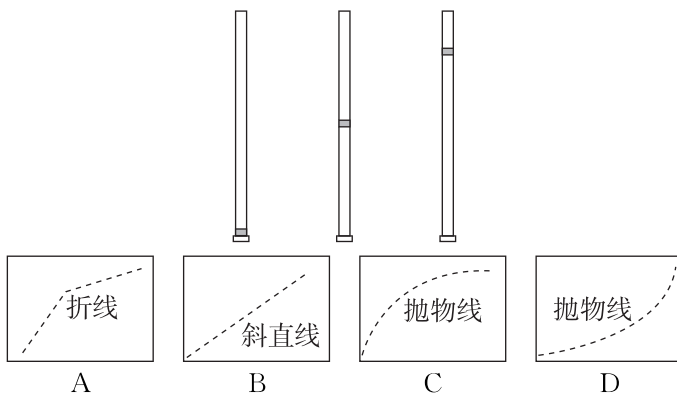
由以上两式可得: $y = \underline{\hspace{2cm}}$.因为 v_y 、 v_x 都是常量,所以蜡块的运动轨迹是一条 _____.

(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 轴正方向的夹角为 θ ,则 $\tan \theta = \underline{\hspace{2cm}}$.

例1 [2024·南京高一期末] 如图所示,在长约 1 m 的竖直倒置的封闭玻璃管内注满清水,水中有一个红蜡块,沿玻璃管以速度 v 匀速上浮,与此同时玻璃管紧贴黑板以速度 $2v$ 向右匀速移动,如果你正对黑板,将看到红蜡块在黑板上形成的移动轨迹可能是下面四幅图中的 ()



【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
-----	---------------

(续表)

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:

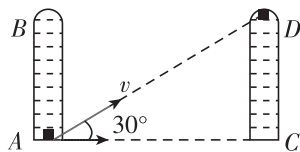
(1)由分运动求合运动的过程叫_____,由合运动求分运动的过程叫_____.运动的合成与分解包括_____的合成与分解和_____的合成与分解.

(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 [2023·苏州中学高一月考] 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 ()

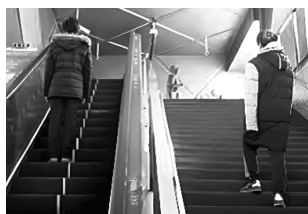


- A. 0.1 m/s 和 1.73 m
- B. 0.173 m/s 和 1.0 m
- C. 0.173 m/s 和 1.73 m
- D. 0.1 m/s 和 1.0 m

【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



学习任务三 合运动性质的判断

【模型构建】两个互成角度的直线运动的合成

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

(续表)

两个互成角度 ($0<\theta<180^\circ$)的分运动	合运动的性质
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 [2024·徐州一中高一月考] 关于两个运动的合运动,下列说法中不正确的是 ()

- A. 两个直线运动的合运动不一定是直线运动
- 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. 两个互成角度的匀变速直线运动的合运动一定是匀变速直线运动
- D. 两个分运动的时间和它们合运动的时间相等

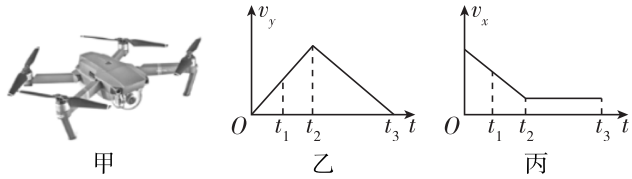
[反思感悟]

变式 2 [2024·南京高一月考] 一物体在以 xOy 为直角坐标系的平面上运动,其运动规律为 $x = -2t^2 - 4t$, $y = 3t^2 + 6t$ (式中的物理量单位均为国际单位),关于物体的运动,下列说法正确的是 ()

- A. 物体在 x 轴方向上做匀减速直线运动
- B. 物体在 y 轴方向上做匀加速直线运动
- C. 物体运动的轨迹,可能是直线,也可能是曲线
- D. 物体运动的轨迹是一条曲线

[反思感悟]

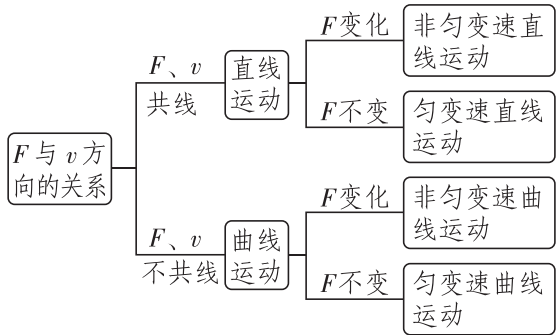
变式 3 如图甲所示的某台无人机上升、向前追踪拍摄的飞行过程中竖直方向上的速度 v_y 及水平方向上的速度 v_x 与飞行时间 t 的关系图像如图乙和丙所示. 下列说法正确的是 ()



- A. 无人机在 t_1 时刻处于失重状态
- B. 无人机在 $0 \sim t_2$ 这段时间内沿直线飞行
- C. 无人机在 t_2 时刻上升至最高点
- D. 无人机在 $t_2 \sim t_3$ 时间内做匀变速运动

[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)[2025·江苏淮安学业考试] 下列关于运动的合成与分解的说法正确的是 ()

- A. 两个互相垂直的分运动是直线运动,其合运动一定是直线运动
- B. 合运动的时间一定等于两个分运动时间之和
- C. 合运动的速度大小一定等于两个分运动速度大小之和
- D. 合运动与分运动的时间一定相等,且合运动的速度可能小于分运动的速度

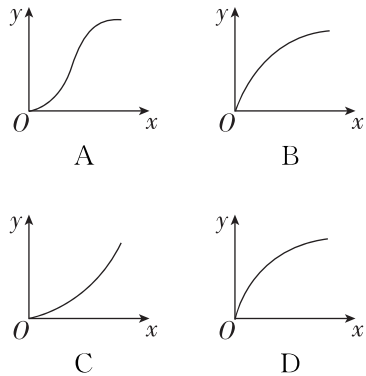
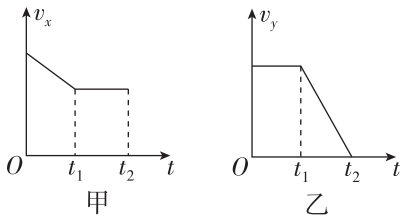
2. (运动的合成)[2024·南通一中高一月考] 如图所示,飞机与货物以 4 m/s 的速度水平匀速飞行,同时以 3 m/s 的速度匀速收拢绳索将货物接到飞机里,绳索始终竖直,该过程中 ()

- A. 绳索的拉力大于货物的重力
- B. 货物相对地面做曲线运动
- C. 货物的速度大小为 7 m/s
- D. 货物的速度大小为 5 m/s



3. (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 ()



第2课时 运动的合成与分解常见模型

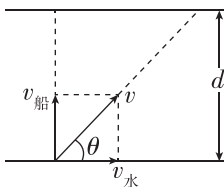
学习任务一 小船渡河问题

[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

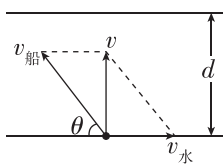


示, 此时 $t = \frac{d}{v_{\text{船}}}$.

