



浙江省

稳拿高分

争取满分

听课手册

全品 选考专题

“选考标准”为依据
“选考真题”为导向

物理

主编：肖德好

黄河出版传媒集团
阳光出版社

因聚焦而纯粹

物理

本书专为2025年6月高三年级学生二次备考精心打造，聚焦核心、聚焦题型、聚焦题源，在内容与选题方向上体现选考与选考分离后考查角度、深度变化调整，而且充分考虑二次备考的侧重点，突出以下几个方面：

一、目的明确。充分考虑到选考二次备考与一次备考的不同，定位稳拿高分，争取满分。做到简单专题学生自主练，查漏补缺；重点专题师生互动，强化提升。

二、双螺旋式训练。作业手册设置“专题限时训练”与“题型分项训练”，深度与形式双螺旋提升模式。

三、整体框架分为：“第一部分核心主干复习专题”“第二部分热学、机械振动和机械波、光学和电磁波、原子物理”“第三部分物理实验”和“第四部分考前增分指导”。力求达到主次分明，环环相扣，螺旋上升的复习效果。

01 讲解 · 主次分明



专题篇

【考点考向探究】

简单知识整合，重点难点拓展，依托选考“标准”“真题”，讲解考点、考法与考向。

知识与能力并重，强化信息提取与建模能力，提升数学在高中物理的应用技能。

微专题篇

专题中穿插微专题，凸显高频考点，注重解题思路引导，确保高效针对突破。

02 练习 · 原汁原味



练习篇

选题：考点全练排查雷区，重点强化提升技能。

题型：瞄准选考题型，匹配选考难度，定向训练考法。

模式：“专题限时训练”排2栏，“题型分项训练”通栏排，前者集中突破考点，后者专项突破题型。

03 大卷 · 仿真预测



标准大卷

8套标准卷，最新的选考动态，最全的选考题型，不仅全面练透历次选考题点，而且深入预测最新选题方向。

完美的讲练测组合
骄人的高考成绩!

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 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	006

专题二 功和能、动量

第 4 讲 功、功率、动能定理	011
第 5 讲 能量守恒、功能关系	016
微专题 1 传送带模型综合问题	018
第 6 讲 冲量与动量	021
微专题 2 滑块—木板模型综合问题	025
微专题 3 力学三大观点的综合运用	027

专题三 电场和磁场

第 7 讲 静电场	031
第 8 讲 磁场	035
微专题 4 质谱仪、回旋加速器等组合场问题	041
微专题 5 速度选择器、霍尔效应等叠加场问题	044
微专题 6 电磁场中的空间立体问题和摆线问题	046

专题四 电路和电磁感应

第 9 讲 恒定电流和交变电流	049
第 10 讲 电磁感应	052
微专题 7 电磁感应中的单杆模型	057

微专题 8 电磁感应中的双杆和线框模型	059
微专题 9 电磁感应实践性应用专题	062

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 11 讲 热学	065
微专题 10 热学计算题型突破	068
第 12 讲 机械振动和机械波、电磁振荡和电磁波	072
第 13 讲 光学	076
第 14 讲 原子物理	081

第三部分 物理实验

第 15 讲 力学实验	084
第 16 讲 电学实验	092
第 17 讲 其他实验	097

第四部分 考前增分指导

增分指导一 数学方法在物理中的应用	104
增分指导二 解题技巧与策略	107

参考答案 (另附分册) / 116

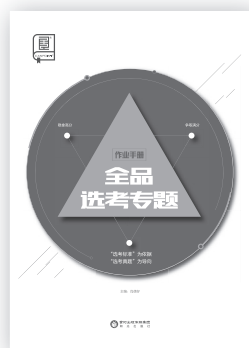
02 作业手册 (另附分册)

重点单元细分讲次, 全面复习又不失选考侧重方向

第 1 讲 ~ 第 17 讲

“1~15 选择 + 16 实验” 限时练

“17~20 解答” 规范练



03 仿真模拟卷 (另附分册)

