



新高考

省命题

听课手册

# 全品 选考专题

精准透

新高考  
**物理**  
Y

主编：肖德好

沈阳出版发行集团  
① 沈阳出版社

# 全品选考专题 物理

高三考生 **透析命题 聚焦答卷** **理想的高考成绩**

## 二轮复习

考试多，时间紧  
题量大，做不完？

《全品选考专题》—— **精 准 薄**



4大板块统领二轮复习

4个专题覆盖核心主干

2页作业限时限量

全解全析，方便学生自学使用

二轮复习  
有的放矢

跳出题海  
精准备考

### 只做真正的省专版

精选试题，特别关注本省高考  
试卷结构

知识点命题特点、知识点之间的联系

题干特点、选项特点

设问特点、答题特点

.....

**本省的，才是高效的**



## 抓住阅卷人眼睛

1.有必要的文字说明 2.指明对象和所用规律 3.列式规范,无连等式、无代数过程  
4.有据①②得③等说明 5.结果规范,结果为数字的带有单位、求矢量的有方向说明

## 01 选考专题探究

## 第一部分 核心主干复习专题

## 专题一 力与运动

第 1 讲 力与物体的平衡 .....	001
第 2 讲 力与直线运动 .....	003
第 3 讲 力与曲线运动 .....	007

## 专题二 能量与动量

第 4 讲 动能定理与动量定理的综合应用 .....	015
微专题 1 传送带模型综合问题 .....	019
第 5 讲 碰撞的综合问题 .....	022
微专题 2 滑块—木板模型综合问题 .....	026
微专题 3 力学三大观点的综合运用 .....	029

## 专题三 电场和磁场

第 6 讲 电场 .....	033
第 7 讲 磁场 .....	040
微专题 4 带电粒子(带电体)在组合场中的运动 .....	046
微专题 5 带电粒子(带电体)在叠加场中的运动 .....	050

## 专题四 电路与电磁感应

第 8 讲 恒定电流和交变电流 .....	052
第 9 讲 电磁感应 .....	056
微专题 6 电磁感应中的单杆模型 .....	062
微专题 7 电磁感应中的双杆模型和线框模型 .....	064

## 第二部分 热学 机械振动和机械波 光学和电磁波 原子物理

第 10 讲 热学 .....	068
第 11 讲 机械振动和机械波 .....	075
第 12 讲 光学 电磁振荡与电磁波 .....	079
第 13 讲 原子物理 .....	083

## 第三部分 物理实验

第 14 讲 力学实验 .....	088
第 15 讲 电学实验 .....	095
第 16 讲 热学和光学实验 .....	105

## 第四部分 考前增分指导

增分指导一 情境问题的审题和突破 .....	109
增分指导二 解题技巧与策略 .....	115

■ 参考答案 (另附分册) / 170

## 02 特色目录 (另附分册)

The part one  
**第一部分 选择题限时练**

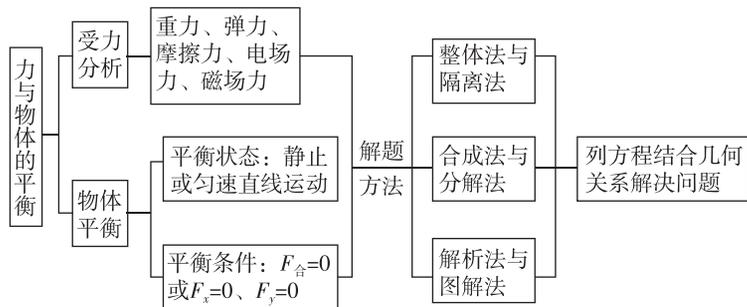
The part two  
**第二部分 非选择题规范练**



## 专题一 力与运动

### 第1讲 力与物体的平衡

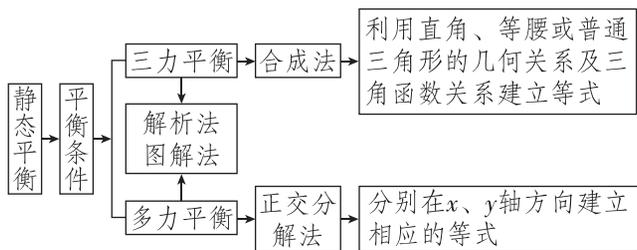
#### 网络构建



#### 【关键能力】

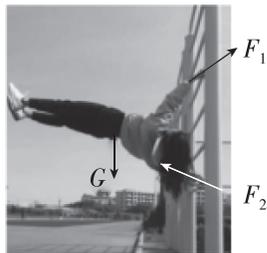
理解力和力的运算法则,会正确受力分析,熟练运用力的平衡的各种表达形式.灵活选取研究对象,会根据实际情况构建平衡模型,同时掌握临界法、函数法、图像法、整体隔离法等解题方法,联系生活实际,培养学生的物理观念和科学思维.

#### 题型1 静态平衡问题



**例1** [2024·佛山模拟] “人体旗帜”指的是用手抓着支撑物,使身体与地面保持平行的高难度动作.某同学重为  $G$ ,完成此动作时其受力情况如图所示,已知两手受力  $F_1$ 、 $F_2$  方向与竖直方向间的夹角均为  $60^\circ$ ,则其中  $F_1$  大小为 ( )

- A.  $\frac{1}{2}G$
- B.  $\frac{\sqrt{3}}{2}G$
- C.  $G$
- D.  $2G$

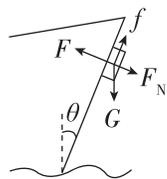


【反思感悟】

**例2** [2023·广东卷] 如图所示,可视为质点的机器人通过磁铁吸附在船舷外壁面检测船体,壁面可视为斜面,与竖直方向夹角为  $\theta$ .船和机器人保持静

止时,机器人仅受重力  $G$ 、支持力  $F_N$ 、摩擦力  $f$  和磁力  $F$  的作用,磁力垂直壁面.下列关系式正确的是 ( )

- A.  $f=G$
- B.  $F=F_N$
- C.  $f=G\cos\theta$
- D.  $F=G\sin\theta$



【反思感悟】

【迁移拓展】

1. [2024·珠海模拟] 端午节是中国的传统节日,包粽子、吃粽子是人们的传统习惯之一.如图所示,某人把煮好的八个相同的粽子通过八根细绳用手提起后静止在空中,已知每个粽子的重力均为  $mg$  ( $g$  为重力加速度),每根绳子与竖直方向的夹角均为  $\theta$ ,每根细绳的拉力大小为  $T$ ,手受到细绳的作用力为  $F$ ,下列关系式正确的是 ( )

- A.  $F=T$
- B.  $F=mg$
- C.  $T=\frac{mg}{\cos\theta}$
- D.  $T=mg\tan\theta$



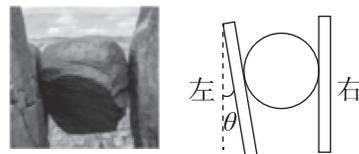
2. [2024·山东卷] 如图所示, 国产人形机器人“天工”能平稳通过斜坡. 若它可以在倾角不大于 $30^\circ$ 的斜坡上稳定地站立和行走, 且最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 则它的脚和斜面间的动摩擦因数不能小于 ( )



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

3. [2024·广州模拟] “奇迹石”, 是挪威最负盛名的旅游景点, 有一块 $5\text{ m}^3$ 大的石头卡在两个绝壁间, 如图甲所示. 将该景观简化成如图乙所示的模型, 右

壁竖直, 左壁稍微倾斜(左壁、右壁均光滑). 设左壁与竖直方向间的夹角为 $\theta$ , 石头的质量为 $m$ , 重力加速度为 $g$ , 忽略一切摩擦. 下列说法中正确的是 ( )



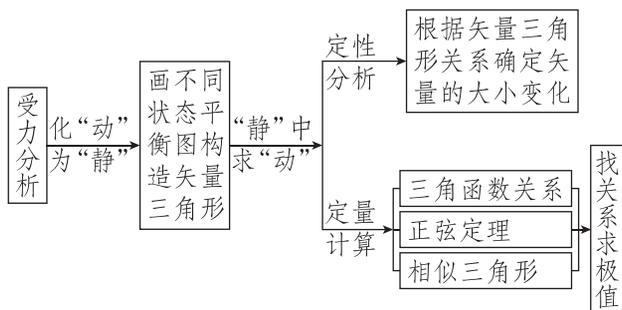
甲                      乙

- A. 石头对右壁的压力与右壁对石头的压力相互平衡  
 B. 石头对左壁的压力小于石头的重力大小  
 C. 石头对左壁的压力大小为 $\frac{mg}{\sin \theta}$   
 D. 若随着风化程度的增加, 导致夹角 $\theta$ 减小, 则石头对左壁的压力也减小

## 题型2 动态平衡问题

1. **动态平衡:** 通过控制某些物理量, 使物体的状态发生缓慢的变化, 而在这个过程中物体又始终处于一系列的平衡状态, 在问题的描述中常用“缓慢”等语言叙述.