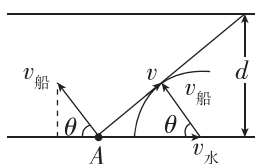
请记住: 要渡河时间最短, 船头应垂直指向河对岸, 即 $v_{\text{船}}$ 与水流方向垂直, 渡河时间与 $v_{\text{水}}$ 无关.

(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 θ 满足 $\cos \theta = \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}}$, 如图甲所示.



甲



乙

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 $\cos \theta = \frac{v_{\text{船}}}{v_{\text{水}}}$, 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.

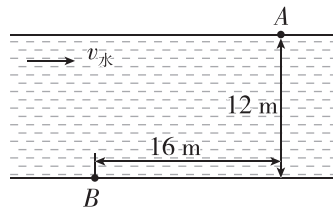
(1) 欲使船以最短时间渡河, 船头应朝什么方向? 最短时间是多少? 船发生的位移是多大?

(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?

变式1 [2024·淮安一中高一月考] 某游泳爱好者横渡富春江, 他以恒定的速度向对岸游去, 面部始终保持与河岸垂直. 设江中各处水流速度相等, 他游过的路程、过河所用的时间与水速的关系是 ()

- A. 水速变大后, 路程变长, 时间不变
- B. 水速变大后, 路程变长, 时间变长
- C. 水速变大后, 合速度变大, 时间变短
- D. 路程、时间与水速无关

变式2 [2024·泰兴一高高一月考] 某小伙子救人的过程, 可用如图所示去描述: 落水孩童抓住绳索停在 A 处, 对面河岸上的小伙子从 B 处沿直线匀速游到 A 处, 成功把人救起. 河宽和间距如图中标注, 假定河水在各处的流速均为 2 m/s , 则 ()



- A. 小伙子如果面对垂直于河岸的方向游, 是不可能到达 A 点的
- B. 小伙子渡河的时间一定为 8 s
- C. 小伙子在静水中游泳的速度至少应为 1.2 m/s , 才能沿直线匀速游到 A 处
- D. 只有小伙子总面对 A 处游, 才能沿直线匀速游到 A 处

【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.

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)

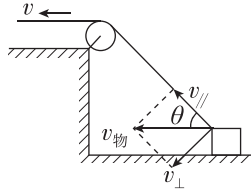
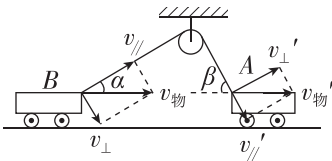
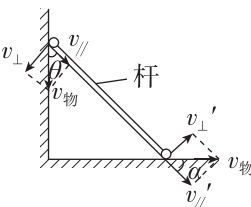
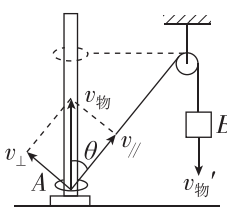
①确定合运动的方向:物体实际运动的方向就是合运动的方向,即合速度的方向.

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

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

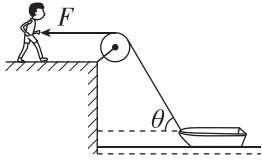
例 2 [2024·南通海门中学高一月考] 如图所示,人在岸上拉船,已知船的质量为 m ,水的阻力恒为 F_f ,当轻绳与水平面的夹角为 θ 时,人以速度 v 匀速向左运动,此时人的拉力大小为 F ,则此时 ()

A. 船的速度大小为 $v \cos \theta$

B. 船的速度大小为 $\frac{v}{\cos \theta}$

C. 船将匀速靠岸

D. 船的加速度大小为 $\frac{F \sin \theta - F_f}{m}$



[反思感悟]

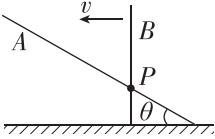
变式 3 [2024·常州高级中学高一月考] 如图所示,以速度 v 沿竖直杆匀速下滑的物体 A 用轻绳通过光滑定滑轮拉物体 B,当绳与水平面夹角为 θ 时,物体 B 的速度为(物体 B 一直在水平方向上运动) ()

A. v B. $\frac{v}{\sin \theta}$ C. $v \cos \theta$ D. $v \sin \theta$

[反思感悟]

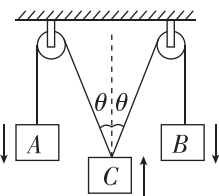
例 3 [2024·淮州中学高一期中] 如图所示,水平地面上固定一个与水平面夹角为 θ 的斜杆 A,另一竖直直杆 B 以速度 v 水平向左做匀速直线运动,所有接触点均光滑.在 B 杆运动的过程中,两杆交点 P 的速度大小为 ()

- A. $\frac{v}{\cos \theta}$
B. $\frac{v}{\sin \theta}$
C. $v \cos \theta$
D. $v \sin \theta$



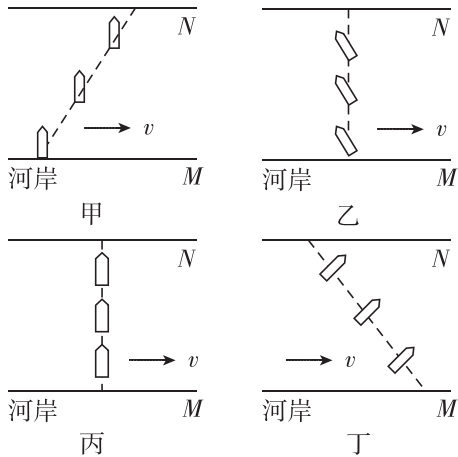
// 随堂巩固 //

1. (关联速度问题) [2023·无锡辅仁高级中学高一月考] 如图所示,A、B、C 三个物体用轻绳绕过定滑轮连接,物体 A、B 的速度方向向下,大小均为 v ,则物体 C 的速度大小为 ()



