

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2

必修第二册 RJ

北京
专版

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	101
2 运动的合成与分解	104
第 1 课时 运动的合成与分解	104
第 2 课时 运动的合成与分解的应用	105
3 实验:探究平抛运动的特点	107
4 抛体运动的规律	110
第 1 课时 平抛运动的性质和规律	110
第 2 课时 多个物体平抛运动的比较 一般的抛体运动	113
专题课:平抛运动与各种面结合问题	115
专题课:平抛运动中的临界极值问题 类平抛运动	118
④ 知识整合与通关(五)	120

06 第六章 圆周运动

PART SIX

1 圆周运动	122
2 向心力	126
第 1 课时 向心力 实验:探究向心力的大小与半径、角速度、质量的关系	126
第 2 课时 匀速圆周运动向心力的大小 变速圆周运动和一般曲线运动	129
3 向心加速度	131
4 生活中的圆周运动	133
专题课:竖直面内的圆周运动问题	137
专题课:水平面内的圆周运动问题	140
④ 知识整合与通关(六)	143

1 行星的运动	145
2 万有引力定律	147
3 万有引力理论的成就	151
4 宇宙航行	154
专题课:卫星变轨和双星问题	158
5 相对论时空观与牛顿力学的局限性	161
⑩ 知识整合与通关(七)	164

1 功与功率	166
第1课时 功	166
第2课时 功率	170
专题课:机车启动问题	172
2 重力势能	174
3 动能和动能定理	178
专题课:动能定理的应用	181
4 机械能守恒定律	184
专题课:系统机械能守恒的应用	187
专题课:功能关系及其应用	190
5 实验:验证机械能守恒定律	194
⑩ 知识整合与通关(八)	197

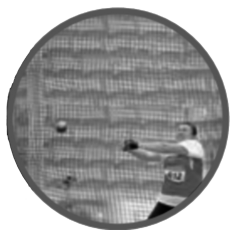
第五章 抛体运动

1 曲线运动

学习任务一 曲线运动的速度方向及其性质

【问题导学】

如图所示,链球飞出去瞬间速度方向是怎怎样的?



【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.

【物理观念】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】

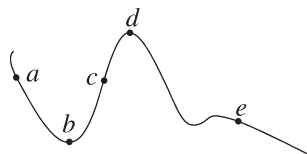
1. 做曲线运动的物体,速度可能不变. ()
2. 曲线运动一定是变速运动,但变速运动不一定是曲线运动. ()
3. 做曲线运动的物体的位移大小可能与路程相等. ()
4. 做曲线运动的物体加速度一定不为零. ()

例 1 关于直线运动与曲线运动,下列选项正确的是 ()

- A. 速度改变的运动一定是曲线运动
- B. 速度恒定的运动一定是直线运动
- C. 加速度改变的运动一定是曲线运动
- D. 加速度恒定的运动一定是直线运动

【反思感悟】

例 2 [2024·北京育才中学高一期中] 某质点沿如图所示的曲线 $abcde$ 运动,则 a 、 b 、 c 、 d 、 e 各点的速度方向中,哪两点的速度方向大致相同 ()



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

【反思感悟】

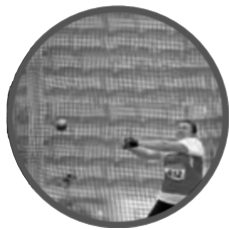
【要点总结】

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.

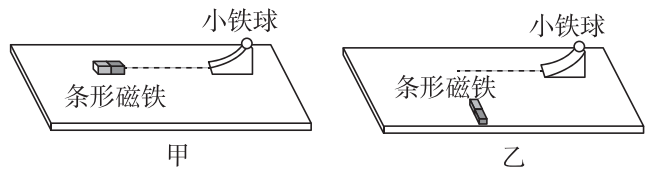
学习任务二 物体做曲线运动的条件

[问题导学]

如图所示,链球飞出至落地的过程中沿直线运动还是曲线运动?为什么?



[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. 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上画一直线.



(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)小球做曲线运动时,受到的吸引力方向指向轨迹弯曲的_____.

[科学思维] 1. 物体做曲线运动的条件

(1)动力学条件:合力方向与速度方向不共线,这包含三个层次的内容:①初速度不为零;②合力不为零;③合力方向与速度方向不共线.

(2)运动学条件:加速度方向与速度方向不共线.

2. 简单运动的分类

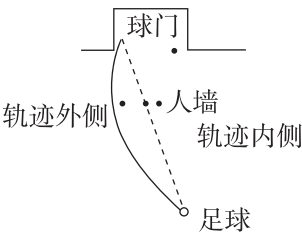
$F(a)$ 与 v 的方向	轨迹特点	加速度特点	运动性质
共线	直线	恒定	匀变速直线运动
		不恒定	非匀变速直线运动
不共线	曲线	恒定	匀变速曲线运动
		不恒定	非匀变速曲线运动

[辨别明理]

- 1. 物体受恒力作用不可能做曲线运动. ()
- 2. 做曲线运动的物体,速度与合力不可能在同一条直线上. ()

- 3. 物体受到的合力不为零时一定做曲线运动. ()

例 3 [2024·北京丰台区高一期中] 在足球场上罚任意球时,运动员踢出的“香蕉球”,在行进中绕过“人墙”转弯进入了球门,守门员“望球莫及”,其轨迹如图所示. 关于足球在这一飞行过程中的受力方向和速度方向,下列说法正确的是 ()



- A. 合力的方向与速度方向在一条直线上
- B. 合力的方向沿轨迹切线方向,速度方向指向轨迹内侧
- C. 合力方向指向轨迹内侧,速度方向沿轨迹切线方向
- D. 合力方向指向轨迹外侧,速度方向沿轨迹切线方向

[反思感悟]

例 4 (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 ()

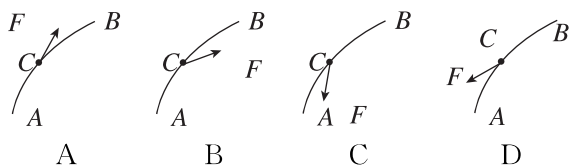
- A. 一定做匀变速运动
- B. 可能做曲线运动
- C. 一定做非匀变速运动
- D. 一定做加速运动

[反思感悟]

曲线运动特征

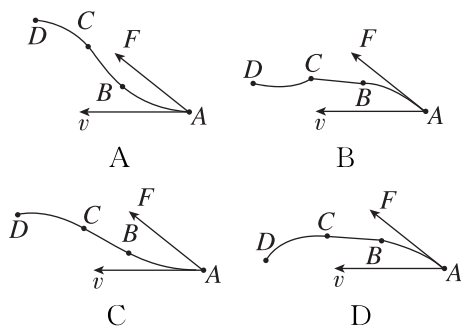
- (1)运动学特征:曲线运动一定为变速运动.
- (2)动力学特征:物体所受的合力一定不为零且和速度方向始终不在一条直线上(曲线运动条件).合力方向与速度方向成锐角时,物体做加速曲线运动;成钝角时,物体做减速曲线运动.
- (3)轨迹特征:曲线运动的轨迹始终夹在合力方向与速度方向之间,而且向合力的一侧弯曲,或者说合力的方向总指向曲线的凹侧,轨迹只能平滑变化,不会出现折线.