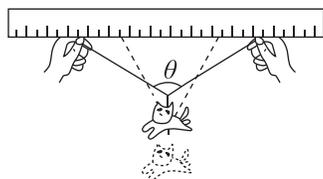
### 2. 做题流程



例3 [2024·江门模拟] 如图所示, 在轻绳中间用挂钩(没画出)悬挂一个质量为 $m$ 的重物, 双手紧握轻绳的两端, 然后沿水平固定的刻度尺缓慢分开, 重力加速度为 $g$ , 下列说法正确的是 ( )

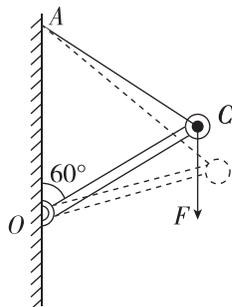
- A. 两侧轻绳拉力的合力减小  
 B. 两侧轻绳的拉力均减小  
 C. 当 $\theta=90^\circ$ 时两侧轻绳的拉力均为 $\frac{\sqrt{2}mg}{2}$   
 D. 当两侧绳长与两手间距相等时两侧轻绳的拉力均为 $mg$

[反思感悟]



例4 (多选)[2024·揭阳模拟] 如图所示, 一轻杆通过铰链固定在竖直墙上的 $O$ 点, 轻杆的另一端 $C$ 用弹性轻绳连接, 轻绳的另一端固定在竖直墙上的 $A$ 点. 某人用竖直向下、大小为 $F$ 的拉力作用于 $C$ 点, 静止时 $AO$ 、 $OC$ 、 $CA$ 构成等边三角形. 下列说法正确的是 ( )

- A. 此时弹性轻绳的拉力大小为 $F$   
 B. 此时弹性轻绳的拉力大小为 $2F$   
 C. 若缓慢增大竖直向下的拉力, 则在 $OC$ 到达水平位置之前, 轻绳 $AC$ 的拉力增大  
 D. 若缓慢增大竖直向下的拉力, 则在 $OC$ 到达水平位置之前, 轻杆 $OC$ 对 $C$ 点的作用力减小



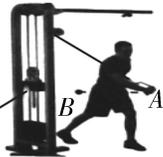
[反思感悟]

### 技法点拨

分析三个力的平衡问题时, 先画出物体受力的示意图, 接着可以采用以下两种方法继续解题: 方法一: 将三个力的矢量平行移动, 使三个力首尾相接构成闭合的矢量三角形, 再结合几何知识可方便地解答此类平衡问题; 方法二: 将力向相互垂直的两个方向分解, 然后在这两个方向上应用平衡条件列方程求解, 写出力与角度变化的关系, 再通过关系讨论.

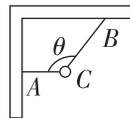
### 【迁移拓展】

1. 如图所示,某健身者右手拉着抓把从位置 B 水平缓慢移动到位置 A,他始终保持静止,不计绳子质量,忽略绳子和重物与所有构件间的摩擦,A、B、重物共面,则重物上升过程 ( )



- A. 绳子的拉力逐渐增大
- B. 该健身者所受合力逐渐减小
- C. 该健身者对地面的压力逐渐减小
- D. 该健身者对地面的摩擦力逐渐增大

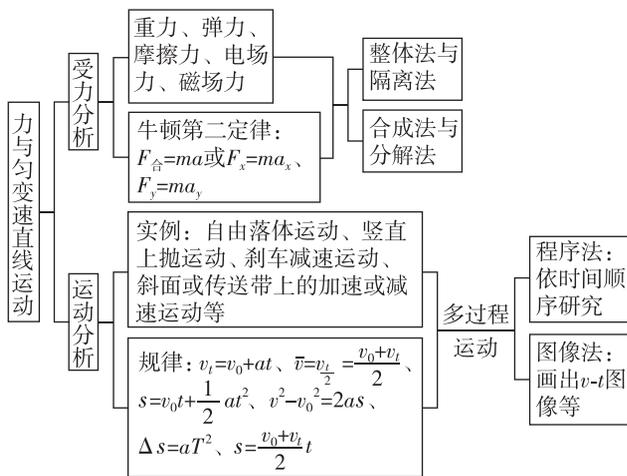
2. (多选)如图所示的装置中,两根细绳拴住一小球,保持两细绳间的夹角  $\theta=120^\circ$  不变,若把整个装置在纸面内顺时针缓慢转过  $90^\circ$ ,则在转动过程中,CA 绳的拉力  $F_1$ 、CB 绳的拉力  $F_2$  的大小变化情况是 ( )



- A.  $F_1$  先变小后变大
- B.  $F_1$  先变大后变小
- C.  $F_2$  一直变小
- D.  $F_2$  最终变为零

## 第 2 讲 力与直线运动

### 网络构建



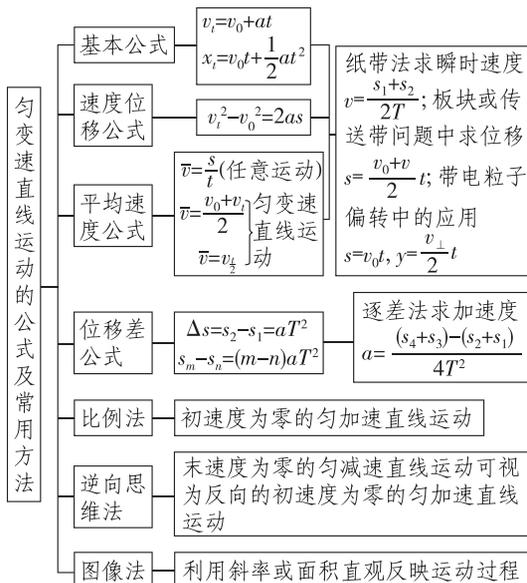
### 【关键能力】

掌握匀变速直线运动规律及应用,理解牛顿运动定律及应用,灵活选取研究对象、会根据实际情况构建动力学模型,同时掌握整体法与隔离法、数形转换法、临界极值法、控制变量法等解题方法,联系生活实际,培养学生的物理观念和科学思维。

### 题型 1 直线运动规律综合应用

#### 角度 1 匀变速直线运动的规律及应用

##### 1. 常用方法

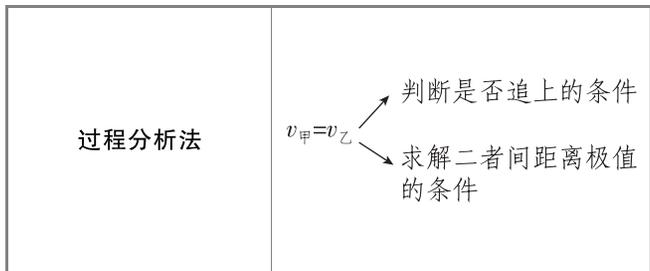


##### 2. 两种匀减速直线运动的分析方法

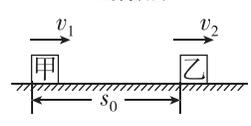
(1) 刹车问题的分析:末速度为零的匀减速直线运动问题常用逆向思维法,对于刹车问题,应先判断车停下所用的时间,再选择合适的公式求解。