- A. $2v \cos \theta$
B. $v \cos \theta$
C. $\frac{2v}{\cos \theta}$
D. $\frac{v}{\cos \theta}$

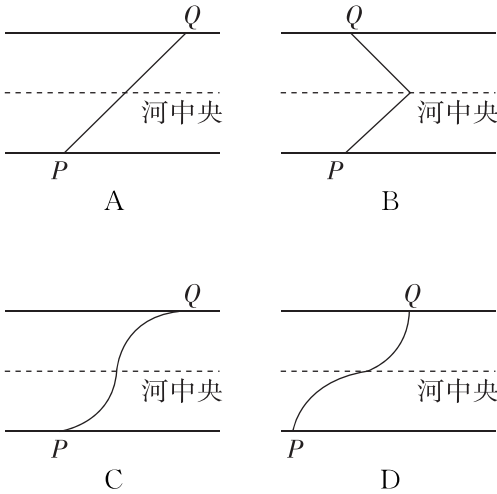
2. (小船渡河问题)小明同学遥控小船做过河实验,并绘制了四幅小船过河的航线图如图所示.图中实线为河岸,河水的流动速度不变,方向水平向右,虚线为小船从河岸M驶向对岸N的实际航线,小船相对于静水的速度不变.下列说法正确的是 ()



- A. 航线图甲是正确的,船头保持图中的方向,小船过河时间最短
- B. 航线图乙是正确的,船头保持图中的方向,小船过河时间最短
- C. 航线图丙是正确的,船头保持图中的方向,小船过河位移最短

D. 航线图丁是不正确的,如果船头保持图中的方向,那么船的轨迹应该是曲线

3. (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 ()



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

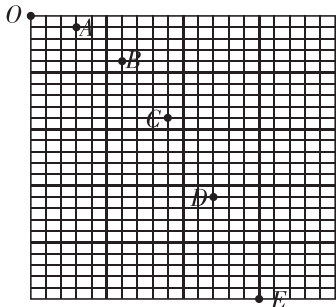
(1)平抛运动的特点:物体是沿着水平方向抛出的,在运动过程中只受到竖直向下的重力作用.

(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

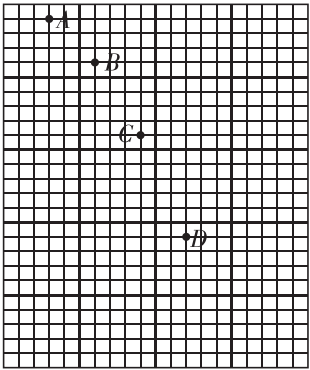
3. 以抛出点为坐标原点,以初速度方向为 x 轴正方向,竖直向下为 y 轴正方向,建立直角坐标系,记录小球的水平位移和竖直位移.

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.

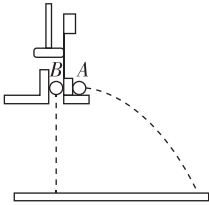
例 1 [2024·如东高级中学高一月考] 如图所示为一小球做平抛运动的频闪照片的一部分,闪光频率是 10 Hz,图中背景方格的边长均为 5 cm.



- (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] _____

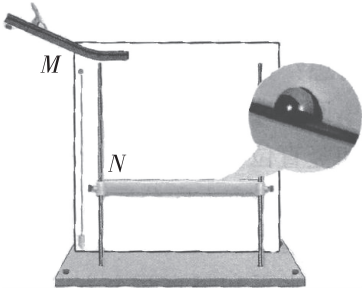
方案二 利用平抛竖落仪和斜槽探究平抛运动

- (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.

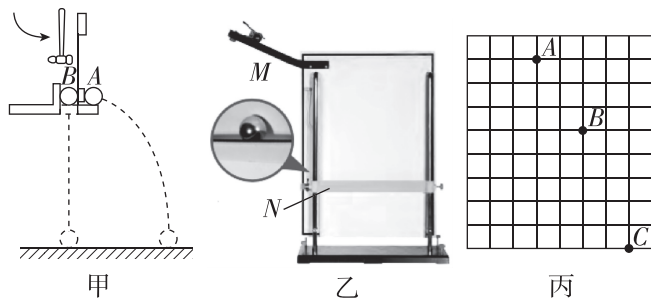
(二) 探究平抛运动水平分运动的特点



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·无锡高一期末] 某学习小组用图甲和图乙所示的装置做“探究平抛运动的特点”的实验.



- (1) 下列实验操作不合理的有_____.
- 用图甲装置研究平抛物体的竖直分运动时, 比较 A、B 两球是否同时落地
 - 图乙装置中的背板必须处于竖直面内, 固定时可用铅垂线检查背板是否竖直
 - 若将小球放在图乙装置的斜槽末端水平部分任一位置均能保持静止, 则说明斜槽末端水平
 - 用图乙装置多次实验以获得钢球做平抛运动的轨迹时, 可以从斜槽上任意不同位置静止释放小球

(2) 该小组利用图乙装置, 记录了小球经过的 A、B、C 三个位置, 如图丙所示. 图中每格的边长为 L , 重力加速度为 g .

- 小球从 A 运动到 B 和从 B 运动到 C 的时间 _____ (选填“相等”或“不相等”);
- 小球从 A 运动到 B 的时间为 _____ (用 L 、 g 表示);
- 小球做平抛运动的初速度为 _____ (用 L 、 g 表示).

【注意事项】

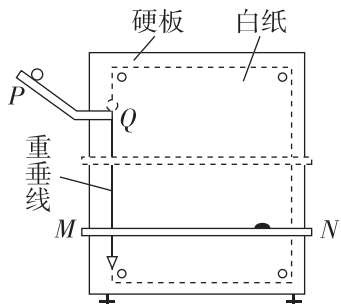
- 平板必须处于竖直面内, 固定时要用铅垂线检查坐标纸竖线是否竖直.
- 钢球每次必须从斜槽上同一位置由静止滚下.
- 坐标原点不是槽口的端点, 应是钢球在槽口时球心在平板上的投影点.
- 钢球开始滚下的位置高度要适中, 以使钢球做平抛运动的轨迹由坐标纸的左上角一直到达右下角为宜.
- 应在轨迹上选取离坐标原点 O 较远的一些点来计算初速度.