练题型 练模式 练心态

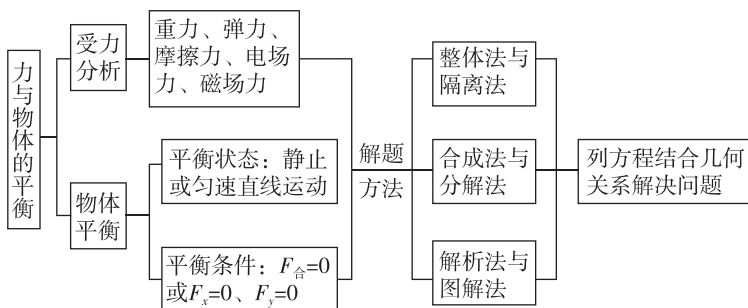
仿真模拟卷 (一) ~ 仿真模拟卷 (八)



专题一 力与运动

第1讲 物体的平衡

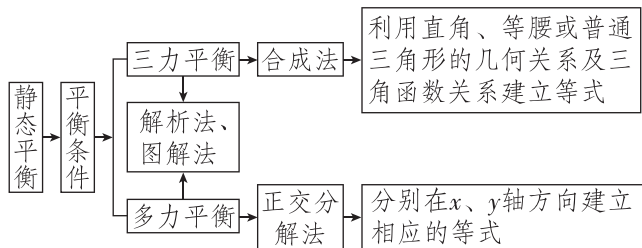
网络构建



【关键能力】

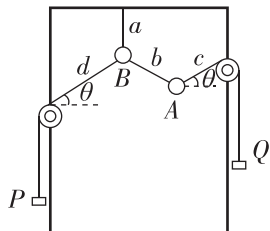
理解力和力的运算法则,会正确受力分析,熟练运用力的平衡的各种表达形式.灵活选取研究对象、会根据实际情况构建平衡模型,同时掌握临界法、函数法、图像法、整体法、隔离法等解题方法,联系生活实际,培养学生的物理观念和科学思维.

题型1 静态平衡问题



例1 [2024·浙江1月选考] 如图所示,在同一竖直平面内,小球A、B上系有不可伸长的细线a、b、c和d,其中a的上端悬挂于竖直固定的支架上,d跨过左侧定滑轮,c跨过右侧定滑轮分别与相同配重P、Q相连,调节左、右两侧定滑轮高度达到平衡.已知小球A、B和配重P、Q质量均为50g,细线c、d平行且与水平面成 $\theta=30^\circ$ 角(不计摩擦, g 取10N/kg),则细线a、b的拉力分别为 ()

- A. 2N、1N
- B. 2N、0.5N
- C. 1N、1N
- D. 1N、0.5N



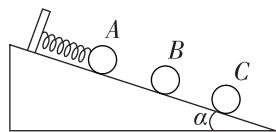
【反思感悟】

技法点拨

定滑轮只改变力的方向,不改变力的大小,在分析细绳a的拉力时,宜采用整体受力分析;当分析A、B球之间的拉力时,既可以对A球受力分析,也可以对B球受力分析.

例2 [2020·浙江1月选考] 如图所示,在倾角为 α 的光滑绝缘斜面上固定一个挡板,在挡板上连接一根劲度系数为 k_0 的绝缘轻质弹簧,弹簧另一端与A球连接.A、B、C三小球的质量均为 M , $q_A=q_0>0$, $q_B=-q_0$,当系统处于静止状态时,三小球等间距排列.已知静电力常量为 k ,重力加速度为 g ,则 ()