(2) 双向可逆类运动分析:匀减速直线运动速度减为零后反向运动,全过程加速度的大小和方向均不变,故求解时可对全过程列式,但需注意  $s$ 、 $v$ 、 $a$  等矢量的正负及物理意义。

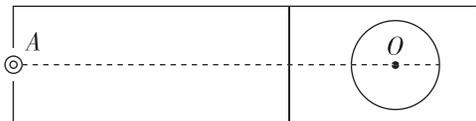
##### 3. 处理追及问题的常用方法



(续表)

<b>函数法</b> 	$\Delta s = s_{乙} + s_0 - s_{甲}$ 为关于 $t$ 的二次函数, 当 $t = -\frac{b}{2a}$ 时有极值, 令 $\Delta s = 0$ , 利用 $\Delta = b^2 - 4ac$ 判断有解还是无解, 是追上与追不上的条件
<b>图像法</b>	画出 $v-t$ 图像, 图线与 $t$ 轴所围面积表示位移, 利用图像来分析追及相遇问题更直观

**例 1** (多选)[2024·广州模拟] 如图所示, 运动员先后将甲、乙两冰壶以相同的初速度从 A 点沿直线 AO 推离. 若甲以加速度  $a_1$  做匀减速运动后停在 O 点; 乙先以加速度  $a_2$  做匀减速运动, 到达某位置, 运动员开始刷冰面减小动摩擦因数, 乙以加速度  $a_3$  继续做匀减速运动并停在 O 点, 则 ( )



- A.  $a_1 < a_2$                       B.  $a_1 < a_3$   
 C.  $a_1 > a_3$                       D.  $a_2 > a_3$

[反思感悟]

**例 2** [2023·辽宁卷] 某大型水陆两栖飞机具有水面滑行汲水和空中投水等功能. 某次演练中, 该飞机在水面上由静止开始匀加速直线滑行并汲水, 速度达到  $v_1 = 80 \text{ m/s}$  时离开水面, 该过程滑行距离  $L = 1600 \text{ m}$ 、汲水质量  $m = 1.0 \times 10^4 \text{ kg}$ . 离开水面后, 飞机攀升高度  $h = 100 \text{ m}$  时速度达到  $v_2 = 100 \text{ m/s}$ , 之后保持水平匀速飞行, 待接近目标时开始空中投水. 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ . 求:

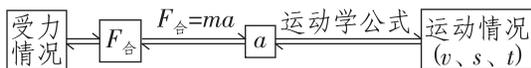
- (1) 飞机在水面滑行阶段的加速度  $a$  的大小及滑行时间  $t$ ;  
 (2) 整个攀升阶段, 飞机汲取的水的机械能增加量  $\Delta E$ .

### 技法点拨

在有关直线运动的习题中, 一个质点的运动可能涉及多种不同类型的运动, 把不同类型的运动联系起来的物理量就是速度. 在解题中, 我们要通过这个速度, 结合  $v_t = v_0 + at$ 、 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 、 $s = \frac{1}{2}(v_0 + v_t) \cdot t$  把两种不同的运动联系起来.

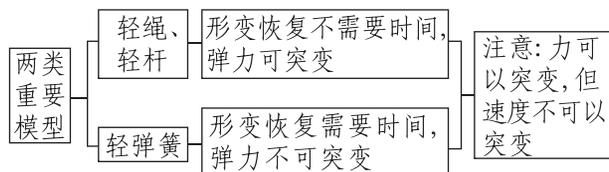
## 角度 2 牛顿第二定律的应用

### 1. 动力学两类基本问题的解题思路

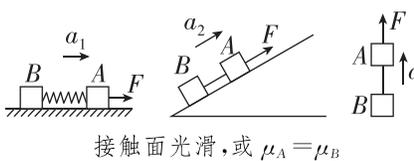
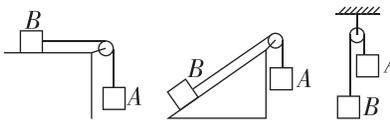
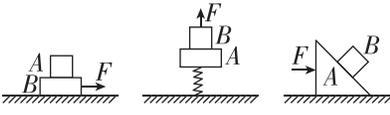


抓住两个分析, 即受力情况分析和运动情况分析, 必要时画运动情景示意图. 对于多运动过程问题, 一定要找准转折点, 特别是转折点的速度.

### 2. 瞬时加速度问题

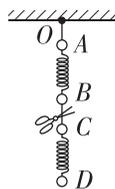


### 3. 常见连接体

 <p style="text-align: center;">接触面光滑, 或 <math>\mu_A = \mu_B</math></p>	三种情况中弹簧弹力、绳的张力相同且与接触面是否光滑无关
	常用隔离法
	常会出现临界条件

**例 3** [2024·湖南卷] 如图所示, 质量分别为  $4m$ 、 $3m$ 、 $2m$ 、 $m$  的四个小球 A、B、C、D 通过细线或轻弹簧互相连接, 悬挂于 O 点, 处于静止状态, 重力加速度为  $g$ . 若将 B、C 间的细线剪断, 则剪断瞬间 B 和 C 的加速度大小分别为 ( )

- A.  $g, 1.5g$   
 B.  $2g, 1.5g$   
 C.  $2g, 0.5g$   
 D.  $g, 0.5g$

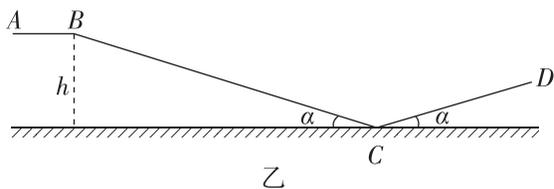


**例 4** 如图甲所示,钢架雪车是一项惊险刺激的雪上比赛项目,某段赛道可简化为图乙,其中  $AB$  段是赛道的水平出发区, $BC$  段是倾角为  $\alpha$  的滑行区, $CD$  段是倾角也为  $\alpha$  的减速区.在某次训练中,质量  $M=60\text{ kg}$  的运动员由  $A$  点出发,以  $F=60\text{ N}$  的水平恒定推力推动质量  $m=40\text{ kg}$  的雪车向  $B$  点加速运动,经  $10\text{ s}$  到达  $B$  点后俯卧在雪车上直接进入滑行区,最终恰运动到赛道上  $D$  处.已知该段赛道全长  $s=1300\text{ m}$ ,运动员和雪车整体在  $BC$  段运动时受到的阻力恒为  $60\text{ N}$ ,雪车与  $AB$  段间的动摩擦因数为  $0.05$ , $B$ 、 $C$  两点的高度差  $h=100\text{ m}$ , $\sin\alpha=0.1$ , $\cos\alpha\approx 1$ ,重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ,不计在赛道连接点的能量损失,求:

- (1)在出发区运动员对雪车做的功;  
 (2)在减速区  $CD$  段雪车与赛道间的动摩擦因数.