// 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 ()

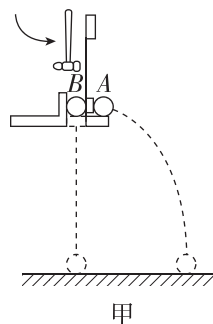
- 实心小铁球
- 空心小铁球
- 实心小木球
- 以上三种小球都可以

2. (实验条件) [2024·泰州高一期末] 用如图所示装置研究平抛运动. 将白纸和复写纸对齐重叠并固定在坚硬的硬板上, 钢球沿斜槽轨道 PQ 滑下后从末端飞出, 落在水平挡板 MN 上, 在白纸上留下印迹. 多次实验, 用平滑曲线把这些印迹连接起来, 就得到钢球运动的轨迹. 下列说法正确的是 ()



- 斜槽轨道必须光滑
- 斜槽轨道末端水平
- 挡板高度需要等间距变化
- 要从斜槽上不同的位置释放钢球

3. (实验综合) [2024·盐城中学高一月考] 某同学做“探究平抛运动的特点”的实验.



步骤 1: 探究平抛运动竖直分运动的特点

(1) 在如图甲所示的实验中, 用小锤击打弹性金属片后, A 球沿水平方向抛出, 同时 B 球自由下落, 通过 _____ (选填“眼睛看”或“耳朵听”) 的方式比较它们落地时刻的先后更加合适.

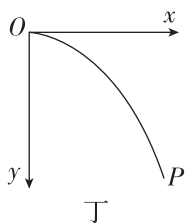
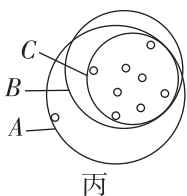
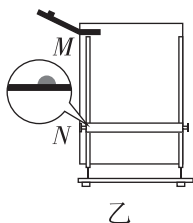
(2) 在如图甲所示的实验中, 用小锤击打弹性金属片后, A 球沿水平方向抛出, 同时 B 球自由下落. 重复实验数次, 无论打击力大或小, 仪器距离地面高或低, A、B 两球总同时落地, 该实验表明 _____.

- 平抛运动水平方向的分运动是匀速直线运动
- 平抛运动水平方向的分运动是匀加速直线运动
- 平抛运动竖直方向的分运动是自由落体运动
- 平抛运动竖直方向的分运动是匀速直线运动

步骤 2:探究平抛运动水平分运动的特点

(3)如图乙所示,在探究平抛运动水平分运动的特点时,除木板、小球、斜槽、铅笔、刻度尺、图钉之外,下列器材中还需要有_____.

- A. 重垂线、白纸和复写纸
- B. 秒表、天平
- C. 弹簧测力计



(4)利用图乙的装置进行实验,钢球释放后落在倾斜挡板上,就会挤压复写纸,并在白纸上留下印迹.多次实验,白纸上留下了 10 个印迹,如果用画圆法确定钢球的落点,图丙中画的三个圆最合理的是_____.

- A. A B. B C. C

(5)某同学通过实验,得到了钢球做平抛运动的轨迹,如图丁中的曲线 OP 所示.以 O 点为坐标原点、水平方向为 x 轴、竖直方向为 y 轴建立坐标系.已知小球在 y 方向的分运动是自由落体运动,他猜想小球在 x 方向的分运动是匀速直线运动.请你根据图丁,简要说明如何验证该同学的猜想:_____

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

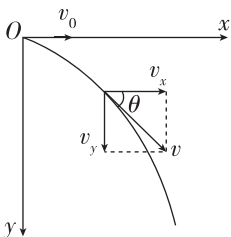
【科学思维】平抛运动的研究方法:

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

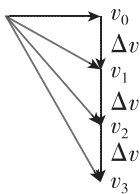
变式 1 [2023·昆山中学高一月考] 一个物体以初速度 v_0 水平抛出,落地速度为 v ,重力加速度为 g ,则物体运动时间为 ()

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

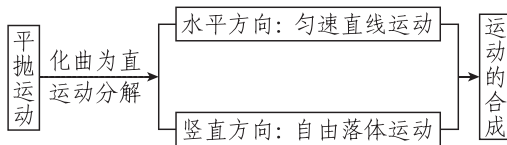
【要点总结】

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·镇江中学高一月考] 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.

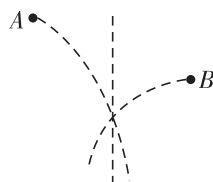
变式 2 如图所示, A 球在 B 球的左上方, 两球相向水平抛出. 要使两球在与两球抛出点水平距离相等的竖直线上相遇, 则 ()

A. A 、 B 两球要同时抛出

B. B 球要先抛出

C. A 球抛出时的速度要大于 B 球抛出时的速度

D. A 球抛出时的速度要小于 B 球抛出时的速度



【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

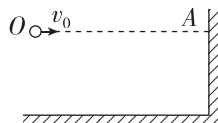
2. (平抛运动规律的应用) [2024·宿迁高一期末] 如图所示, 从水平面上方 O 点水平抛出一个初速度大小为 v_0 的小球, 小球与水平面发生一次碰撞后恰能击中竖直墙壁上与 O 点等高的 A 点, 小球与水平面碰撞前后水平分速度不变, 竖直分速度大小不变、方向相反. 不计空气阻力, 若只改变小球的初速度大小, 小球仍能击中 A 点, 则初速度大小可能为 ()

A. $1.5v_0$

B. $2v_0$

C. $\frac{2v_0}{3}$

D. $\frac{v_0}{4}$



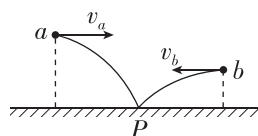
3. (多个物体做平抛运动的对比) [2024·梁丰高级中学高一月考] 如图, 在同一竖直面内, 小球 a 、 b 从高度不同的两点, 分别以初速度 v_a 和 v_b 沿水平方向先后抛出, 恰好同时落到地面上与两抛出点水平距离相等的 P 点, 若不计空气阻力, 则下列说法不正确的是 ()

A. 小球 a 比小球 b 先抛出

B. 初速度 v_a 小于 v_b

C. 小球 a 、 b 抛出点距地面高度之比为 $v_b^2 : v_a^2$

D. 初速度 v_a 大于 v_b

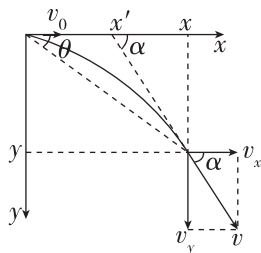


第2课时 平抛运动的两个重要推论 一般的抛体运动

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 $\tan \alpha = 2 \tan \theta$.