示例 [2024·北京清华附中高一期末] 质点沿如图所示的轨道由A点到B点做曲线运动,速度逐渐减小,图中能正确表示质点在C处受力的是 ()



[反思感悟]

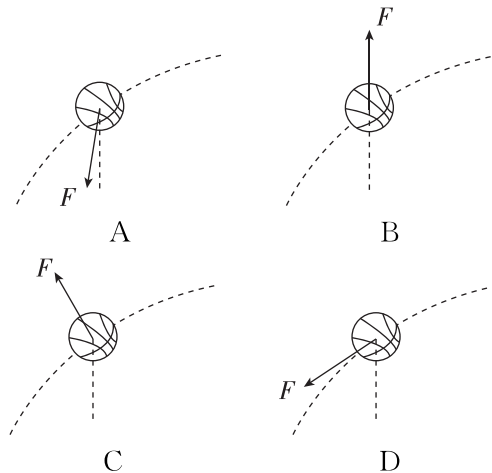
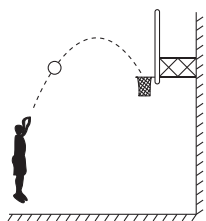
变式 [2024·北京丰台区高一期末] 一个物体在光滑水平面上做匀速直线运动,其速度方向如图中的 v 所示.从A点开始,它受到向前但偏右(观察者沿着物体前进的方向看,下同)的外力 F ;到达B点时,这个外力的方向突然变为与前进方向相同;到达C点时,外力的方向又突然改为向前但偏左;物体最终到达D点.则关于物体由A点到D点的运动轨迹,下列选项中可能正确的是 ()



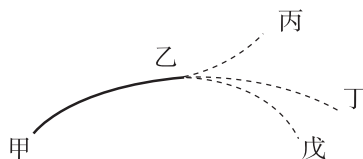
[反思感悟]

// 随堂巩固 //

1. (对曲线运动速度方向的理解)关于曲线运动的速度,下面说法中正确的是 ()
- A. 速度的大小与方向都发生变化
- B. 速度的大小不断发生变化,速度的方向不一定发生变化
- C. 质点在某一点的速度方向沿曲线上该点的切线方向
- D. 质点在某一点的速度方向与曲线上该点的切线方向垂直
2. (物体做曲线运动的条件)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 ()



3. (曲线运动的条件)某质点从甲点沿如图所示的曲线运动到乙点,质点受力的大小为 F .经过乙点后,若力的方向突然变为与原来相反,则从乙点开始运动的路径可能是沿 ()



- A. 乙甲 B. 乙丙 C. 乙丁 D. 乙戊

2 运动的合成与分解

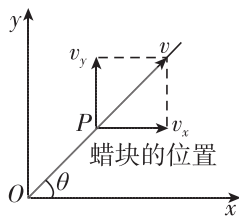
第1课时 运动的合成与分解

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. 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

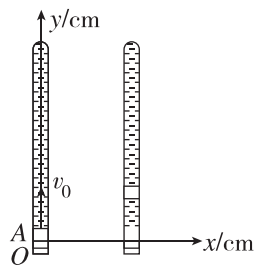
(1)蜡块运动的速度大小 $v = \underline{\hspace{2cm}}$.

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

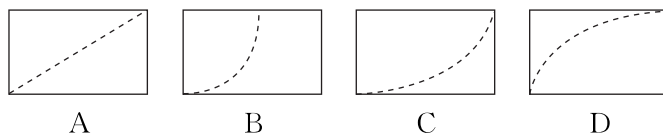
例1 [2024·北京房山区高一期中] 请阅读下述文字,完成下面小题。

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

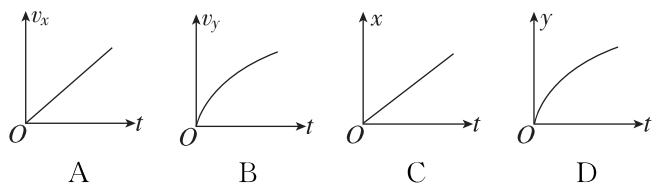
胶塞塞紧.把玻璃管倒置,如图所示建立坐标系,蜡块 A 从坐标原点 O 沿玻璃管匀速上升,同时使玻璃管沿 x 轴正方向做匀速直线运动。



(1)观察蜡块 A 的运动情况,则运动轨迹为 ()



(2)蜡块 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] _____

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. 合运动与分运动

(1)如果物体同时参与了几个运动,那么物体实际发生的运动就是_____,同时参与的几个运动就是_____。(均选填“合运动”或“分运动”)

(2)合运动与分运动的四个特性

等时性	各分运动与合运动同时发生和结束,时间_____
等效性	各分运动的共同效果与合运动的效果_____
同体性	各分运动与合运动是_____物体的运动

(续表)

独立性	各分运动之间互不相干,彼此独立,_____
-----	-----------------------

2. 运动的合成与分解

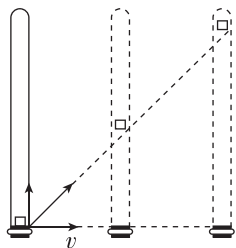
(1)由分运动求合运动的过程叫_____,由合运动求分运动的过程叫_____.运动的合成与分解是描述运动的三个矢量的合成与分解,即_____、_____和_____的合成与分解。

(2)运动的合成与分解应遵从_____.

【辨别明理】

1. 合运动与分运动是同时进行的,时间相等. ()
2. 合运动一定是实际发生的运动. ()
3. 合运动的速度一定比分运动的速度大. ()
4. 两个夹角为 90° 的匀速直线运动的合运动,一定也是匀速直线运动. ()

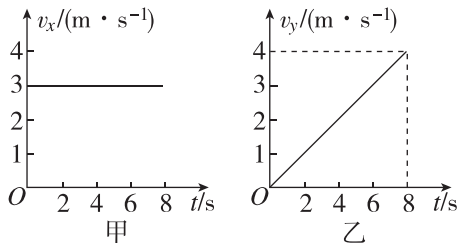
例 2 [2024·北京东城区高一期末] 如图所示,将一蜡块置于注满清水的长玻璃管中,封闭管口后将玻璃管竖直倒置,在蜡块以速度 v_0 匀速上浮的同时,使玻璃管以速度 v 水平向右匀速移动,蜡块由管口上升到顶端.如果玻璃管以 $2v$ 的水平速度移动,当蜡块由管口上升到顶端时,下列说法正确的是 ()



- A. 蜡块速度增大
- B. 蜡块速度不变
- C. 蜡块位移减小
- D. 蜡块位移不变

例 3 如图所示,图甲表示某物体在 x 轴方向上的分运动的 v_x-t 的图像,图乙表示该物体在 y 轴方向上的分运动的 v_y-t 图像.求:

- (1)物体在 $t=0$ 时的速度大小;
- (2) $t=8$ s 时物体的速度大小;
- (3)0~4 s 内物体的位移大小.



// 随堂巩固 //

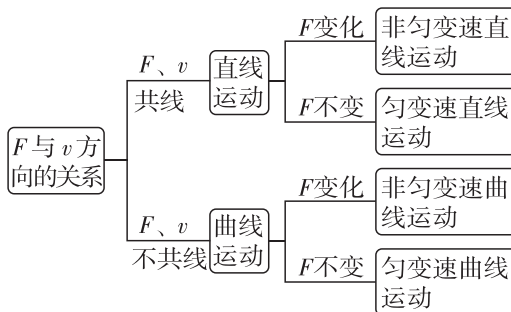
1. (对运动的合成与分解的理解)有关运动的合成,下列说法中正确的是 ()
 - A. 两个直线运动的合运动一定是直线运动
 - B. 两个不在同一直线上的匀速直线运动的合运动一定是匀速直线运动
 - C. 两个初速度不为零的匀加速直线运动的合运动一定是匀加速直线运动
 - D. 一个匀加速直线运动和一个匀速直线运动的合运动一定是匀加速直线运动

2. (运动的合成)现在自然灾害日益严重,在救灾过程中有时不得不出动军用直升机为被困灾民空投物资.直升机空投物资时,可以停留在空中不动,当物资从直升机上由静止投下后,在下落过程中将会受到水平风力的影响,下列说法中正确的是 ()
 - A. 风力越大,物资下落时间越长
 - B. 物资速度方向一定每时每刻都在变化
 - C. 物资下落时间与风力无关
 - D. 物资着地速度与风力无关

第 2 课时 运动的合成与分解的应用

学习任务一 合运动性质的判断

[科学思维] 分析两个互成角度的直线运动的合运动的性质时,应先求出合运动的合速度 v 和合力 F (合加速度 a),然后进行判断.