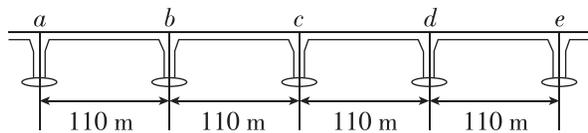
甲



乙

**【迁移拓展】**

1. [2024·辽宁沈阳模拟] 如图为某海湾大桥上四段长度均为  $110\text{ m}$  的等跨连续桥梁,汽车从  $a$  处开始做匀减速直线运动,恰好行驶到  $e$  处停下.设汽车通过  $ab$  段的平均速度为  $v_1$ ,汽车通过  $de$  段的平均速度为  $v_2$ ,则  $\frac{v_1}{v_2}$  满足 ( )



- A.  $2 < \frac{v_1}{v_2} < 3$                       B.  $3 < \frac{v_1}{v_2} < 4$   
 C.  $4 < \frac{v_1}{v_2} < 5$                       D.  $5 < \frac{v_1}{v_2} < 6$

2. [2024·广州模拟] 2023年10月31日,神舟十六号载人飞船返回舱在东风着陆场成功着陆.当返回舱距离地面  $1.2\text{ m}$  时,返回舱的速度为  $8\text{ m/s}$ ,此时返回舱底部的4台反推火箭点火工作,使返回舱触地前瞬间速度降至  $2\text{ m/s}$ ,实现软着陆.若该过程飞船始终竖直向下做匀减速运动,返回舱的质量变化和受到的空气阻力均忽略不计.返回舱的总质量为  $3\times 10^3\text{ kg}$ , $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ,则4台反推火箭点火工作时提供的推力大小为 ( )

- A.  $3\times 10^4\text{ N}$   
 B.  $7.5\times 10^4\text{ N}$   
 C.  $2.6\times 10^4\text{ N}$   
 D.  $1.05\times 10^5\text{ N}$

3. (多选)汽车在路上出现故障时,应在车后放置三角警示牌(如图所示),以提醒后面驾车司机减速安全通过.在夜间,有一货车因故障停驶,后面有一小轿车以  $30\text{ m/s}$  的速度向前驶来,由于夜间视线不好,小轿车驾驶员只能看清前方  $50\text{ m}$  内的物体,并且他的反应时间为  $0.6\text{ s}$ ,制动后小轿车的最大加速度为  $5\text{ m/s}^2$ .假设小轿车始终沿直线运动.下列说法正确的是 ( )



- A. 小轿车从刹车到停止所用的最短时间为  $6\text{ s}$   
 B. 小轿车运动到三角警示牌时的最小速度为  $20\text{ m/s}$   
 C. 小轿车的刹车距离(从刹车到停止运动所走的距离)最小为  $80\text{ m}$   
 D. 三角警示牌至少要放在货车后  $58\text{ m}$  远处,才能有效避免两车相撞

## 题型2 运动学和动力学图像

### 1. 运动学图像

#### (1) 常规图像

常见图像	斜率 $k$	面积	两图像交点
$s-t$ 图像	$\frac{\Delta s}{\Delta t} = v$		表示相遇
$v-t$ 图像	$\frac{\Delta v}{\Delta t} = a$	位移 $s$	表示此时速度相等, 往往是距离最大或最小的临界点
$a-t$ 图像		速度变化量 $\Delta v$	表示此时加速度相等

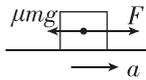
#### (2) 非常规图像

非常规图像(举例)	函数表达式	斜率 $k$	纵截距 $b$
$v_t^2-s$ 图像	由 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 得 $v_t^2 = v_0^2 + 2as$	$2a$	$v_0^2$
$\frac{s}{t}-t$ 图像	由 $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 得 $\frac{s}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$	$\frac{1}{2}a$	$v_0$
$\frac{s}{t^2}-\frac{1}{t}$ 图像	由 $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 得 $\frac{s}{t^2} = v_0 \frac{1}{t} + \frac{1}{2}a$	$v_0$	$\frac{1}{2}a$
$a-s$ 图像	由 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 知图线与 $x$ 轴所围面积等于 $\frac{v_t^2 - v_0^2}{2}$ , 此面积与物体质量乘积表示动能的变化量		
$\frac{1}{v}-s$	面积表示运动时间		

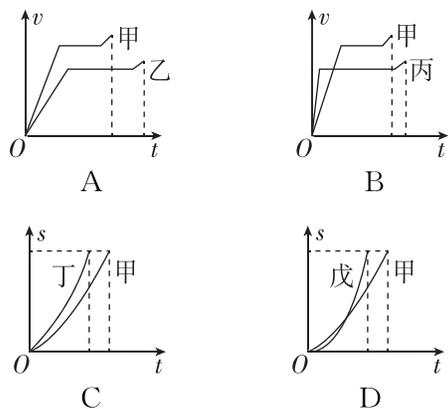
### 2. 动力学图像

$F-t$ 图像	思路一: 分段求加速度, 利用运动学公式求解
	思路二: 动量定理, 图线与 $t$ 轴所围面积表示 $F$ 的冲量
$F-x$ 图像	思路一: 分段求加速度, 利用运动学公式求解
	思路二: 动能定理, 图线与 $x$ 轴所围面积表示力 $F$ 做的功

(续表)

$a-F$ 图像	根据牛顿第二定律列式, 再变换成 $a-F$ 关系 例如: 如图所示, $F - \mu mg = ma, a = \frac{F}{m} - \mu g$ , 斜率为 $\frac{1}{m}$ , 截距为 $-\mu g$
	

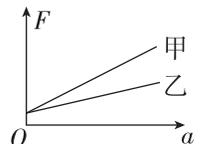
**例5** (多选) 赛龙舟是端午节的传统活动. 下列  $v-t$  和  $s-t$  图像描述了五条相同的龙舟从同一起点线同时出发、沿长直河道划向同一终点线的运动全过程, 其中能反映龙舟甲与其他龙舟在途中出现船头并齐的有 ( )



[反思感悟]

**例6** (多选) [2023·全国甲卷] 用水平拉力使质量分别为  $m_{甲}$ 、 $m_{乙}$  的甲、乙两物体在水平桌面上由静止开始沿直线运动, 两物体与桌面间的动摩擦因数分别为  $\mu_{甲}$  和  $\mu_{乙}$ . 甲、乙两物体运动后, 所受拉力  $F$  与其加速度  $a$  的关系图线如图所示. 由图可知 ( )

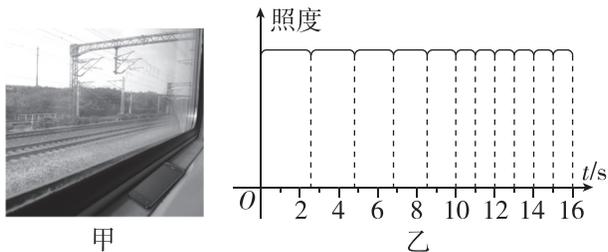
- A.  $m_{甲} < m_{乙}$   
 B.  $m_{甲} > m_{乙}$   
 C.  $\mu_{甲} < \mu_{乙}$   
 D.  $\mu_{甲} > \mu_{乙}$



[反思感悟]

### 【迁移拓展】

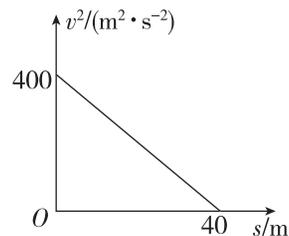
1. (多选)[2024·佛山模拟] 小明同学乘坐动车时发现,车道旁每隔相同距离会有一根为动车组输电的电线杆(如图甲所示),夕阳照射下电线杆会在前行车厢内留下一个个的阴影,于是他将手机平放在车的窗台上,利用手机内置的光传感器测量动车向正北方向前行时,光照强度随时间的变化曲线如图乙所示. 查阅资料可知每两根电线杆的间隔为 50 m,则下列说法正确的是 ( )



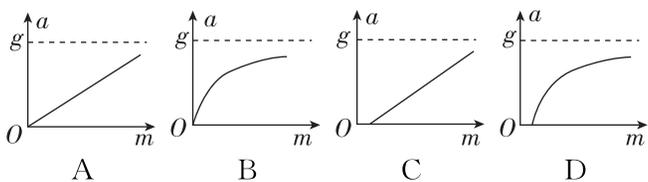
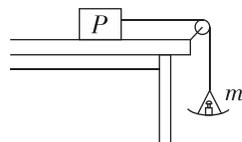
- A. 0~10 s 动车做减速运动
- B. 0~16 s 内动车做匀加速运动
- C. 0~10 s 内动车平均速率为 25 m/s
- D. 14 s 时动车速率为 50 m/s

2. [2024·深圳模拟] 文明社会,汽车在斑马线处应该礼让行人. 某汽车在行驶中发现前方有人过斑马线,立即采取紧急制动,如图所示是该汽车某次紧急制动的运动图像,假设该汽车每次紧急制动的加速度大小都相同. 则下列说法正确的是 ( )