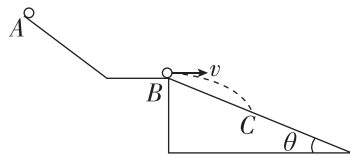


(2)如上图所示,试证明平抛运动的速度反向延长线过水平位移的中点,即 $x' = \frac{x}{2}$.

例1 [2024·泰州高一月考] 跳台滑雪是北京2022年冬奥会的比赛项目之一,图甲为跳台滑雪的场地,可以简化为如图乙所示的示意图,平台末端B点切线水平,斜面足够长,当运动员以速度 v 从B点水平飞出时,落到斜面上C点,斜面倾角为 θ ,忽略空气阻力.下列说法正确的是 ()



甲



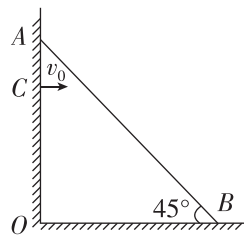
乙

- A. 人在空中运动的时间与 v 无关
- B. 人在空中运动的时间与 v 成正比
- C. 人落到斜面时的位移大小与 v 成正比
- D. v 越大,人落到斜面时的瞬时速度的方向与斜面的夹角越大

[反思感悟]

例2 如图所示,蜘蛛在地面与竖直墙壁间结网,蛛丝AB与水平地面之间的夹角为 45° ,A到地面的距离为1 m,已知重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,空气阻力不计,若蜘蛛从竖直墙上距地面0.8 m的C点以水平速度 v_0 跳出,要到达蛛丝,水平速度 v_0 可以为 ()

- ①1 m/s ②2 m/s
- ③3.5 m/s ④1.5 m/s
- A. ①② B. ②③
- C. ③④ D. ①④



学习任务二 一般的抛体运动

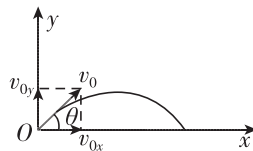
[模型建构]

- (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)

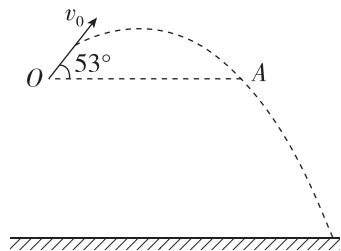
- ① 水平方向: $v_{0x} = v_0 \cos \theta$, $F_{\text{合}x} = 0$.
- ② 竖直方向: $v_{0y} = v_0 \sin \theta$, $F_{\text{合}y} = mg$.

(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.

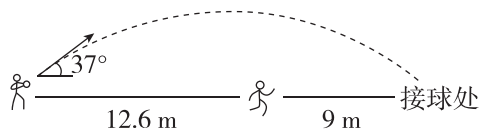


例 3 [2024·赣榆高级中学高一月考] 将小球从 O 点以 $v_0 = 5 \text{ m/s}$ 的初速度斜向上抛出, 小球经过与 O 点等高的 A 点后落地. 已知 v_0 与水平方向夹角为 53° , 不计空气阻力, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , $\sin 53^\circ = 0.8$, $\cos 53^\circ = 0.6$. 求小球从 O 点到 A 点的:

- (1) 运动时间 t ;
(2) 水平位移 x .



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]

素养提升

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.

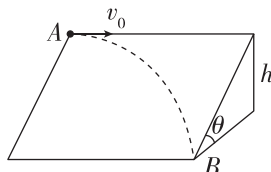
(2) 特殊分解法: 对于有些问题, 可以过抛出点建立适当的直角坐标系, 将加速度 a 分解为 a_x 、 a_y , 初速度 v_0 分解为 v_x 、 v_y , 然后分别在 x 、 y 方向上列方程求解.

示例 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 , 下列说法不

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]

【要点总结】

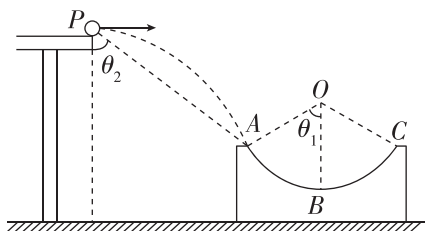
类平抛运动与平抛运动的区别

做平抛运动的物体初速度水平, 物体只受与初速度垂直的竖直向下的重力, $a = g$; 做类平抛运动的物体初速度不一定水平, 但物体所受合力的方向与初速度的

方向垂直且为恒力, $a = \frac{F_{\perp}}{m}$.

// 随堂巩固 //

1. (平抛运动二级结论的应用)[2024·无锡一中高一期末] 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 ()

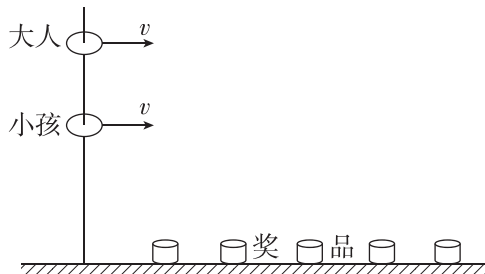


- A. $\tan \theta_1 \tan \theta_2 = 2$ B. $\cot \theta_1 \tan \theta_2 = 2$
C. $\tan \theta_1 \cot \theta_2 = 2$ D. $\cot \theta_1 \cot \theta_2 = 2$

2. (一般的抛体运动)[2024·南通高一期末] 如图所示为抛圈套物游戏,大人与小孩在同一地点,以相同的初速度 v 将套圈水平抛出,大人的出手点比小孩高,两人都刚好套中奖品.则 ()

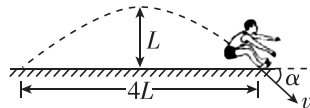
- A. 小孩要套中大人的奖品,只需向后移动适当距离
B. 小孩要套中大人的奖品,可以保持其他条件不变,将套圈斜向下抛出

- C. 大人要套中小孩的奖品,可以保持其他条件不变,将套圈斜向上抛出
D. 大人要套中小孩的奖品,只需适当增大初速度大小



3. (一般的抛体运动)如图所示,一名运动员参加跳远比赛,腾空过程中离地面的最大高度为 L ,成绩为 $4L$.运动员落入沙坑瞬间速度为 v ,方向与水平面的夹角为 α .运动员可视为质点,不计空气阻力,重力加速度为 g ,则 ()

- A. $\tan \alpha = \frac{1}{2}, v = \sqrt{2gL}$
B. $\tan \alpha = 1, v = 2\sqrt{gL}$
C. $\tan \alpha = \frac{1}{2}, v = 2\sqrt{gL}$
D. $\tan \alpha = 1, v = \sqrt{2gL}$