例 1 关于运动的合成,下列说法不正确的是()

- A. 合运动的速度可能比分运动的速度小
- B. 两个分运动的时间,一定与它们合运动的时间相等
- C. 两个不沿一直线的匀速直线运动的合运动,一定是匀速直线运动
- D. 两个分运动是直线运动的合运动,一定是直线运动

例 2 质点在 xOy 平面内从 O 点开始运动,其轨迹在 xOy 平面直角坐标系中的方程为 $y=2x$,则质点可能 ()

- A. 在 Ox 方向上做 2 m/s 的匀速运动,在 Oy 方向上做 1 m/s 的匀速运动
- B. 在 Ox 方向上做初速度为零、加速度为 2 m/s^2 的匀加速运动,在 Oy 方向做 2 m/s 的匀速运动
- C. 在 Ox 方向上做 1 m/s 的匀速运动,在 Oy 方向做初速度为零、加速度为 2 m/s^2 的匀加速运动

- D. 在 Ox 方向上做初速度为零、加速度为 1 m/s^2 的匀加速运动,在 Oy 方向做初速度为零、加速度为 2 m/s^2 的匀加速运动

[反思感悟]

【要点总结】

几种常见的运动合成情况

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 $v_{合}$ 与 $a_{合}$ 共线,则为匀变速直线运动 若 $v_{合}$ 与 $a_{合}$ 不共线,则为匀变速曲线运动

学习任务二 小船渡河问题

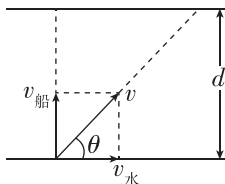
【模型建构】

(1)渡河时间问题

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,

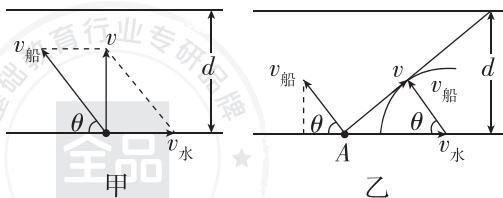
此时 $t = \frac{d}{v_{船}}$.



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

(2)最短位移问题

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



②若 $v_{水} > v_{船}$,如图乙所示,从出发点 A 开始作矢量 $v_{水}$,再以 $v_{水}$ 末端为圆心,以 $v_{船}$ 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 $\cos \theta = \frac{v_{船}}{v_{水}}$,最短位移 $x_{短} = \frac{d}{\cos \theta}$.

例 3 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?

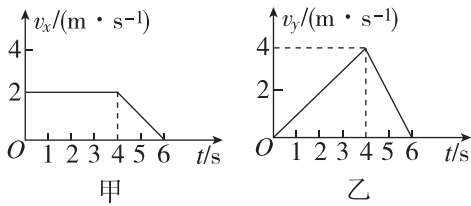
【要点总结】

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.

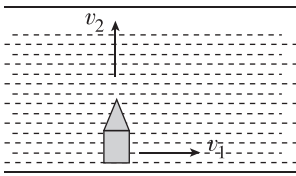
// 随堂巩固 //

1. (合运动性质的判断)(多选)[2024·北京朝阳区高一期末] 质量为0.2 kg的物体在水平面上运动,其两个正交分速度随时间的变化图像如图所示,则 ()



- A. 0~6 s内物体始终做曲线运动
- B. 0~4 s内物体的位移大小为 $8\sqrt{2}$ m
- C. 0~4 s内物体做曲线运动,4 s末物体的速度与加速度方向相反
- D. 0~4 s内物体做直线运动,4~6 s内物体做曲线运动

2. (小船渡河问题)如图所示,一条小船渡河,河水流速 $v_1=4$ m/s,船在静水中速度 $v_2=3$ m/s,船头方向与河岸垂直.关于小船的运动,下列说法正确的是 ()



- A. 小船的实际运动轨迹与岸垂直
- B. 小船相对于岸的速度大小为 5 m/s
- C. 小船相对于岸的速度大小为 7 m/s
- D. 小船调整船头方向,有可能垂直河岸渡河

3 实验:探究平抛运动的特点

【实验思路】

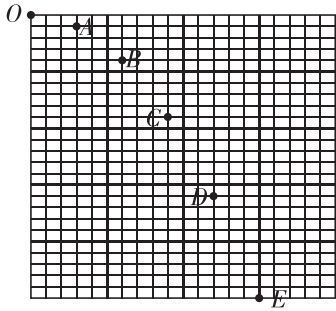
- 1. 思路:把复杂的曲线运动分解为不同方向上的两个相对简单的直线运动.
- 2. 平抛运动的分解方法
 - (1)平抛运动的特点:物体是沿着水平方向抛出的,在运动过程中只受到竖直向下的重力作用.
 - (2)分解方法:分解为水平方向的分运动和竖直方向的分运动.

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.
- 3. 以抛出点 O 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.



频闪照相法

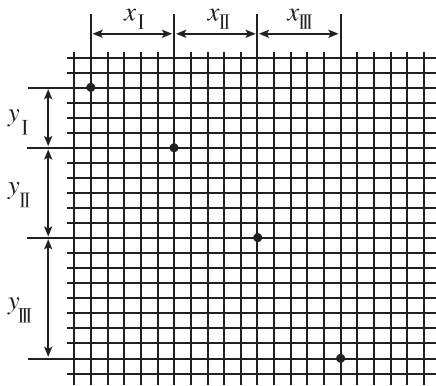
	OA	OB	OC	OD	OE	
t	T	$2T$	$3T$	$4T$	$5T$	
x/mm						
y/mm						

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 · 北京西城区高一期末] 如图所示是用频闪照相的方法记录的做平抛运动的小球每隔相等时间的位置图,用于探究平抛运动的特点.



(1)关于实验,下列做法正确的是 _____ (选填选项前的字母).

- A. 选择体积小、质量大的小球
- B. 借助重垂线确定竖直方向
- C. 先抛出小球,再打开频闪仪
- D. 水平抛出小球

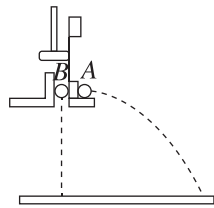
(2)以小球左边第一个位置(不是平抛起始点)的中心为起点,从左向右各位置间的水平间距依次为 x_I 、 x_{II} 、 x_{III} ,若满足 _____,可以说明平抛运动在水平方向的分运动是匀速直线运动;竖直间距依次为 y_I 、 y_{II} 、 y_{III} ,若满足 _____,可以说明平抛运动在竖直方向的分运动是匀变速直线运动.

[反思感悟] _____

方案二 利用平抛竖落仪和斜槽探究平抛运动

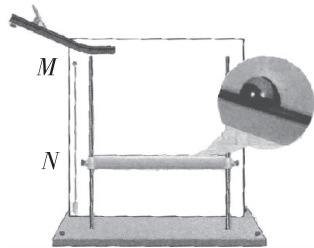
(一)探究平抛运动竖直分运动的特点

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.

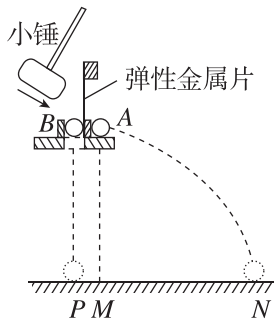
(二)探究平抛运动水平分运动的特点



- 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 某物理兴趣小组采用如图所示的装置进行实验. 质量分别为 m_A 和 m_B 的 A、B 小球处于同一高度, M 为 A 球中心初始时在水平地面上的垂直投影. 用小锤打击弹性金属片, 使 A 球沿水平方向飞出, 同时 B 球被自动松开, B 球自由下落. 最后 B 球落到水平地面上的 P 点, A 球落到水平地面上的 N 点. 请你回答下列问题:



(1) 该实验是为了验证: _____ (填选项前的字母);

- A. 做平抛运动的小球 A 在竖直方向上做自由落体运动
- B. 做平抛运动的小球 A 在水平方向上做匀速直线运动

C. 小球 B 在竖直方向上做自由落体运动

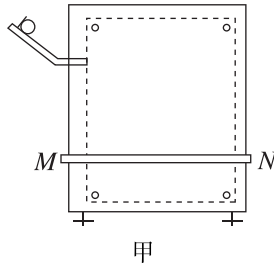
(2) 该实验中 _____ (填选项前的字母).

- A. 两球的质量应该相等
- B. 应改变装置的高度, 多次进行实验
- C. 需要测出装置距地面之间的竖直高度

[反思感悟]

例 3 [2024 · 北京怀柔区高一期末] 某同学探究平抛运动的特点.