- A. 该汽车该次开始紧急制动时的速度大小为 10 m/s
- B. 从图像可知该汽车紧急制动的加速度大小为  $10 \text{ m/s}^2$
- C. 已知该道路限速 60 km/h,若某次交通事故中交警测量该汽车紧急制动的刹车痕迹长为 20 m,则该汽车超速行驶
- D. 若该汽车以 36 km/h 的速度行驶,则该汽车需要提前 2 s 采取紧急制动措施,才能确保安全

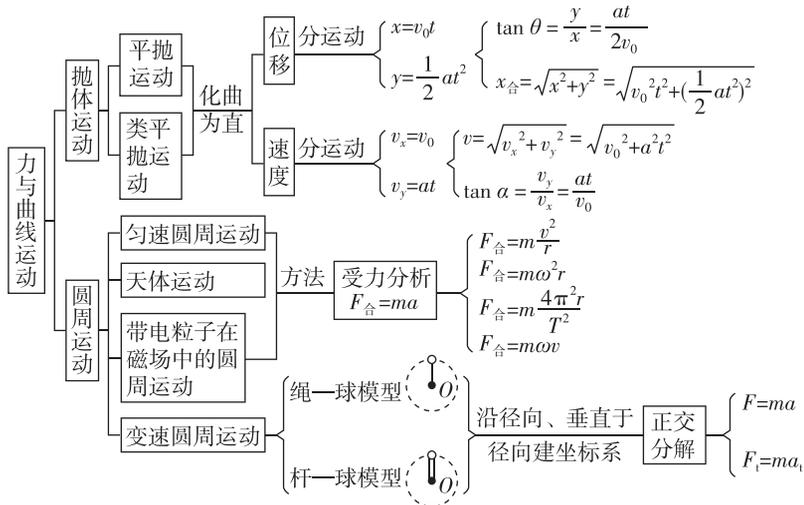


3. [2024·全国甲卷] 如图所示,一轻绳跨过光滑定滑轮,绳的一端系物块 P, P 置于水平桌面上,与桌面间存在摩擦;绳的另一端悬挂一轻盘(质量可忽略),盘中放置砝码. 改变盘中砝码总质量 m,并测量 P 的加速度大小 a,得到 a-m 图像. 重力加速度大小为 g. 在下列 a-m 图像中,可能正确的是 ( )



## 第3讲 力与曲线运动

### 网络构建

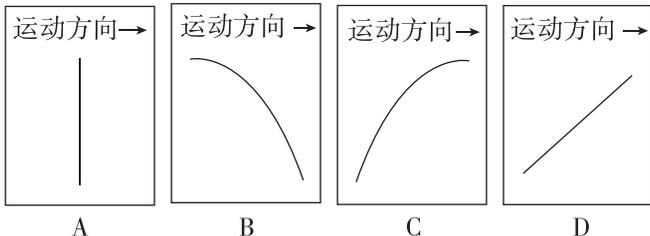


### 【关键能力】

理解曲线运动的运动条件及其轨迹分析,掌握合运动与分运动的关系,掌握平抛运动、斜抛运动和圆周运动的动力学条件运动规律,注重将实际问题转化为物理模型的能力,掌握用分解的方法实现化曲为直、化繁为简的科学思维,培养运用牛顿第二定律、能量观念解决曲线运动问题的综合分析能力.

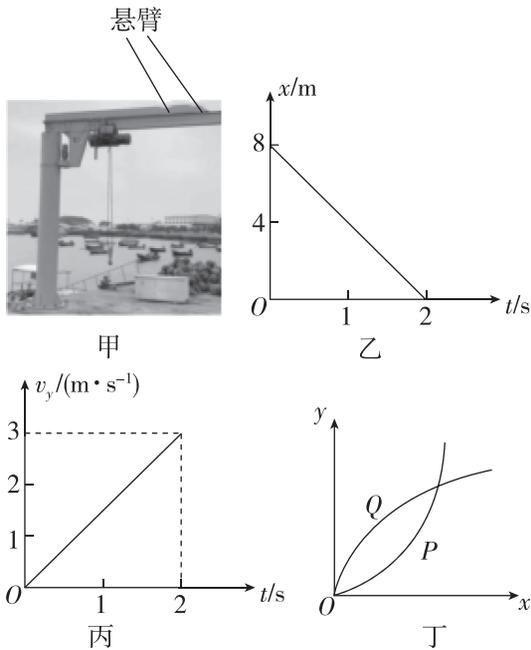
## 题型1 运动的合成与分解

**例1** [2023·江苏卷] 达·芬奇的手稿中描述了这样一个实验:一个罐子在空中沿水平直线向右做匀加速运动,沿途连续漏出沙子.若不计空气阻力,则下列图中能反映空中沙子排列的几何图形是 ( )



**例2** [2024·广州模拟] 各种大型的货运站中少不了悬臂式起重机.如图甲所示,某起重机的悬臂保持不动,可沿悬臂行走的天车有两个功能,一是吊着货物沿竖直方向运动,二是吊着货物沿悬臂水平方向运动.现天车吊着质量为  $100\text{ kg}$  的货物在  $x$  方向的位移—时间图像和  $y$  方向的速度—时间关系图像如图乙、丙所示,下列说法正确的是 ( )

- A.  $2\text{ s}$  末货物的速度大小为  $3\text{ m/s}$   
 B. 货物的运动轨迹是图丁中的抛物线  $Q$   
 C. 货物所受的合力大小为  $150\text{ N}$   
 D.  $0$  到  $2\text{ s}$  末这段时间内,货物的合位移大小为  $11\text{ m}$



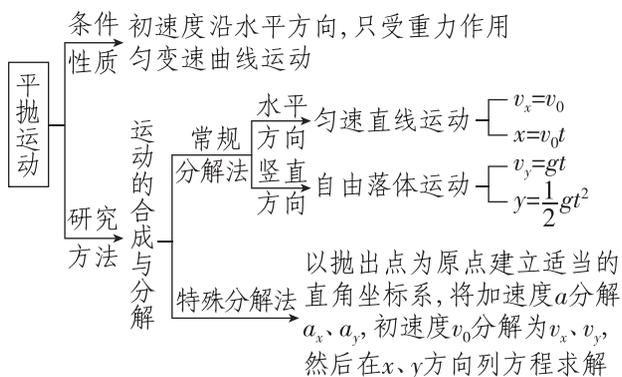
### 技法点拨

两个运动的合成遵循平行四边形定则,物体做曲线运动,当合外力  $F$  与速度  $v$  之间的夹角满足  $0^\circ < \theta < 90^\circ$  时,物体做加速运动;而当  $90^\circ < \theta < 180^\circ$  时,物体做减速运动;当  $\theta = 90^\circ$  并保持这个角度不变时,物体做匀速圆周运动.物体做曲线运动时,合外力指向曲线弯曲的内侧.

## 题型2 抛体运动

### 角度1 平抛运动

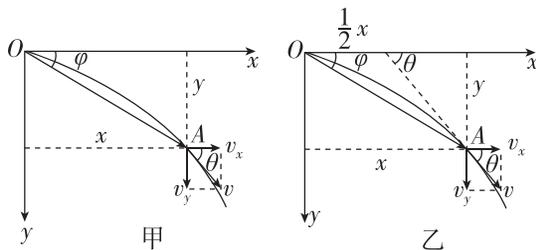
#### 1. 平抛运动及研究方法



#### 2. 平抛运动的两个推论

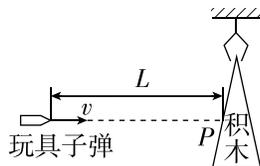
(1) 设做平抛运动的物体在任意时刻的速度方向与水平方向的夹角为  $\theta$ , 位移方向与水平方向的夹角为  $\varphi$ , 则有  $\tan \theta = 2 \tan \varphi$ , 如图甲所示.

(2) 做平抛运动的物体任意时刻的瞬时速度的反向延长线一定通过此时水平位移的中点, 如图乙所示.