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: $h = \frac{1}{2} g t^2$

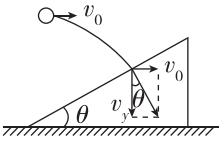
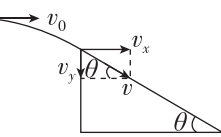
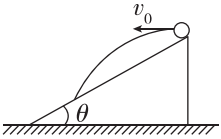
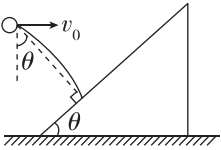
例 1 [2024·梁丰高级中学高一月考] 乒乓球发球机是很多球馆和球友家庭的必备娱乐和训练工具.如图所示,某次训练时将发球机置于地面上方某一合适位置,然后向竖直墙面水平发射乒乓球.现有两个乒乓球 a 和 b 以不同速度射出,碰到墙面时下落的高度之比为 $9:16$,不计阻力,则乒乓球 a 和 b ()

- 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 $4:3$

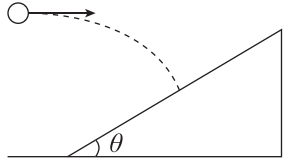
[反思感悟]



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 	$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$
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 $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$
	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 $\tan \theta = \frac{x}{y} = \frac{v_0 t}{\frac{1}{2}gt^2} = \frac{2v_0}{gt}$

例 2 [2024·常州高一期末] 在某次演习中,轰炸机沿水平方向投放了一枚炸弹,炸弹正好垂直于倾角为 θ 的山坡击中目标. 则炸弹水平方向通过的距离与竖直方向下落的高度之比为 ()

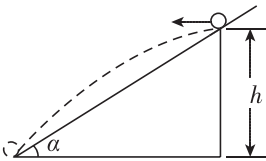


- A. $\frac{1}{2 \tan \theta}$
- B. $2 \tan \theta$
- C. $\tan \theta$
- D. $\frac{1}{\tan \theta}$

[反思感悟] _____

例 3 [2025·徐州一中高一月考] 如图所示,固定斜面的倾角为 α , 高为 h , 一小球从斜面顶端水平抛出, 落至斜面底端, 重力加速度为 g , 不计空气阻力, 则小球从抛出到离斜面距离最大所用的时间为 ()

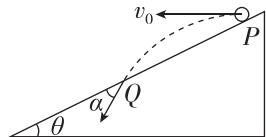
- A. $\sqrt{\frac{h \sin \alpha}{2g}}$
- B. $\sqrt{\frac{h}{2g}}$
- C. $\sqrt{\frac{h}{g}}$
- D. $\sqrt{\frac{2h}{g}}$



[反思感悟] _____

变式 1 [2024·常州高一期末] 如图所示, 从倾角为 θ 的足够长的斜面上 P 点以速度 v_0 水平抛出一个球, 落在斜面上某处 Q 点, 小球落在斜面上时的速度方向与斜面的夹角为 α . 若把水平抛出的初速度变为 $2v_0$, 则下列说法正确的是 ()

- A. 夹角 α 不变
- B. 夹角 α 变大
- C. 小球在空中的运动时间变为原来的 4 倍
- D. 小球在空中运动的水平距离变为原来的 2 倍

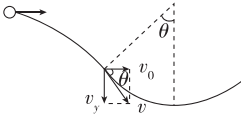
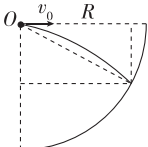
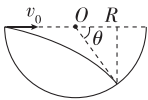


[反思感悟] _____

【要点总结】

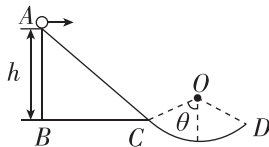
- 求解平抛运动与斜面相结合问题的方法
- (1) 物体以不同初速度从斜面上平抛又落到斜面上时, 位移方向、速度方向以及速度方向与斜面的夹角均相同.
 - (2) 对于垂直打在斜面上的平抛运动, 画出速度分解图; 对于重新落在斜面上的平抛运动, 画出位移分解图.
 - (3) 确定合速度(或合位移)与水平方向的夹角, 利用夹角确定各分速度(或分位移)之间的关系.

学习任务三 与圆弧面有关的平抛运动

	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形轨道的切线方向 	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 	$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} g t^2 \\ x^2 + y^2 = R^2 \end{cases}$
	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 	$\begin{cases} x = R + R \cos \theta \\ x = v_0 t \\ y = R \sin \theta = \frac{1}{2} g t^2 \\ (x - R)^2 + y^2 = R^2 \end{cases}$

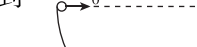
例 4 如图所示,斜面 ABC 与圆弧轨道相接于 C 点,从 A 点水平向右飞出的小球恰能从 C 点沿圆弧切线方向进入轨道. OC 与竖直方向的夹角为 $\theta=60^\circ$,若 AB 的高度为 h ,忽略空气阻力,则 BC 的长度为 ()

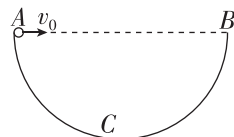
- A. $\frac{\sqrt{3}}{3}h$
 B. $\frac{2\sqrt{3}}{3}h$
 C. $\sqrt{3}h$
 D. $2\sqrt{3}h$



[反思感悟]

变式 2 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 ()

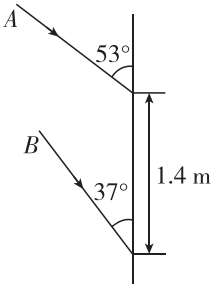
- A. v_0 越大, 小球从抛出至落到半圆环上经历的时间越长
- B. 即使 v_0 取值不同, 小球落到半圆环上时的速度方向和水平方向的夹角也相同
- C. v_0 取值适当可以使小球垂直撞击半圆环
- D. 无论 v_0 取何值, 小球都不可能垂直撞击半圆环
- 



〔反思感悟〕

随堂巩固

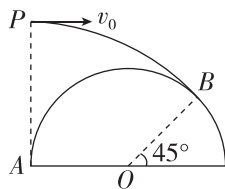
1. (平抛运动与竖直面结合问题)[2023·溧水高级中学高一月考] 在电视剧里,我们经常看到这样的画面:屋外刺客向屋里投来两支飞镖,落在墙上,如图所示.现设飞镖是从同一位置做平抛运动射出来的,飞镖 A 与竖直墙壁成 53° 角,飞镖 B 与竖直墙壁成 37° 角,两落点相距为 1.4 m ,则刺客与墙