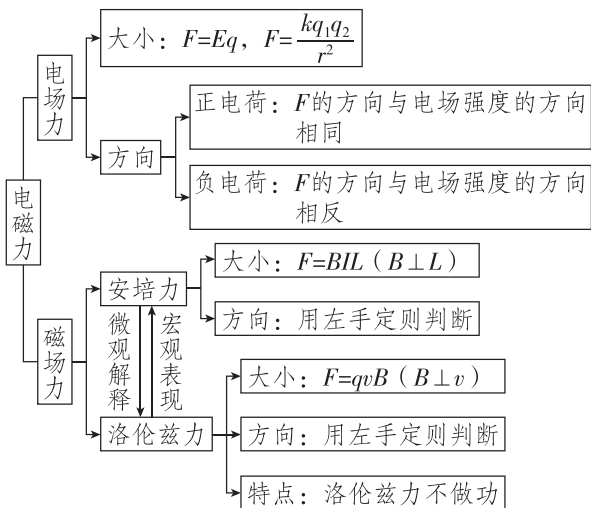
- A. $q_C = \frac{4}{7}q_0$
- B. 弹簧伸长量为 $\frac{Mg \sin \alpha}{k_0}$
- C. A球受到的库仑力大小为 $2Mg$
- D. 相邻两小球间距为 $q_0 \sqrt{\frac{3k}{7Mg}}$



【反思感悟】

技法点拨

1. 解决电磁学中平衡问题,要理清知识体系

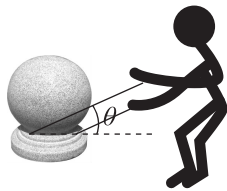


2. 本例在分析 C 球时,采用假设法结合平衡知识进行讨论,也可以先求 C 处电场方向,电场力又必须沿斜面向上,从而求得 C 球电性.与电场力相关的平衡问题可以直接用电场力分析,也可以通过电场强度进行分析.

【迁移拓展】

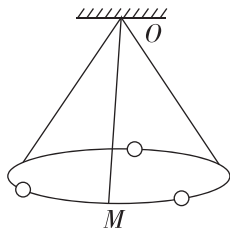
1. [2022·浙江1月选考] 如图所示,学校门口水平地面上有一质量为 m 的石墩,石墩与水平地面间的动摩擦因数为 μ ,工作人员用轻绳按图示方式匀速移动石墩时,两平行轻绳与水平面间的夹角均为 θ ,重力加速度为 g ,则下列说法正确的是 ()

- A. 轻绳的合拉力大小为 $\frac{\mu mg}{\cos \theta}$
- B. 轻绳的合拉力大小为 $\frac{\mu mg}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$
- C. 减小夹角 θ ,轻绳的合拉力一定减小
- D. 轻绳的合拉力最小时,地面对石墩的摩擦力也最小



2. [2024·温州模拟] 如图所示,质量为 M 、半径为 R 的圆环状光滑绝缘细杆用三根交于 O 点的等长细线悬挂于水平面内,每根细线与竖直方向均成 30° 角,杆上套有三个可视为质点的带正电小球,每个小球的质量均为 m 、电荷量均为 q ,小球间的距离相等,球和杆均静止.重力加速度大小为 g ,静电力常量为 k ,则 ()

- A. 每根细线对杆的拉力大小为 $\frac{2\sqrt{3}}{9}Mg$
- B. 每根细线对杆的拉力大小为 $\frac{2}{3}(3m+M)g$

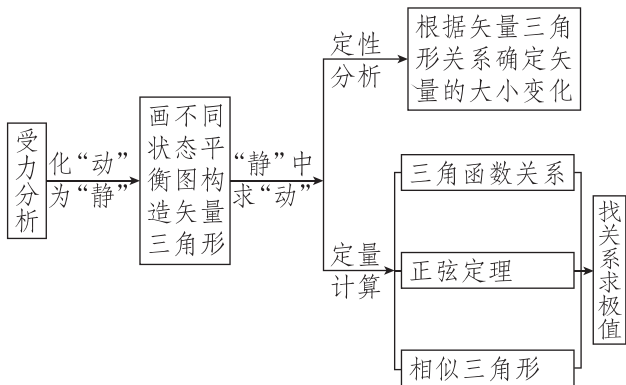


- C. 每个小球受到的库仑力大小为 $\frac{\sqrt{3}kq^2}{R^2}$
- D. 每个小球对杆的弹力大小为 $\sqrt{\frac{k^2q^4}{3R^4} + m^2g^2}$