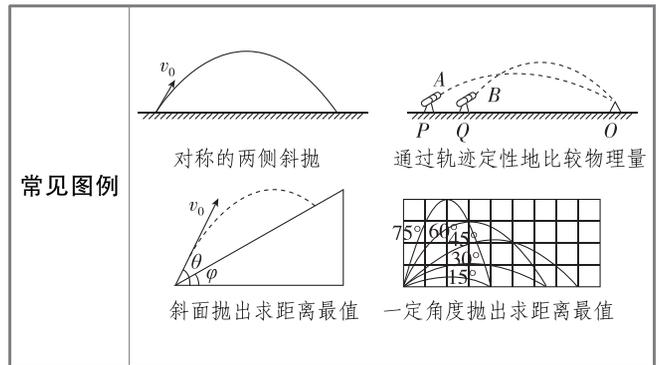


**例3** [2022·广东卷] 如图所示,在竖直平面内,截面为三角形的小积木悬挂在离地足够高处,一玩具枪的枪口与小积木上  $P$  点等高且相距为  $L$ . 当玩具子弹以水平速度  $v$  从枪口向  $P$  点射出时,小积木恰好由静止释放,子弹从射出至击中积木所用时间为  $t$ . 不计空气阻力,下列关于子弹的说法正确的是 ( )

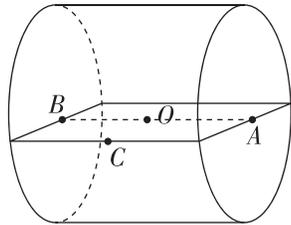
- A. 将击中  $P$  点,  $t$  大于  $\frac{L}{v}$   
 B. 将击中  $P$  点,  $t$  等于  $\frac{L}{v}$   
 C. 将击中  $P$  点上方,  $t$  大于  $\frac{L}{v}$   
 D. 将击中  $P$  点下方,  $t$  等于  $\frac{L}{v}$



(续表)



**例 4** (多选)如图,某一圆柱形风筒内有沿水平方向的恒定风力,为测定风力的大小,现让一质量为  $m$  的轻质小球(不计重力)以速率  $v_0 = 4 \text{ m/s}$  从  $A$  点沿  $AB$  方向进入风筒(图中未画出),小球恰好能沿  $AB$  直线运动到  $O$  点,若测得  $CO = AO = R$ ,不计小球所受重力,下列说法正确的是 ( )



- A. 风力的方向由  $A$  指向  $B$
- B. 风力的大小为  $\frac{8m}{R}$
- C. 小球运动到  $O$  点后会返回到  $A$  点离开,速率仍为  $4 \text{ m/s}$
- D. 若小球仍以速率  $v_0$  从  $C$  点沿  $CO$  方向进入风筒,则小球会从  $A$  点离开风筒

[反思感悟]

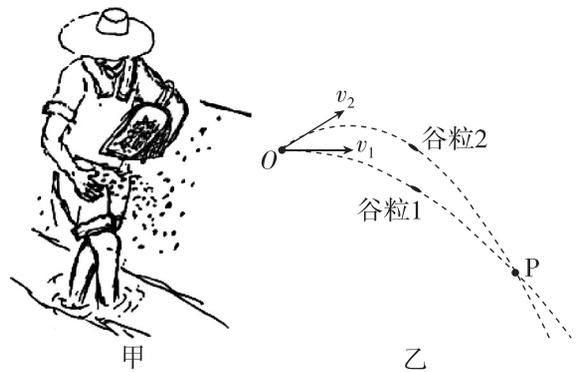
**技法点拨**

平抛运动和类平抛运动的特点是,一个方向(合外力方向)是匀变速直线运动,另一与之垂直的方向是匀速直线运动.分别在这两个方向上列出速度和位移表达式,而合速度及合位移则按平行四边形定则求解.

**角度 2 斜抛运动**

性质	斜抛运动是加速度为 $g$ 的匀变速曲线运动,运动轨迹是抛物线
研究方法	运动的合成与分解、逆向思维法
基本规律 (以斜上抛运动为例)	<p>(1) 水平方向: <math>v_{0x} = v_0 \cos \theta, F_{\text{合}x} = 0; x = v_0 t \cos \theta</math></p> <p>(2) 竖直方向: <math>v_{0y} = v_0 \sin \theta, F_{\text{合}y} = mg; y = v_0 t \sin \theta - \frac{1}{2} g t^2</math></p>

**例 5** [2023 · 湖南卷] 如图甲,我国某些农村地区人们用手抛撒谷粒进行水稻播种.某次抛出的谷粒中有两颗的运动轨迹如图乙所示,其轨迹在同一竖直平面内,抛出点均为  $O$ ,且轨迹交于  $P$  点,抛出时谷粒 1 和谷粒 2 的初速度分别为  $v_1$  和  $v_2$ ,其中  $v_1$  方向水平,  $v_2$  方向斜向上.忽略空气阻力,关于两谷粒在空中的运动,下列说法正确的是 ( )



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

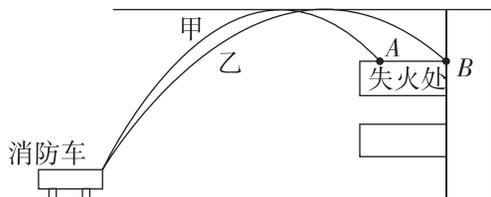
**[迁移拓展]**

1. [2024 · 深圳模拟] 如图所示,一块橡皮用细线悬挂于  $O$  点,现用一支铅笔贴着细线的左侧水平向右以速度  $v_0$  匀速移动,运动过程中保持铅笔的高度不变,悬挂橡皮的那段细线始终保持竖直.当细线与竖直方向夹角为  $\theta = 30^\circ$  时,橡皮的速度大小为 ( )



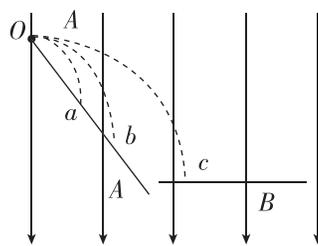
- A.  $\frac{\sqrt{5}}{2} v_0$
- B.  $2v_0$
- C.  $v_0$
- D.  $\frac{v_0}{2}$

2. [2024·珠海模拟] 一住宅阳台失火,消防员用靠在一起的两支水枪喷水灭火,如图所示甲水柱射向水平阳台近处着火点 A,乙水柱射向水平阳台远处清火点 B,两水柱最高点在同一水平线上,不计空气阻力,甲、乙水柱喷出时的速度大小分别为  $v_1$ 、 $v_2$ ,甲、乙水柱在空中运动的时间分别为  $t_1$ 、 $t_2$ ,以下判断正确的是 ( )



- A.  $v_1 > v_2, t_1 = t_2$
- B.  $v_1 < v_2, t_1 = t_2$
- C.  $v_1 > v_2, t_1 < t_2$
- D.  $v_1 < v_2, t_1 < t_2$

3. 如图所示,从混合放射源射出的正离子  $a$ 、 $b$ 、 $c$  先后从  $O$  点水平射入竖直向下的匀强电场中, $a$ 、 $b$  打到倾斜的绝缘板 A 上不同的点, $c$  打在水平绝缘板 B 上,不计重力,则 ( )



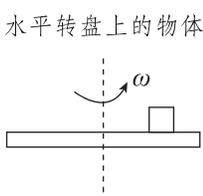
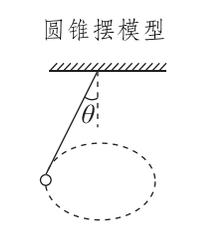
- A.  $c$  的初速度一定大于  $a$  的初速度
- B.  $c$  从  $O$  到  $B$  板的时间一定大于  $a$  从  $O$  到  $A$  板的时间
- C.  $c$  打在  $B$  板时的速度方向一定与  $b$  打在  $A$  板时的速度方向不平行
- D.  $a$ 、 $b$  打在  $A$  板上的速度方向可能不平行

### 题型3 圆周运动动力学问题

#### 圆周运动的三种临界情况

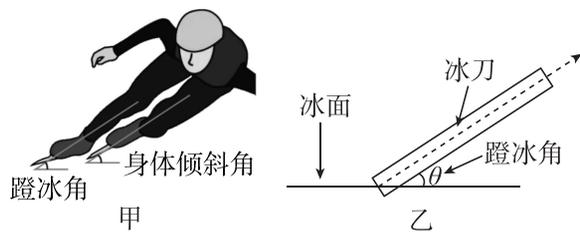
- (1) 接触面滑动临界:  $f = f_{\max}$ .
- (2) 接触面分离临界:  $F_N = 0$ .
- (3) 绳恰好绷紧:  $T = 0$ ; 绳恰好断裂:  $T$  达到绳子可承受的最大拉力.