壁的距离为(已知 $\tan 37^\circ = \frac{3}{4}$,
$$\tan 53^\circ = \frac{4}{3}) \quad (\quad)$$

- A. 4.8 m B. 2.4 m
C. 5.2 m D. 6.3 m

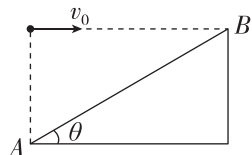
2. (平抛运动与圆弧面结合问题)[2024·扬州江都中学高一月考] 如图所示,可视为质点的小球位于

半圆柱体左端点 A 正上方的 P 点,以大小为 v_0 的初速度水平抛出,其运动轨迹恰好与半圆柱体相切于 B 点.过 B 点的半圆柱体半径与水平方向的夹角为 45° ,不计空气阻力,重力加速度大小为 g ,则 P 、 A 两点的高度差为 ()



- A. $\frac{v_0^2}{2g}$ B. $\frac{2\sqrt{2}-1}{2g}v_0^2$
C. $\frac{\sqrt{2}-1}{g}v_0^2$ D. $\frac{\sqrt{2}v_0^2}{2g}$

3. (斜面上的平抛运动问题)[2025·泰州兴化中学高一月考] 如图所示,斜面倾角为 θ ,位于斜面底端A正上方的小球以初速度 v_0 正对斜面顶点B水平抛出,小球到达斜面经过的时间为 t ,重力加速度为 g ,不计空气阻力,则以下说法不正确的是 ()



- A. 若小球以最小位移到达斜面,则 $t = \frac{2v_0}{g \tan \theta}$
- B. 若小球垂直击中斜面,则 $t = \frac{v_0}{g \tan \theta}$
- C. 若小球能击中斜面中点,则 $t = \frac{2v_0}{g \tan \theta}$
- D. 若小球能击中斜面中点,则 $t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g}$

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]

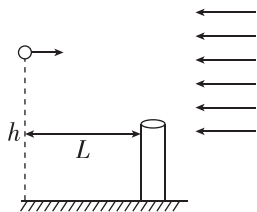
1. 问题特点

- (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.

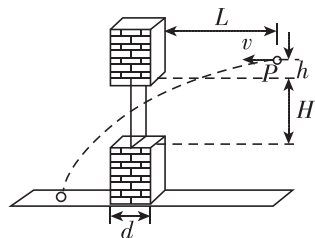
例1 [2024·淮阴中学高一期末] 为了研究空气动力学问题,如图所示,某人将质量为 m 的小球从距地面高 h 处以一定初速度水平抛出,在距抛出点水平距离 L 处,有一根管口比小球直径略大的竖直细管,上管口距地面的高度为 $\frac{h}{2}$.小球在水平方向上受恒定风力作用,且小球恰能无碰撞地通过管子,重力加速度为 g ,则下列说法正确的是 ()



- A. 小球的初速度大小为 $L\sqrt{\frac{g}{h}}$
- B. 风力的大小为 $\frac{2mgL}{h}$
- C. 小球进入管口时的速度大小为 $\sqrt{2gh}$
- D. 小球落地时的速度大小为 $2\sqrt{gh}$

[反思感悟]

例2 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垂直于墙壁的速度 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

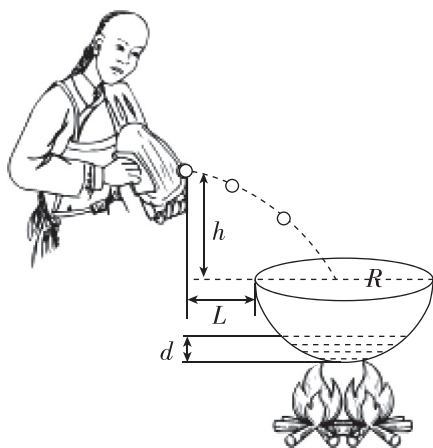
处理此类问题的重点在于结合实际模型,对题意进行分析,提炼出关于临界条件的关键信息.此类问题的临界条件通常为位置关系的限制或速度关系的限制,列出竖直方向与水平方向上的方程,将临界条件代入即可求解.在分析此类问题时一定要注意从实际出发寻找临界点,画出物体运动的草图,找出临界条件.

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.

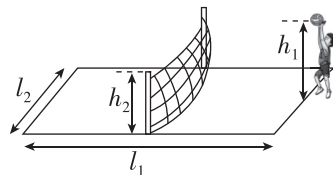
例3 [2025·广东茂名一中高一月考] 中国的面食种类繁多,其中“刀削面”堪称天下一绝. 如图所示,厨师将小面圈沿锅的某条半径方向水平削出,小面圈距锅的高度 $h=0.3\text{ m}$,与锅沿的最近水平距离 $L=0.45\text{ m}$,锅可视为半径 $R=0.25\text{ m}$ 的半球壳(不计锅的厚度),水面到锅底的距离 $d=0.1\text{ m}$. 不计一切阻力,小面圈的运动可视为平抛运动,重力加速度大小 g 取 10 m/s^2 ,则直接落入水中的小面圈被削出时的最大初速度是 ()



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

[反思感悟]

例4 [2024·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) ()

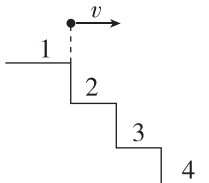


- A. $v_{\min} = \frac{l_1}{2} \sqrt{\frac{g}{2(h_1 - h_2)}}$
B. $v_{\min} = \frac{l_1}{2} \sqrt{\frac{g}{2h_1}}$
C. $v_{\max} = l_1 \sqrt{\frac{g}{2h_1}}$
D. $v_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g(4l_1^2 - l_2^2)}{2h_1}}$

[反思感悟]

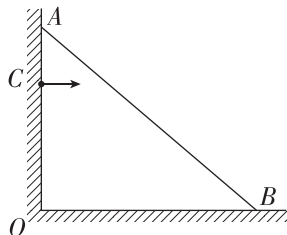
// 随堂巩固 //

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 ()



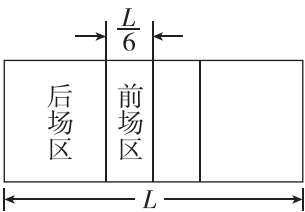
- A. 1.6 m/s B. 1.4 m/s
C. 1.1 m/s D. 1 m/s