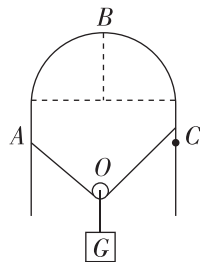
题型2 动态平衡问题

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



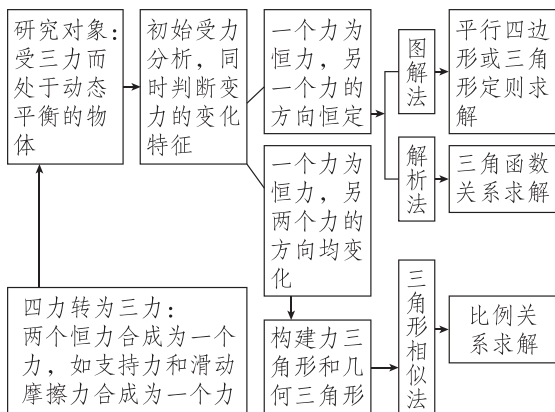
例3 如图所示,在竖直放置的穹形支架上,一根长度不变且不可伸长的轻绳通过轻质光滑滑轮悬挂一重物 G .现将轻绳的一端固定于支架上的 A 点,另一端从 B 点沿支架缓慢地向 C 点靠近(C 点与 A 点等高),则在此过程中绳中拉力大小 ()



- A. 先变大后不变
- B. 先变大后变小
- C. 先变小后不变
- D. 先变小后变大

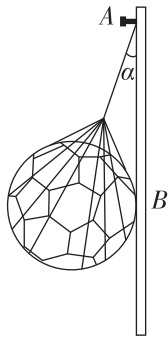
技法点拨

破解动态平衡问题



例 4 [2024·衢州模拟] 如图所示,用轻质网兜将一质量均匀的足球悬挂在竖直木板的 A 点,轻绳与木板之间的夹角为 $\alpha=30^\circ$.将木板以底端为轴顺时针缓慢转动直至木板水平,转动过程中绳与木板之间的夹角保持不变.忽略一切摩擦,球的重力为 9 N.设木板对球的支持力为 F_N ,绳上的拉力为 F_T ,在木板转动过程中,下列说法正确的是 ()

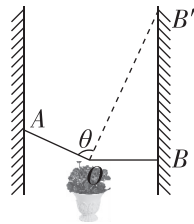
- A. F_N 的最小值为 3 N
- B. F_N 的最大值为 9 N
- C. 当木板转动 60° 时, F_N 是 F_T 大小的三倍
- D. 当木板转动 30° 时, F_N 与 F_T 大小相等



【迁移拓展】

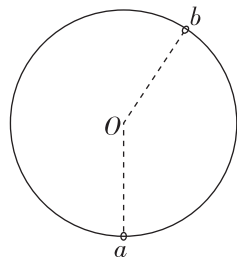
1. 如图所示,用 OA 、 OB 两根轻绳将花盆悬于两竖直墙之间.开始时 OB 绳水平,现保持 O 点位置不变,改变 OB 绳长,使绳右端由 B 点缓慢上移至 B' 点,此时 OB' 与 OA 之间的夹角 $\theta < 90^\circ$.设此过程中 OA 、 OB 绳的拉力分别为 F_{OA} 、 F_{OB} ,则下列说法正确的是 ()