用如图甲所示装置研究平抛运动的特点, 将白纸和复写纸对齐重叠并固定在竖直硬板上, 钢球沿斜槽轨道滑下后从斜槽末端飞出, 落在水平挡板 M 上. 由于挡板靠近硬板一侧较低, 钢球落在挡板上时, 钢球会在白纸上挤压出一个痕迹点. 移动挡板, 依次重复上述操作, 白纸上将留下一系列痕迹点.



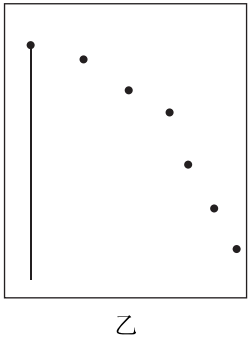
(1) 在探究平抛运动的特点时, 除硬板、钢球、斜槽、铅笔、白纸和复写纸、刻度尺之外, 下列器材中还需要有 _____.

- A. 重垂线
- B. 秒表
- C. 弹簧测力计
- D. 天平

(2) 实验中, 下列说法正确的是 _____.

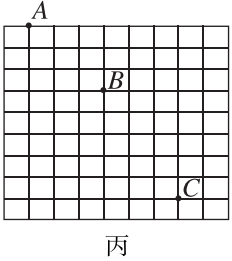
- A. 斜槽轨道必须光滑
- B. 斜槽轨道末端要保持水平
- C. 挡板的高度需要等间距变化
- D. 每次应该从斜槽上相同的位置无初速度释放钢球

(3) 某同学用如图甲所示的实验装置得到的痕迹点如图乙所示, 其中一个偏差较大的点产生的原因, 可能是该次实验 _____.



- A. 钢球释放的高度偏高
- B. 钢球释放的高度偏低
- C. 钢球没有被静止释放
- D. 挡板 MN 未水平放置

(4) 如图丙所示为一钢球做平抛运动时用闪光照相的方法获得的相片的一部分, 图中背景小方格的边长为 1.25 cm, g 取 10 m/s^2 , 则:



- ① 钢球运动的初速度 $v_0 =$ _____ m/s;
- ② 钢球运动至 B 点的竖直速度 $v_{yB} =$ _____ m/s. (结果保留两位有效数字)

【注意事项】

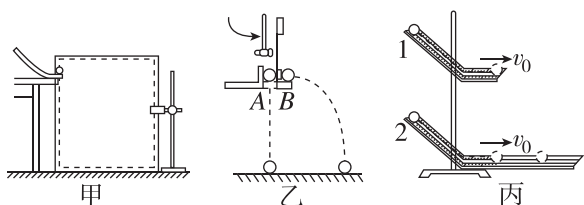
1. 平板必须处于竖直平面内, 固定时要用铅垂线检查坐标纸竖线是否竖直.
2. 钢球每次必须从斜槽上同一位置由静止滚下.
3. 坐标原点不是槽口的端点, 应是钢球在槽口时球心在平板上的投影点.
4. 钢球开始滚下的位置高度要适中, 以使钢球做平抛运动的轨迹由坐标纸的左上角一直到达右下角为宜.
5. 应在轨迹上选取离坐标原点 O 较远的一些点来计算初速度.

// 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

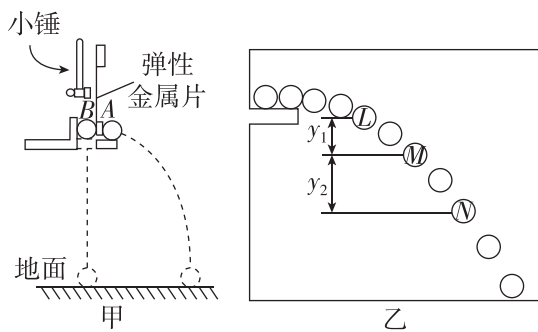
2. (实验操作)[2024·北京八十中高一期末]在“研究小球做平抛运动的规律”的实验中:



(1)如图甲所示,为定量研究,建立以水平向右为 x 轴正方向、竖直向下为 y 轴正方向的 xOy 坐标系,取平抛运动的起始点为坐标原点,将钢球静置于该点,钢球的_____ (选填“最上端”“最下端”或“球心”)对应白纸上的位置即为坐标原点。

(2)如图乙所示的实验中,观察到两球同时落地,说明平抛运动在竖直方向做_____;如图丙所示的实验:将两个光滑斜轨道固定在同一竖直面内,滑道末端水平,把两个质量相等的小钢球,从斜面的相同高度由静止同时释放,观察到球 1 落到水平板上并击中球 2,这说明平抛运动在水平方向做_____。

3. (实验综合)[2023·北京四中高一期中]某学习小组用图甲所示装置研究平抛运动在竖直方向的运动规律.实验操作是:使完全相同的小球 A、B 处于同一高度,用小锤轻击弹性金属片,使 A 球水平飞出,同时 B 球被松开。



(1)小组同学们观察到的现象是:小球 A、B _____ (选填“同时”或“不同时”)落地.多次改变图甲中实验装置的离地高度后,重复上述操作,均有相同的实验现象,同学们根据这些现象大胆猜想:平抛运动在竖直方向的分运动为_____.若增大小锤敲击力度则小球 A、B _____ (选填“同时”或“不同时”)落地。

(2)为进一步验证猜想,该小组同学利用频闪相机得到了小球做平抛运动时的频闪照片如图乙,已知相机的闪光频率为 f ,结合比例尺测得小球在图中 L、M、N 三个位置时球心在竖直方向的间距分别为 y_1 、 y_2 ,则可得到竖直方向的加速度 $a =$ _____,经验证,此值与当地重力加速度在实验误差允许范围内近似相等,即可证明实验猜想。

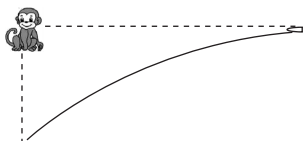
4 抛体运动的规律

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

[问题导学]

如图所示,动物管理员在森林里寻找到了一只丢失的猴子,立即用麻醉枪水平射击,若注射器从枪口水平射出的瞬间,猴子从静止开始自由下落,忽略空气阻力,猴子跑掉了吗?为什么?



[科学思维] 平抛运动的研究方法:

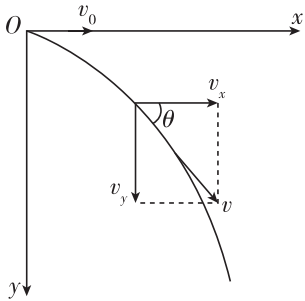
化曲为直,将其分解为水平和竖直方向两个分运动.

	初速度	受力情况	运动情况
水平方向	v_0	_____	_____
竖直方向	0	_____	_____

注意:两个分运动既具有独立性,又具有等时性.

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空:

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 $a = \underline{\hspace{2cm}}$,

$v_x = v_0$.

(2)竖直方向:初速度是 0,物体只受重力,加速度

$a = \underline{\hspace{2cm}}$, $v_y = \underline{\hspace{2cm}}$.

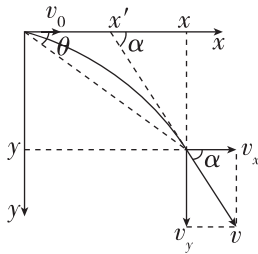
(3)合速度

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).

[科学论证]

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

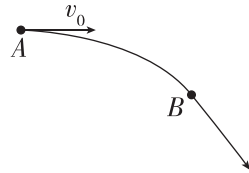


(2)如上图所示,试证明平抛运动的速度反向延长线过水平位移的中点,即 $x' = \frac{x}{2}$.

[辨别明理]

1. 平抛运动一定是匀变速运动. ()
2. 平抛运动的物体初速度越大,下落得越快. ()
3. 平抛运动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]

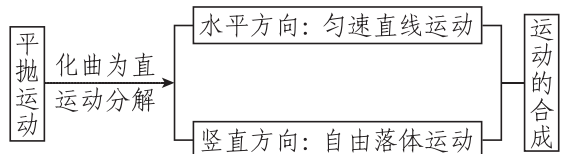
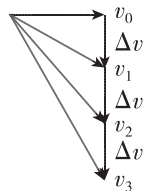
例 2 一个物体以初速度 v_0 水平抛出,落地速度为 v ,重力加速度为 g ,则物体运动时间为 ()

- 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]

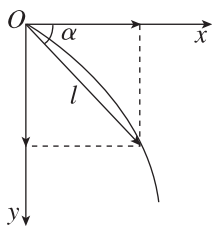
1. 平抛运动的性质:加速度为 g 的匀变速曲线运动.
2. 速度变化特点:任意两个相等的时间间隔内速度的变化相同, $\Delta v = g \Delta t$, 方向竖直向下,如图所示.
3. 平抛运动的研究方法:运动的分解与合成.