#### 角度1 水平面内的圆周运动的临界问题

水平面内	动力学方程	临界情况示例
水平转盘上的物体 	$f = m\omega^2 r$	恰好发生滑动
圆锥摆模型 	$mg \tan \theta = m\omega^2 r$	恰好离开接触面

例6 (多选) 2022年2月5日,由曲春雨、范可新、张雨婷、武大靖、任子威组成的短道速滑混

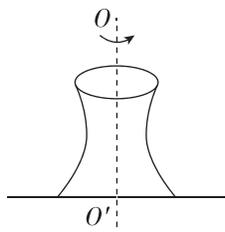
合接力队夺得中国在本次冬奥会的首枚金牌.如图甲所示,将武大靖在弯道转弯的过程看成在水平冰面上的一段匀速圆周运动,转弯时冰刀嵌入冰内从而使冰刀受到与冰面夹角为  $\theta$  (蹬冰角) 的支持力,如图乙所示不计一切摩擦,弯道半径为  $R$ ,重力加速度为  $g$ .以下说法正确的是 ( )



- A. 武大靖转弯时的速度大小为  $\sqrt{\frac{gR}{\tan \theta}}$
- B. 武大靖转弯时的速度大小为  $\sqrt{gR \tan \theta}$
- C. 若武大靖转弯时速度变大,则需要增大蹬冰角
- D. 若武大靖转弯时速度变大,则需要减小蹬冰角

[反思感悟]

**例 7** [2024·江苏卷] 生产陶瓷的工作台匀速转动,台面上掉有陶屑,陶屑与台面间的动摩擦因数处处相同(台面足够大),则下列说法正确的是 ( )



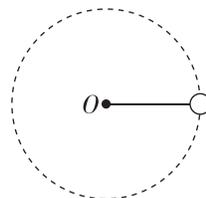
- A. 离轴  $OO'$  越远的陶屑质量越大
- B. 离轴  $OO'$  越近的陶屑质量越大
- C. 只有平台边缘有陶屑
- D. 离轴最远的陶屑距离不超过某一值  $R$

[反思感悟] .....

## 角度 2 竖直面与斜面内的圆周运动临界问题

竖直面内	动力学方程	临界情况示例
轻绳模型 	最高点: $T + mg = m \frac{v^2}{r}$	恰好通过最高点,绳的拉力恰好为 0
轻杆模型 	最高点: $mg \pm F = m \frac{v^2}{r}$	恰好通过最高点,杆对小球的支持力等于小球的重力
带电小球在重力场和电场中的圆周运动 	关注六个位置的力学方程,最高点、最低点、等效最高点、等效最低点,最左边和最右边位置	恰好通过等效最高点,恰好做完整的圆周运动
倾斜转盘上的物体 	最高点: $mg \sin \theta \pm f = m \omega^2 r$ 最低点: $f - mg \sin \theta = m \omega^2 r$	恰好通过最低点

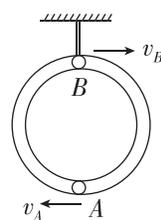
**例 8** [2024·湛江模拟] 空间站内属于微重力环境,可视为完全失重环境,空间站内的航天员欲测出一铁球的质量,他用一根不可伸长的轻绳一端固定在  $O$  点,另一端系待测铁球,使其绕  $O$  点在竖直面内做匀速圆周运动,用力传感器测出轻绳的拉力大小为  $F$ ,他用刻度尺量出绳长为  $L$  及球的直径为  $d$ ,用秒表测出球做  $n$  个完整圆周运动的时间为  $t$ ,下列说法正确的是 ( )



- A. 若让铁球在水平面内做圆周运动,则无法测出铁球的质量
- B. 根据题中给出的数据,可求出铁球的质量为  $\frac{Ft^2}{4\pi^2 n^2 L}$
- C. 若不测球的直径,把绳长当作圆周运动的半径,则测得的质量偏小
- D. 若不测球的直径,改变绳长,测出两次的绳长、拉力及圆周运动的周期,也可计算出铁球的质量

[反思感悟] .....

**例 9** [2024·中山模拟] 如图所示,质量为  $4 \text{ kg}$ ,半径为  $0.5 \text{ m}$  的光滑细圆管用轻杆固定在竖直面内,小球  $A$  和  $B$  的直径略小于细圆管的内径,它们的质量分别为  $m_A = 1 \text{ kg}$ 、 $m_B = 2 \text{ kg}$ . 某时刻,小球  $A$ 、 $B$  分别位于圆管最低点和最高点,且  $A$  的速度大小为  $v_A = 3 \text{ m/s}$ ,此时杆的下端受到向上的压力,大小为  $56 \text{ N}$ . 则  $B$  球的速度大小  $v_B$  为 ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ) ( )

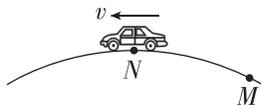


- A.  $2 \text{ m/s}$
- B.  $4 \text{ m/s}$
- C.  $6 \text{ m/s}$
- D.  $8 \text{ m/s}$

[反思感悟] .....

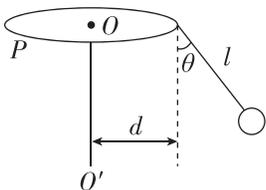
**【迁移拓展】**

1. [2024·广州模拟] 如图,一辆汽车以恒定速率通过圆弧拱桥,  $N$  为桥面最高处, 则汽车 ( )



- A. 在  $N$  处所受支持力大小大于其重力
- B. 在  $N$  处所受支持力大小等于其重力
- C. 从  $M$  到  $N$  过程所受支持力逐渐增大
- D. 从  $M$  到  $N$  过程所受支持力逐渐减小

2. [2024·深圳模拟] “旋转秋千”是游乐园里常见的的项目,人坐在座椅上随转盘旋转而在空中飞旋.若将人和座椅看成质点,简化为如图所示的模型.质点质量为  $m$ ,在水平面内做匀速圆周运动,细线沿圆锥面旋转形成圆锥摆.已知细线长为  $l$ ,重力加速度为  $g$ ,当细线跟竖直方向的夹角为  $\theta$  时,则 ( )

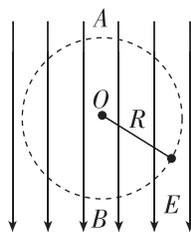


- A. 质点做匀速圆周运动的向心力由重力垂直细线向下方向的分力提供
- B. 若细线长度相同,质点质量越大,  $\theta$  越小

C. 质点受到细线的拉力大小为  $mg \cos \theta$

D. 当转盘加速时,质点做离心运动将脱离原轨道

3. (多选) 如图所示,在竖直向下的匀强电场中,一质量为  $m$ 、带电荷量为  $-q$  ( $q > 0$ ) 的小球用长为  $R$  的轻绳悬挂于  $O$  点,让小球在竖直平面内做圆周运动,其中  $A$ 、 $B$  是圆周上的最高点和最低点,重力加速度为  $g$ ,电场强度大小  $E = \frac{3mg}{q}$ . 下列说法正确的是 ( )



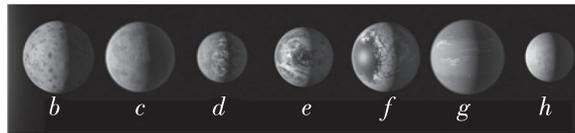
- A. 若要完成完整的圆周运动,小球到达  $A$  点的速度至少为  $v_A = \sqrt{gR}$
- B. 若要完成完整的圆周运动,小球到达  $B$  点的速度至少为  $v_B = \sqrt{2gR}$
- C. 小球由  $A$  点运动到  $B$  点的过程中,小球电势能的增加量不等于重力势能的减少量
- D. 小球由  $A$  点运动到  $B$  点的过程中,小球电势能的增加量等于重力势能的减少量

**题型 4 万有引力定律的应用**

**角度 1 万有引力与重力相结合**

万有引力与重力的关系:在星球表面处,若考虑星球自转,则重力是万有引力的一个分力,若不考虑星球自转,则重力等于万有引力;在星球表面上空某处,万有引力总是等于重力.