- A. F_{OA} 一直减小
- B. F_{OA} 先减小后增大
- C. F_{OB} 一直增大
- D. F_{OB} 一直减小



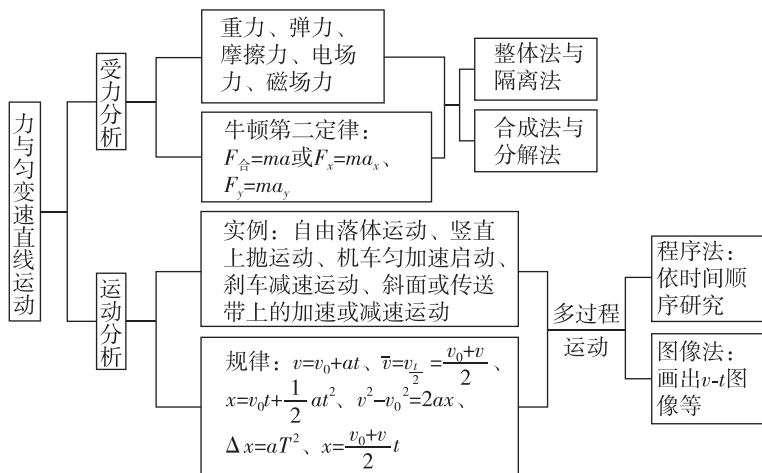
2. 如图所示,光滑绝缘圆环轨道竖直固定,两个质量均为 m 、带等量同种电荷的小环 a 、 b 套在圆环轨道上.小环 a 固定在轨道最低点,初始时 b 处于静止状态, a 、 b 之间距离为 l (l 小于轨道直径的长度).小环 b 缓慢漏电,自图示位置开始缓慢下滑,则 ()

- A. 小环 b 对轨道的压力可能先指向圆心,后背离圆心
- B. 小环 b 对轨道的压力大小始终不变
- C. 两小环之间的库仑力先增大后减小
- D. 当小环 b 的电荷量减为初始电荷量的一半时, a 、 b 之间的距离也减半



第 2 讲 力与直线运动

网络构建



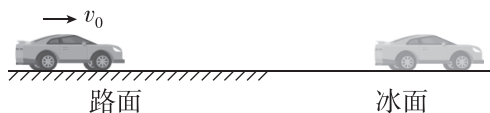
【关键能力】

熟练应用匀变速直线运动规律及其相关结论,理解牛顿第二定律,会分析处理两类动力学问题,掌握传送带、板块等常见直线运动的模型.会应用整体法与隔离法进行受力和运动分析,会应用多种运动图像处理多过程问题.

题型 1 直线运动规律综合应用

	主要内容
考查知识点	匀变速直线运动规律及其重要结论、自由落体及竖直上抛运动、追及相遇问题、运动图像综合分析与牛顿第二定律及动能定理等综合
两种物理思想	逆向思维、极限思想
两个易错易混点	(1)物体做加速或减速运动取决于速度与加速度方向间的关系 (2)“刹车”问题要先判断刹车时间,再分析计算
追及问题临界条件	速度相等时是距离最大或最小的临界条件,速度大追速度小的有最小间距(或碰撞、反超),速度小的追速度大的有最大间距
应用牛顿第二定律解决匀变速直线运动问题的一般思路	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; gap: 10px;"> 受力情况 \rightarrow $F_{\text{合}}$ \rightarrow $F_{\text{合}}=ma$ \rightarrow a \rightarrow 运动学公式 \rightarrow 运动情况 </div> <p>(v, x, t)</p> <p>抓住两个分析,即受力情况分析和运动情况分析,必要时要画运动情景示意图.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</p>

例 1 [2024·慈溪中学模拟] 如图所示,在平直路面上进行汽车刹车性能测试.当汽车速度为 v_0 时开始刹车,先后经过路面和冰面(结冰路面),最终停在冰面上.刹车过程中,汽车在路面与冰面所受阻力之比为 $7:1$,位移之比为 $8:7$,则汽车进入冰面瞬间的速度为 ()



- A. $\frac{1}{2}v_0$ B. $\frac{1}{3}v_0$
C. $\frac{1}{8}v_0$ D. $\frac{1}{9}v_0$

技法点拨

汽车匀减速到路面的末速度可以视为在冰面上匀减速运动的初速度,根据牛顿第二定律分别计算出两种路面的加速度,结合匀变速直线运动规律,就可以解决问题.