学习任务二 平抛运动的位移与轨迹

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空

1. 做平抛运动的物体,以抛出点为原点,以初速度 v_0 的方向为 x 轴正方向,竖直向下为 y 轴正方向,建立平面直角坐标系,如图所示. 运动时间 t 后,



水平位移: $x =$ _____

竖直位移: $y = \frac{1}{2}gt^2$

合位移大小: $l = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{v_0^2 t^2 + (\frac{1}{2}gt^2)^2}$

合位移方向: $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{gt}{2v_0}$ (α 为位移与水平方向的夹角).

2. 轨迹方程: $y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$, 平抛运动的轨迹是一条 _____.

【辨别明理】

1. 平抛运动合位移的方向与合速度的方向一致. ()
2. 平抛运动合位移的大小等于水平方向上的位移和竖直方向上的位移的代数和. ()
3. 做平抛运动的物体每秒内位移增量相等. ()

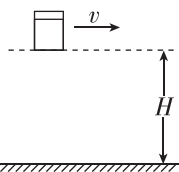
例 3 [2024 · 北京四中高一期中] 小天同学利用无人机玩“空投”游戏. 无人机以 $v_0 = 2 \text{ m/s}$ 的速度水平向右匀速飞行, 在某时刻释放了一个小球. 此时无人机到水平地面的距离 $h = 20 \text{ m}$, 空气阻力忽略不计, g 取 10 m/s^2 .

- (1) 求小球下落的时间 t ;
- (2) 求小球释放点与落地点之间的水平距离 x ;

(3) 小娇同学利用高速摄像机记录了整个“空投”的过程, 如果以小球抛出点为坐标原点, 分别以水平和竖直方向为坐标轴建立直角坐标系, 请证明小球在空中的轨迹是一条抛物线.

例 4 如图所示, 一个沙漏沿水平方向以速度 v 做匀速直线运动, 沿途连续漏出沙子, 单位时间内漏出的沙子质量恒定为 Q , 出沙口距水平地面的高度为 H . 忽略沙子漏出瞬间相对沙漏的初速度, 沙子落到地面后立即停止, 不计空气阻力, 已知重力加速度为 g , 在已有沙子落地后的任意时刻, 下列说法正确的是 ()

- A. 每粒沙子在空中的轨迹是一条抛物线
- B. 若将沙漏以速度 v 水平抛出, 漏出的沙子在空中形成的几何图形是一条竖直直线
- C. 每粒沙子从漏出开始计时, t 时刻与地面间的高度 $h = \frac{1}{2}gt^2$
- D. 若沙漏内的沙子在 t 时间内落完, 则地面上沙子的长度大于 vt

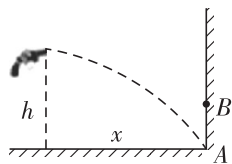


// 随堂巩固 //

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

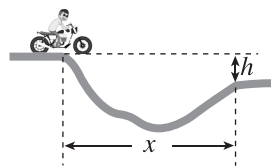
2. (平抛运动规律的应用) 一把玩具枪水平射出的子弹正好能打在竖直墙角的 A 点, 如图所示, 枪口离水平地面的高度为 h , 离竖直墙壁的水平距离为 x . 若让以相同速度射出的子弹打在离地高度为 $\frac{h}{2}$ 的 B 点, 需让枪口和墙壁间距离变为 ()



- A. $\frac{1}{2}x$ B. $\frac{\sqrt{2}}{2}x$
C. $\frac{1}{4}x$ D. $\frac{\sqrt{2}}{4}x$

3. (平抛运动规律的应用) [2024 · 北京朝阳区高一期末] 某人骑摩托车越过一个壕沟, 壕沟两侧的高度差 $h=0.8 \text{ m}$. 摩托车后轮离开地面后失去动力, 可视为平抛运动, 后轮落到壕沟对面才算安全. 若摩托车恰好越过这个壕沟的初速度为 $v_0=12 \text{ m/s}$, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 . 求:
(1) 摩托车在空中运动的时间 t ;
(2) 壕沟两侧的水平距离 x ;

(3) 摩托车恰好越过壕沟落地前瞬间的速度大小 v .



第 2 课时 多个物体平抛运动的比较 一般的抛体运动

学习任务一 多个物体平抛运动的比较

[科学思维] 当比较多个物体的平抛运动时, 通常会从以下几个方面进行分析:

(1) 水平方向的运动:

平抛运动在水平方向上是匀速直线运动. 多个物体如果具有相同的水平初速度, 那么它们在水平方向上的运动情况相同, 在相同时间内水平位移相等.

(2) 竖直方向的运动:

竖直方向上都是自由落体运动. 加速度均为重力加速度 g .

下落高度 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 所以下落相同高度所用时间相同.

同一时刻, 竖直方向的速度 $v = gt$, 下落时间相同则竖直速度相同.

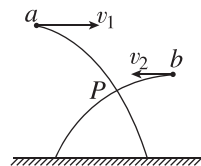
(3) 运动时间:

由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知, 平抛运动的时间仅取决于下落

的高度, 高度相同则运动时间相同, 高度不同则运动时间不同.

水平位移: 水平位移 $x = v_0 t$, 水平初速度 v_0 相同的情况下, 运动时间越长, 水平位移越大.

例 1 如图所示, a 、 b 两个小球从不同高度同时沿相反方向水平抛出, 其平抛运动轨迹的交点为 P , 则以下说法正确的是 ()

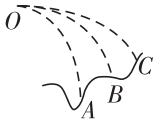


- A. a 、 b 两球同时落地
B. a 、 b 两球落地速度相等
C. a 、 b 两球在 P 点相遇
D. 无论两球初速度大小多大, 两球总不能相遇

[反思感悟]

例 2 [2024·北京顺义区高一期中] 在同一点 O 抛出的三个物体 A 、 B 、 C 做平抛运动的轨迹如图所示,则三个物体做平抛运动的初速度 v_A 、 v_B 、 v_C 的关系和三个物体做平抛运动的时间 t_A 、 t_B 、 t_C 的关系分别是 ()

- A. $v_A > v_B > v_C, t_A > t_B > t_C$
 B. $v_A < v_B < v_C, t_A > t_B > t_C$
 C. $v_A = v_B = v_C, t_A = t_B = t_C$
 D. $v_A > v_B > v_C, t_A < t_B < t_C$



[反思感悟]

【要点总结】

在两个物体(或多个物体)平抛运动问题中,要明确不同物体抛出的时刻和位置,以下四种情形较为常见:

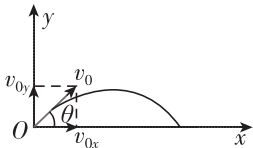
- (1)若两物体同时从同一高度(或同一点)抛出,则两物体始终在同一高度.
 (2)若两物体同时从不同高度抛出,则任一时刻两物体高度差始终与抛出点高度差相同.
 (3)若两物体从同一点先后抛出,则两物体高度差随时间均匀增大.
 (4)若两物体从不同点先后抛出且途中相遇,则抛出点高的物体先抛出.

学习任务二 一般的抛体运动

[模型建构]

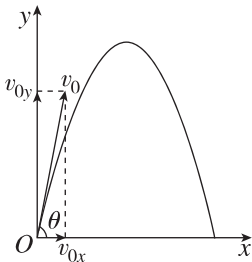
如果物体被抛出时的速度不沿水平方向,而是斜向上方或斜向下方(这种情况常称为斜抛),它的受力情况与平抛运动完全相同.