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. 现一小球从竖直墙上距地面 0.55 m 的C点以水平速度 v_0 抛出,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

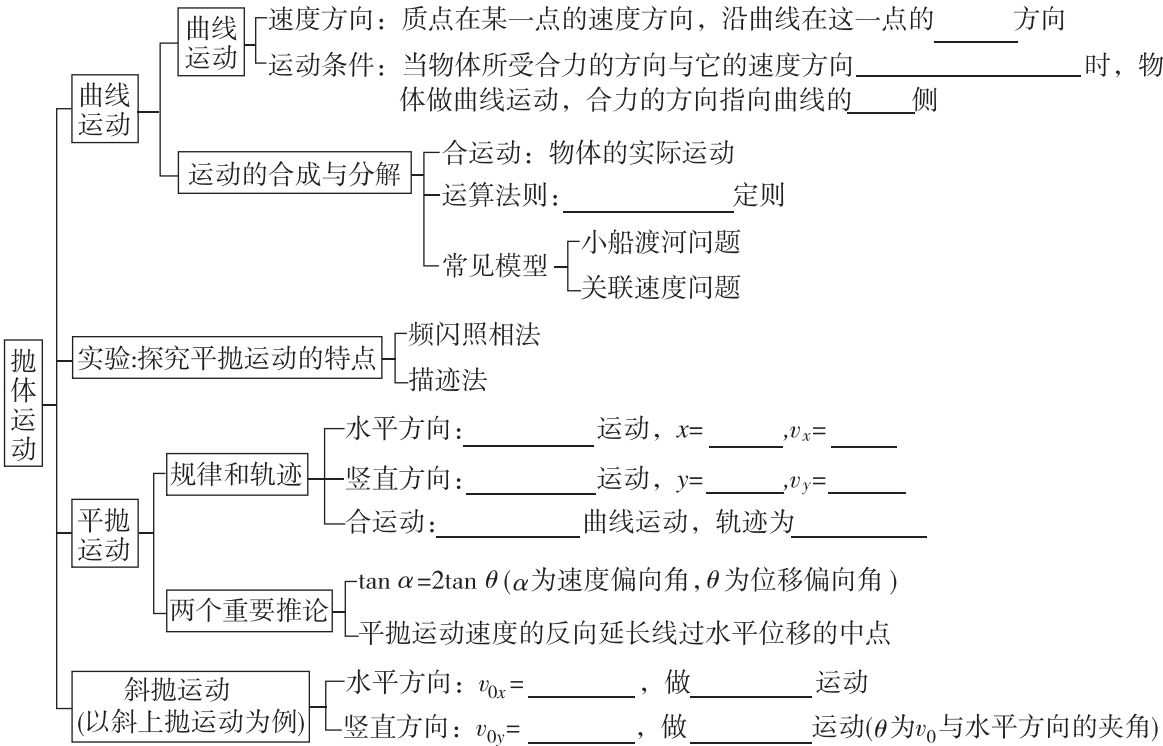
3. (平抛运动的临界问题)[2025·福建泉州一中高一期末] 如图所示是排球场的场地示意图,设排球场的总长为 L ,前场区的长度为 $\frac{L}{6}$,网高为 h ,在排球比赛中,对运动员的弹跳水平要求很高.如果运动员的弹跳水平不高,运动员的击球点的高度小于某个临界值 H ,那么无论水平击球的速度多大,排球不是触网就是越界.设某一次运动员站在前场区和后场区的交界处,正对网前竖直跳起将排球水平击出,不计空气阻力,关于该种情况下临界值 H 的大小,下列关系式正确的是 ()



- 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】



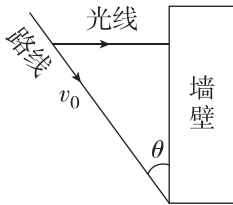
【本章易错通关】

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

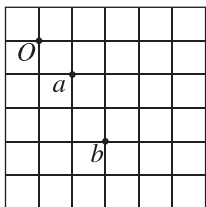
2. 如图所示,某同学夜晚回家时用手电筒照射房屋的墙壁,已知手电筒的光线方向水平且始终与墙壁垂直,而该同学前进路线的方向与墙壁的夹角的正弦值为 $\sin \theta = 0.6$.若该同学的前进速度大小为 $v_0 = 2 \text{ m/s}$,手电筒相对人的位置不变,则光斑在墙壁上的移动速度大小为 ()



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

易错点3 认错平抛运动的抛出点

3. 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. 物体的抛出速度大小为 $v = 1 \text{ m/s}$

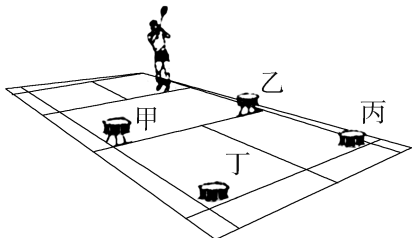
[反思感悟]

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

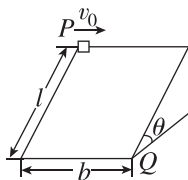
[反思感悟]

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)从斜面左上方顶点 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 ()

知重力加速度为 g , 则 ()

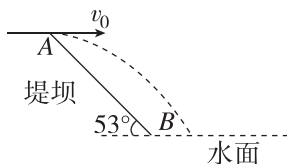
- A. 物块由 P 点到 Q 点做加速度变化的加速运动
- B. 物块由 P 点以大小为 $a = g \cos \theta$ 的加速度匀加速运动到 Q 点
- C. 物块由 P 点运动到 Q 点所用的时间为 $t = \sqrt{\frac{2l}{g}}$
- D. 物块的初速度为 $v_0 = b \sqrt{\frac{g \sin \theta}{2l}}$



[反思感悟]

易错点6 忽略落到斜面与落到水平面的不同

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 ()

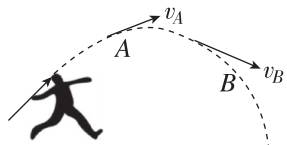


- A. 若 $v_0 = 5 \text{ m/s}$, 则鱼饵颗粒会落在堤坝上
- B. 若鱼饵颗粒能落入水中, v_0 越大, 落水时速度方向与水平面的夹角越小
- C. 若鱼饵颗粒能落入水中, v_0 越大, 从抛出到落水所用的时间越长
- D. 若鱼饵颗粒不能落入水中, v_0 越大, 落到堤坝上时速度方向与堤坝的夹角越小

[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