**例 10** [2024·珠海模拟] 据报道,“TRAPPIST-1 恒星系统”由 1 颗红矮星和 7 颗(如图所示)围绕它运行的行星组成,若地球半径为  $R$ ,则行星的半径如表.据推测行星  $g$  和  $h$  的密度大致相同,若行星  $g$  的第一宇宙速度为  $v$ ,则行星  $h$  的第一宇宙速度约为 ( )



行星	$b$	$c$	$d$	$e$	$f$	$g$	$h$
半径	$1.12R$	$1.10R$	$0.78R$	$0.91R$	$1.05R$	$1.15R$	$0.77R$

- A.  $0.5v$
- B.  $0.7v$
- C.  $1.5v$
- D.  $2.3v$

**[反思感悟]** .....

.....

.....

## 角度2 估算中心天体的质量和密度

### 估算中心天体质量和密度的两条思路

(1) 利用天体表面的重力加速度和天体半径估算:

由  $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ , 得  $M = \frac{gR^2}{G}$ , 再由  $\rho = \frac{M}{V}$ ,  $V =$

$\frac{4}{3}\pi R^3$ , 可得  $\rho = \frac{3g}{4G\pi R}$ .

(2) 利用卫星绕天体做匀速圆周运动的轨道半径

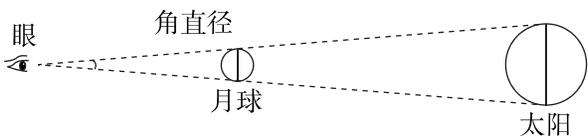
和周期估算: 由  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ , 得  $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ , 再

结合  $\rho = \frac{M}{V}$ ,  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ , 可得  $\rho = \frac{3\pi r^3}{GT^2 R^3}$ , 卫星在

中心天体表面做匀速圆周运动时,  $r = R$ , 则

$\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$ .

**例 11** [2023·辽宁卷] 在地球上观察, 月球和太阳的角直径(直径对应的张角)近似相等, 如图所示. 若月球绕地球运动的周期为  $T_1$ , 地球绕太阳运动的周期为  $T_2$ , 地球半径是月球半径的  $k$  倍, 则地球与太阳的平均密度之比约为 ( )



A.  $k^3 \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$

B.  $k^3 \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$

C.  $\frac{1}{k^3} \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$

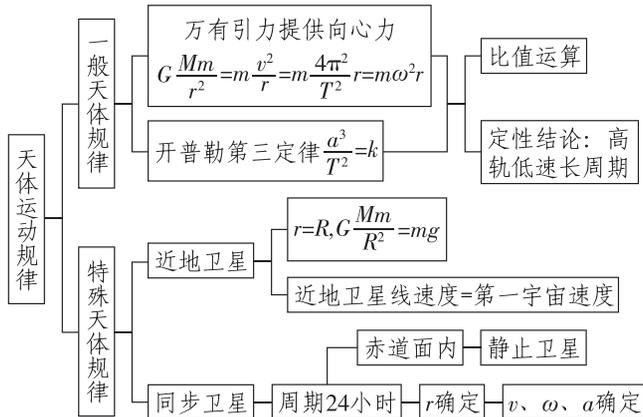
D.  $\frac{1}{k^3} \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$

[反思感悟] .....

.....  
.....  
.....

## 角度3 天体运动规律的应用及变轨问题

### 1. 天体运动规律



### 2. 变轨问题

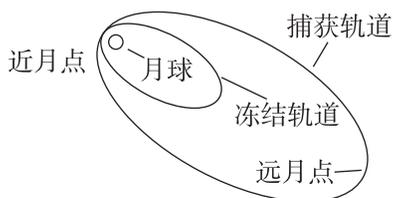
(1) 卫星变轨时半径的变化可根据万有引力和所需向心力的大小关系判断; 稳定的新轨道上的运行速

度变化由  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$  判断.

(2) 同一卫星在不同轨道上运行时机械能不同, 轨道半径越大, 机械能越大.

(3) 卫星经过不同轨道相交的同一点时加速度相等.

**例 12** [2024·安徽卷] 2024 年 3 月 20 日, 我国探月工程四期鹊桥二号中继星成功发射升空. 当抵达距离月球表面某高度时, 鹊桥二号开始进行近月制动, 并顺利进入捕获轨道运行, 如图所示, 轨道的半长轴约为 51 900 km. 后经多次轨道调整, 进入冻结轨道运行, 轨道的半长轴约为 9900 km, 周期约为 24 h. 则鹊桥二号在捕获轨道运行时 ( )



A. 周期约为 144 h

B. 近月点的速度大于远月点的速度

C. 近月点的速度小于在冻结轨道运行时近月点的速度

D. 近月点的加速度大于在冻结轨道运行时近月点的加速度

### 技法点拨

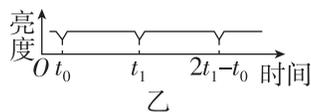
对卫星的加速与变轨问题,要弄清以下问题:(1)从低轨道进入高轨道需要对卫星加速,以增加卫星的机械能;(2)通常在近地点或远地点对卫星加速;(3)卫星在圆轨道和椭圆轨道上的同一点速率并不相同,但加速度大小相同.

### 【迁移拓展】

1. [2024·湛江模拟] 木星的卫星中,木卫一、木卫二、木卫三做圆周运动的周期之比为  $1:2:4$ . 木卫三周期为  $T$ ,公转轨道半径是月球绕地球轨道半径  $r$  的  $n$  倍. 月球绕地球公转周期为  $T_0$ ,则 ( )

- A. 木卫一的轨道半径为  $\frac{n}{16}r$
- B. 木卫二的轨道半径为  $\frac{n}{2}r$
- C. 周期  $T$  与  $T_0$  之比为  $n^{\frac{3}{2}}$
- D. 木星质量与地球质量之比为  $\frac{T_0^2}{T^2}n^3$

2. [2023·广东卷] 如图甲所示,太阳系外的一颗行星  $P$  绕恒星  $Q$  做匀速圆周运动. 由于  $P$  的遮挡,探测器探测到  $Q$  的亮度随时间做如图乙所示的周期性变化,该周期与  $P$  的公转周期相同. 已知  $Q$  的质量为  $M$ ,引力常量为  $G$ . 关于  $P$  的公转,下列说法正确的是 ( )



- A. 周期为  $2t_1 - t_0$
  - B. 半径为  $\sqrt[3]{\frac{GM(t_1 - t_0)^2}{4\pi^2}}$
  - C. 角速度的大小为  $\frac{\pi}{t_1 - t_0}$
  - D. 加速度的大小为  $\sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{t_1 - t_0}}$
3. [2024·广东模拟] 某国产手机新品上市,持有该手机者即使在没有地面信号的情况下,也可以拨打、接听卫星电话. 为用户提供语音、数据等卫星通信服务的“幕后功臣”正是中国自主研发的“天通一号”卫星系统,该系统由“天通一号”01星、02星、03星三颗地球同步卫星组成. 已知地球的自转周期为  $T$ ,地球的半径为  $R$ ,该系统中的卫星距离地面的高度为  $h$ ,电磁波在真空中的传播速度为  $c$ ,引力常量为  $G$ . 下列说法正确的是 ( )
- A. 可求出地球的质量为  $\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$
  - B. “天通一号”01星的向心加速度小于静止在赤道上的物体的向心加速度
  - C. “天通一号”01星若受到阻力的影响,运行轨道会逐渐降低,速度会变大
  - D. 该手机向此卫星系统发射信号后,至少需要经过时间  $\frac{h}{c}$  才接收到信号