- (1)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.
 (2)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: $v_{0y} = v_0 \sin \theta, F_{\text{合}y} = mg$.
 (3)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 [2023·北京五十五中高一期中] 如图甲、乙所示,景观喷泉喷出的水做斜抛运动,以质量为 Δm 的一小段水柱为研究对象,如果斜抛的初速度 v_0 与水平方向的夹角为 θ . 不计空气阻力. 则下列分析正确的 ()



- A. 水柱的加速度方向始终沿轨迹切线方向
 B. 抛出点水平方向分速度 $v_{0x} = v_0 \sin \theta$
 C. 水柱从喷出到落地用时 $t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$
 D. 水柱从喷出到落地的水平射程为 $x = \frac{v_0^2 \sin \theta}{g}$

例 4 某一同学从相同高度抛出实心球 A 、 B , 抛出后再次落到抛出高度的轨迹如图所示. 两球运动的最大高度相同. 不计空气阻力. 此过程中下列说法正确的是 ()



- A. 球 B 的加速度比球 A 的大
 B. 球 B 的飞行时间比球 A 的长
 C. 球 B 在最高点的速度比球 A 在最高点的大
 D. 球 B 的初速度比球 A 的初速度小

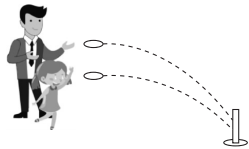
// 随堂巩固 //

1. (一般的抛体运动)[2024·北京怀柔区高一期末] 掷实心球比赛中,某同学将实心球斜向上抛出,轨迹如图所示,不计空气阻力. 根据实心球的受力情况和运动情况,参考平抛运动的研究方法,实心球的运动可以看成哪两个运动的合成 ()

- A. 水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动

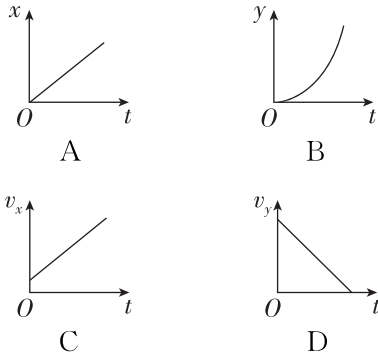
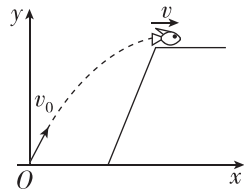
- B. 水平方向的匀速直线运动和竖直方向的匀变速直线运动
 C. 水平方向的匀变速直线运动和竖直方向的匀变速直线运动
 D. 水平方向的匀变速直线运动和竖直方向的匀变速直线运动

2. (多个物体平抛运动的比较)如图所示,小孩和大人站在同一竖直线上不同高度先后水平抛出相同的小圆环,圆环均套中前方同一物体.若小圆环的运动可视为平抛运动,则 ()

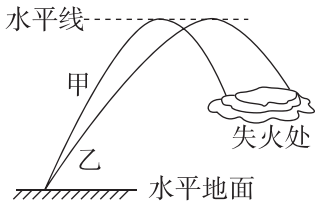


- A. 大人抛出的圆环初速度较大
- B. 小孩抛出的圆环初速度较大
- C. 小孩抛出的圆环在空中加速度大
- D. 大人抛出的圆环落地速度一定较大

3. (一般的抛体运动)(多选)一条河流某处存在高度差,小鱼从低处向上跃出水面,冲到高处.如图所示,以小鱼跃出水面处为坐标原点, x 轴沿水平方向,建立坐标系,小鱼的初速度为 v_0 ,末速度 v 沿 x 轴正方向.在此过程中,小鱼可视为质点且只受重力作用.关于小鱼的水平位置 x 、竖直位置 y 、水平方向分速度 v_x 和竖直方向分速度 v_y 与时间 t 的关系,下列图像可能正确的是 ()



4. (一般的抛体运动)消防员在一次用高压水枪灭火的过程中,消防员同时启动了多个喷水口进行灭火.如果有甲、乙两个靠在一起的高压水枪,它们的喷水口径相同,所喷出的水在空中运动的轨迹如图所示,已知两曲线在同一竖直面内,忽略空气阻力,则由图可得出的结论正确的是 ()



- A. 甲、乙水枪喷出水的速度相等
- B. 乙水枪喷出的水在空中运动的时间较长
- C. 乙水枪喷出的水在最高点的速度较大
- D. 甲水枪喷水的速度大

专题课:平抛运动与各种面结合问题

专题强化一 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: $h = \frac{1}{2} g t^2$

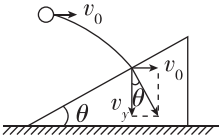
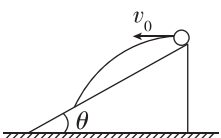
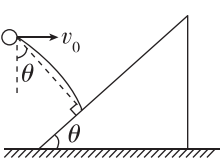
例 1 乒乓球发球机是很多球馆和球友家庭的必备娱乐和训练工具.如图所示,某次训练时将发球机置于地面上方某一合适位置,然后向竖直墙面水平发射乒乓球.现有两个乒乓球 a 和 b 以不同速度射出,碰到墙面时下落的高度之比为 $9:16$,不计阻力,则乒乓球 a 和 b ()



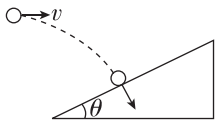
- A. 碰墙前运动时间之比为 $9:16$
- B. 初速度之比为 $3:4$
- C. 碰墙前速度变化量之比为 $3:4$
- D. 碰墙时速度与墙之间的夹角的正切值之比为 $4:3$

[反思感悟] _____

专题强化二 与斜面有关的平抛运动

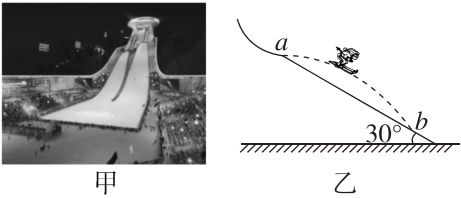
	情景示例	解题策略
已知速度方向	从斜面外平抛,垂直落在斜面上,如图所示,即已知速度的方向垂直于斜面 	分解速度 $\tan \theta = \frac{v_0}{v_y} = \frac{v_0}{gt}$
已知位移方向	从斜面上平抛又落到斜面上,如图所示,已知位移的方向沿斜面向下 	分解位移 $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$
	在斜面外平抛,落在斜面上位移最小,如图所示,已知位移方向垂直于斜面 	分解位移 $\tan \theta = \frac{x}{y} = \frac{v_0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

例 2 [2025·北京顺义一中高一月考] 如图所示,以 10 m/s 的水平速度抛出的物体,飞行一段时间后垂直撞在倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的斜面上, g 取 10 m/s^2 ,以下结论正确的是 ()



- A. 物体的飞行时间是 $\sqrt{2} \text{ s}$
- B. 物体水平方向运动位移为 20 m
- C. 物体撞击斜面时的速度大小为 20 m/s
- D. 物体下降的距离是 10 m

例 3 [2023·北京怀柔一中高一月考] 如图甲所示为北京 2022 年冬奥会的雪如意跳台滑雪场地,其简化示意图如图乙所示,某滑雪运动员从跳台 a 处沿水平方向飞出,在斜坡 b 处着陆,测得 a 、 b 间的距离为 40 m,斜坡与水平方向的夹角为 30° ,不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 . 则下列说法正确的是 ()

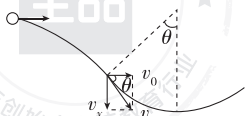


- A. 运动员在空中飞行的时间为 4 s
- B. 运动员从 a 处飞出的速度大小为 $5\sqrt{3} \text{ m/s}$
- C. 运动员在 b 处着陆的速度大小为 $10\sqrt{7} \text{ m/s}$
- D. 运动员在 b 处着陆时的速度方向与水平方向的夹角为 30°

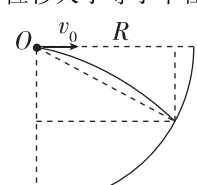
【要点总结】

- 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.

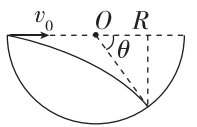
专题强化三 与圆弧面有关的平抛运动

	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的切线方向 	分解速度 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{gt}{v_0}$

(续表)

	情景示例	解题策略
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 	$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \\ x^2 + y^2 = R^2 \end{cases}$

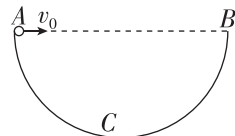
(续表)

情景示例	解题策略
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 	$\begin{cases} x = R + R \cos \theta \\ x = v_0 t \\ y = R \sin \theta = \frac{1}{2} g t^2 \\ (x - R)^2 + y^2 = R^2 \end{cases}$

利用位
移关系

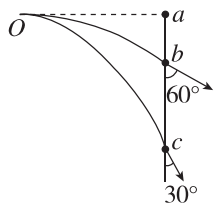
例 4 如图所示, AB 为半圆环 ACB 的水平直径, C 为环上的最低点, 环半径为 R . 一个小球从 A 点沿 AB 方向以速度 v_0 水平抛出, 不计空气阻力, 则下列判断正确的是 ()

- 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



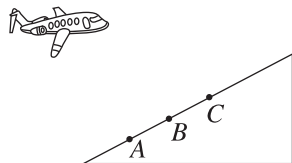
// 随堂巩固 //

1. (与竖直面有关的平抛运动)(多选) 如图所示, 某人从 O 点对准正前方竖直靶上的 a 点, 分别将两支飞镖水平掷出, 飞镖打在靶上 b 、 c 两点, 且与竖直方向的夹角分别为 60° 与 30° , 忽略空气阻力, 则 ()



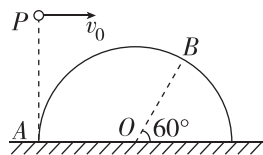
- A. 两飞镖离开手时, 速度大小相同
- B. 两飞镖在空中运动时间相同
- C. 两飞镖击中靶的速度大小相同
- D. ac 间距为 ab 间距的 3 倍

2. (平抛运动与斜面结合问题) 如图所示, 一架水平匀速飞行的飞机通过三次投放, 使救援物资准确地落到山坡上间隔相等的 A 、 B 、 C 三处, 物资离开飞机时速度与飞机相同, 不计空气阻力, 则三批物资 ()



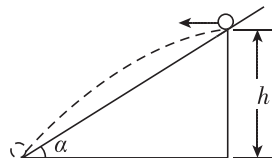
- A. 在空中飞行的时间是相等的
- B. 落到山坡上时速度方向相同
- C. 落到山坡上的时间间隔相等
- D. 从飞机释放的时间间隔相等

3. (与圆弧面有关的平抛运动) 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. $\frac{\sqrt{3gR}}{2}$

4. (与斜面有关的平抛运动) 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 ()

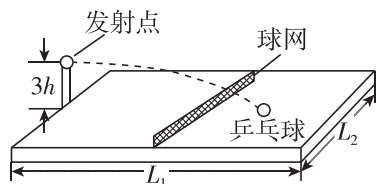


- A. $\sqrt{\frac{h \sin \alpha}{2g}}$
- B. $\sqrt{\frac{h}{2g}}$
- C. $\sqrt{\frac{h}{g}}$
- D. $\sqrt{\frac{2h}{g}}$

专题课：平抛运动中的临界极值问题 类平抛运动

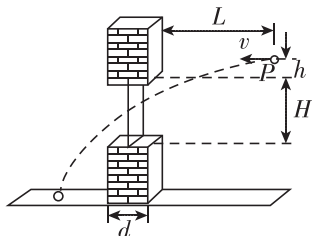
专题强化一 平抛运动中的临界极值问题

[科学思维] 一带有乒乓球发射机的乒乓球台如图所示. 水平台面的长和宽分别为 L_1 和 L_2 , 中间球网高度为 h . 发射机安装于台面左侧边缘的中点, 能以不同速率向右侧不同方向水平发射乒乓球, 发射点距台面高度为 $3h$. 不计空气的阻力作用, 重力加速度大小为 g .



- (1) 要使乒乓球落到球网右侧台面上, 且速度 v 最小, 落点在 _____.
- (2) 要使乒乓球落到球网右侧台面上, 且速度 v 最大, 落点在 _____.

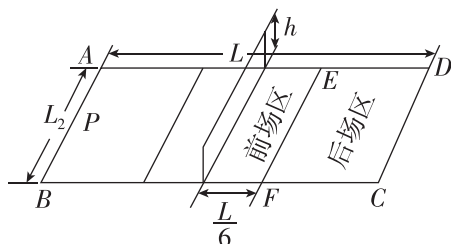
例 1 如图所示, 窗子上、下沿间的高度差 $H = 1.6$ m, 墙的厚度 $d = 0.4$ m. 某人在到墙壁距离为 $L = 1.4$ m、距窗子上沿高度为 $h = 0.2$ m 处的 P 点将可视为质点的小物体以速度 v 水平抛出, 小物体直接穿过窗口并落在水平地面上, g 取 10 m/s^2 , 则 v 的取值范围是 ()



- 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] _____

例 2 (多选) 如图所示是排球场地的示意图. 排球场地 $ABCD$ 为矩形, 长边 $AD = L = 18$ m, 前场区的长度为 $\frac{L}{6}$, 宽 $L_2 = 12$ m, 网高为 $h = 1.95$ m. 在某次排球比赛中, 若运动员在底线 AB 中点 P 的正上方跳起水平发球, 当排球进入对方半场的后场区域时才算有效, 忽略空气阻力, g 取 10 m/s^2 , 排球可看作质点, 下列说法正确的是 ()



- A. 若运动员的击球点高度为 3.20 m, 有效击球的最小速度为 18 m/s
- B. 若运动员的击球点高度为 3.20 m, 有效击球的最大速度为 22.5 m/s
- C. 若沿垂直 AB 方向水平击球, 且击球点高度小于 2.6 m, 则发球必定失败
- D. 若沿 PD 方向水平击球, 且击球点高度小于 2.6 m, 只要速度合适, 发球可以成功

[反思感悟] _____

【要点总结】

处理平抛运动中的临界问题要抓住两点

- (1) 找出临界状态对应的临界条件;
- (2) 用分解速度或者分解位移的思想分析平抛运动的临界问题.

专题强化二 类平抛运动

[科学思维]

1. 类平抛运动的分析

- (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: 将该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.

例 3 (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 ()

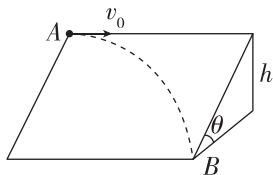
A. 小球的运动轨迹为抛物线

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



例 4 如图所示的光滑斜面长为 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, 重力加速度为 g , 则 ()

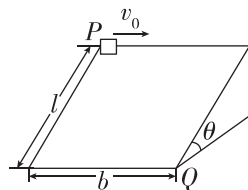
A. 物块由 P 点运动到 Q 点所用的时间 $t =$

$$2\sqrt{\frac{2l}{g \sin \theta}}$$

B. 物块由 P 点运动到 Q 点所用的时间 $t = \sqrt{\frac{2l}{g}}$

C. 初速度 $v_0 = b \sqrt{\frac{g \sin \theta}{2l}}$

D. 初速度 $v_0 = b \sqrt{\frac{g}{2l}}$



【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方向水平, 物体只受与初速度方向垂直的竖直向下的重力, $a = g$; 做类平抛运动的物体初速度方向不一定水平, 但物体所受合力与初速度的方向垂直且为恒力, $a = \frac{F_{\text{合}}}{m}$.

// 随堂巩固 //

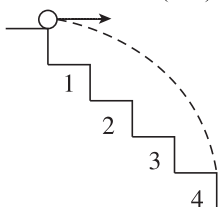
1. (平抛运动的临界极值问题) 如图所示, 一阶梯的每级台阶的高与宽都为 0.4 m, 小球以水平速度 v 飞出, 欲打在第四级台阶上, g 取 10 m/s^2 , 则 v 的取值范围是 ()

A. $\sqrt{6} \text{ m/s} < v \leq 2\sqrt{2} \text{ m/s}$

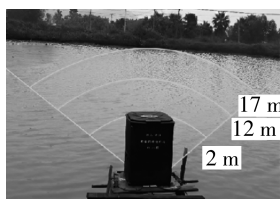
B. $2\sqrt{2} \text{ m/s} < v \leq 3.5 \text{ m/s}$

C. $\sqrt{2} \text{ m/s} < v \leq \sqrt{6} \text{ m/s}$

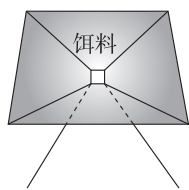
D. $\sqrt{6} \text{ m/s} < v \leq 3.5 \text{ m/s}$



2. (平抛运动的临界极值问题) 如图甲所示, 自动喂鱼投料机安装在鱼塘上方的水平平台上, 投料口距水面的高度为 1.25 m. 投料机开机运行时饵料通过机内小孔向下落入图乙所示的带挡板的银色转盘中, 转盘在电动机的带动下转动将饵料甩出, 从而实现自动投喂. 某次投喂时调好电动机转速, 饵料投送的距离在 2~17 m 的范围内, 若忽略空气阻力的影响, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , 下列说法正确的是 ()



甲



乙

A. 饵料被水平甩出时的最大径向速度为 17 m/s

B. 饵料被水平甩出时的最小径向速度为 1 m/s

C. 增大投料机的安装高度同时减小电动机转速, 饵料的最大投放距离一定增大

D. 降低投料机的安装高度同时增大电动机转速, 饵料的最大投放距离可以不变

3. (斜面上的平抛运动) 如图所示, 一物体在某液体中运动时只受到重力 G 和恒定的浮力 F 的作用, 且 F 为重力的 $\frac{1}{2}$. 如果物体从 M 点以水平初速度 v_0 开始运动, 最后落在 N 点, M、N 间的竖直距离为 h , 重力加速度为 g , 则下列说法正确的是 ()

A. 从 M 运动到 N 的时间

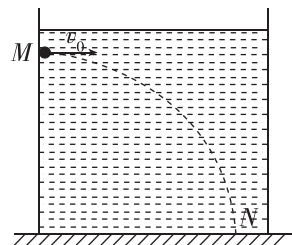
$$\text{为 } \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

B. M 与 N 之间的水平距

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

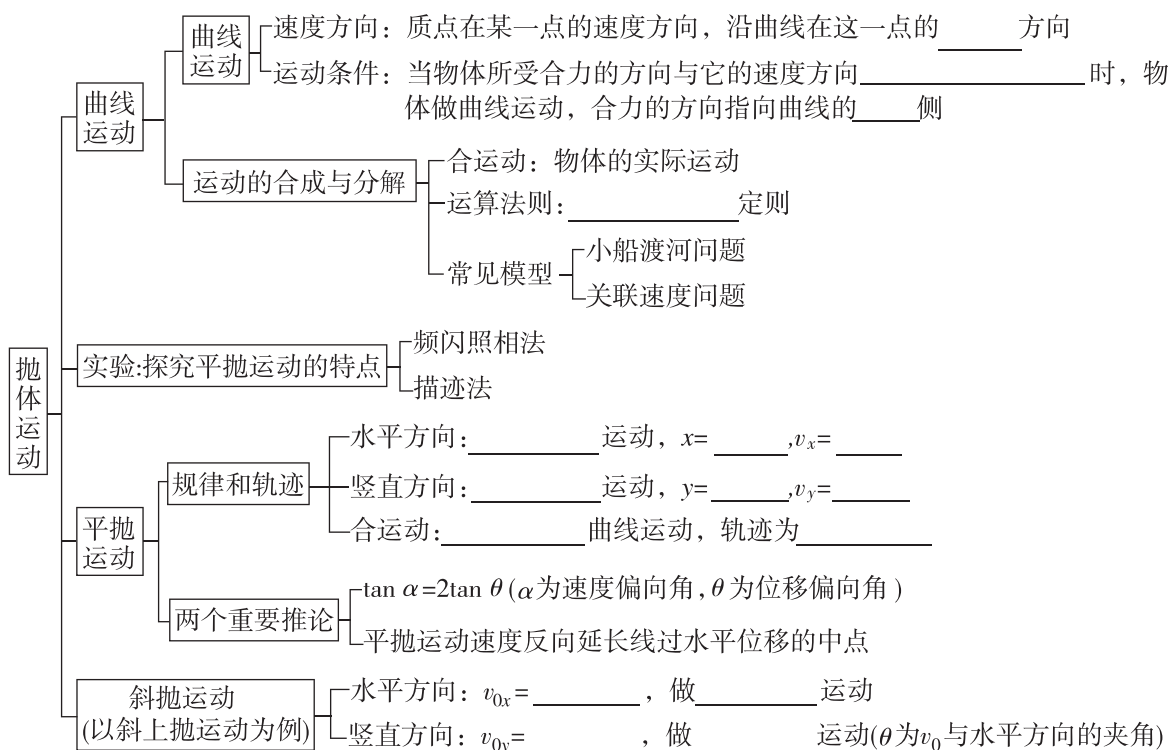
C. 从 M 运动到 N 的轨迹为抛物线

D. 减小水平初速度 v_0 , 运动时间将变长



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

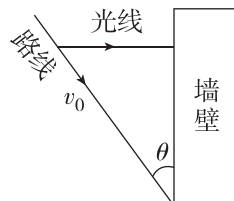
1. 物体在 F_1 、 F_2 、 F_3 三个恒力共同作用下做匀速直线运动，突然撤去 F_2 这个力，则 ()
- A. 物体立即沿 F_2 的反方向返回
- B. 物体一定改做加速度不变的曲线运动
- C. 物体有可能沿 F_2 原方向做匀减速运动
- D. 物体有可能沿 F_2 反方向做匀减速运动

【反思感悟】

易错点 2 不能区分实际运动中的合运动和分运动

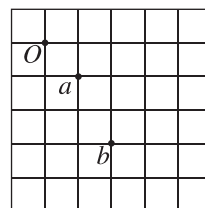
2. 如图所示，某同学夜晚回家时用手电筒照射房屋的墙壁，已知手电筒的光线方向水平且始终与墙壁垂直，而该同学前进路线的方向与墙壁的夹角的正弦值为 $\sin \theta = 0.6$ 。若该同学的前进速度大小为 $v_0 = 2 \text{ m/s}$ ，手电筒相对人的位置不变，则光斑在墙壁上的移动速度大小为 ()

- 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. (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】

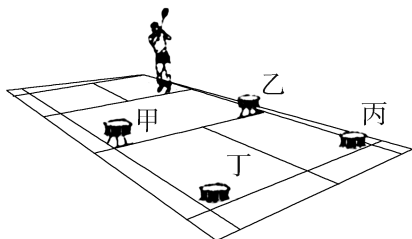
易错点4 不能正确理解运动效果引起错解

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

[反思感悟]

5. 某同学设计了一个用网球定点击鼓的游戏,如图所示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 ()

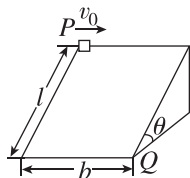


- A. 击中甲、乙的两球初速度大小 $v_{\text{甲}} = v_{\text{乙}}$
- B. 击中甲、乙的两球初速度大小 $v_{\text{甲}} > v_{\text{乙}}$
- C. 假设某次发球能够击中甲鼓,则用相同速度发球可能击中丁鼓
- D. 在击中四鼓的网球中,击中丙鼓的初速度最大

[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 ()



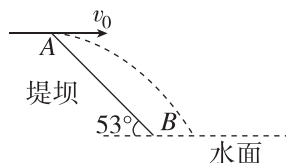
- A. 物块由 P 点变加速运动到 Q 点
- B. 物块由 P 点以大小为 $a = g \cos \theta$ 的加速度匀加速运动到 Q 点
- C. 物块由 P 点运动到 Q 点所用的时间为

$$t = \sqrt{\frac{2l}{g}}$$

- D. 物块的初速度为 $v_0 = b \sqrt{\frac{g \sin \theta}{2l}}$

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 ()

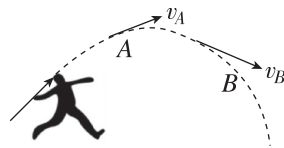


- A. 若 $v_0 = 5 \text{ m/s}$, 则鱼饵颗粒会落在堤坝上
- B. 若鱼饵颗粒能落入水中, v_0 越大, 落水时速度方向与水平面的夹角越小
- C. 若鱼饵颗粒能落入水中, v_0 越大, 从抛出到落水所用的时间越长
- D. 若鱼饵颗粒不能落入水中, v_0 越大, 落到堤坝上时速度方向与堤坝的夹角越小

[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