例 2 [2024·温州中学模拟] 如图所示,“礼让行人”是城市文明的重要标志.某汽车正以 54 km/h 的速度行驶在城市道路上,在车头距离“礼让行

人”停车线 36 m 时,驾驶员发现前方有行人通过人行横道, 0.4 s 后刹车使汽车匀减速滑行.为了使汽车车头不越过停车线停止让行,下列说法中正确的是 ()

- A. 汽车刹车后滑行的最大距离为 36 m
B. 汽车减速的最小加速度为 3.75 m/s^2
C. 汽车用于减速滑行的最长时间为 5 s
D. 从驾驶员发现行人到汽车停止的过程,汽车平均速度为 7.5 m/s



技法点拨

汽车礼让行人过程涉及人的反应时间、减速运动有效时间等,可以通过画出 $v-t$ 图像来审题.

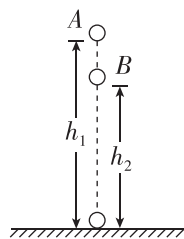
【迁移拓展】

1. [2024·温岭模拟] 2023 年 11 月,我国航母“福建舰”开始弹射实验.飞机航母弹射系统能够使飞机获得一个初速度,从而达到缩短滑行距离的目的.设飞机靠自身引擎获得的加速度为 a ,没有弹射的情况下,飞机滑行 L_1 的距离达到起飞速度;开启弹射系统,使飞机获得一个初速度 v_0 ,飞机滑行 L_2 的距离达到起飞速度.设 $L_1 - L_2 = \Delta L$,加速度 a 和起飞速度均为定值,下列关于 ΔL 的说法正确的是 ()

- A. ΔL 与 v_0 成正比 B. ΔL 与 v_0^2 成正比
C. ΔL 与 v_0^3 成正比 D. ΔL 与 $\sqrt{v_0}$ 成正比

2. [2024·舟山模拟] 如图所示,小球从距地面高度 $h_1 = 1.25 \text{ m}$ 的 A 点由静止释放,经地面第一次反弹,竖直上升至最高点 B, B 点距地面高度 $h_2 = 0.8 \text{ m}$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,不计空气阻力.下列说法正确的是 ()

- A. 小球在 B 点处于静止状态
B. 小球下降过程处于失重状态,上升过程处于超重状态
C. 小球与地面作用过程速度变化量的大小为 1 m/s
D. 小球下降过程的平均速度大小大于上升过程的平均速度大小

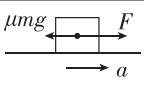


题型2 动力学图像综合问题

1. 常见图像

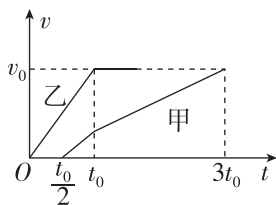
常见图像	斜率 k	面积	两图像交点
$x-t$ 图像	速度 v		表示相遇
$v-t$ 图像	加速度 a	位移 x	不表示相遇,表示此时速度相等,往往是距离最大或最小的临界点
$a-t$ 图像		速度变化量 Δv	表示此时加速度相等

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^2-x 图像	由 $v^2 - v_0^2 = 2ax$, 得 $v^2 = 2ax + v_0^2$	$2a$	v_0^2
$\frac{x}{t}-t$ 图像	由 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$, 得 $\frac{x}{t} = \frac{1}{2}at + v_0$	$\frac{1}{2}a$	v_0
 $a-F$ 图像	由 $F - \mu mg = ma$, 得 $a = \frac{1}{m}F - \mu g$	$\frac{1}{m}$	$-\mu g$

例3 [2024·金华模拟] 端午节两个队伍比赛的速度与时间关系图像如图所示,甲在第一段时间内的加速度是在第二段时间内的加速度的2倍,在 $3t_0$ 时刻甲到达终点.下列说法正确的是 ()

- A. 甲、乙两队伍同时出发
 B. $0 \sim t_0$ 内,甲的平均速度大于乙的平均速度
 C. 甲在 t_0 时刻的速度为 $\frac{v_0}{3}$



- D. 乙到达终点的时刻为 $\frac{11t_0}{12}$

[反思感悟] _____

例4 [2024·台州模拟] 水平地面上质量为 1 kg 的物块受到同一直线上的水平拉力 F_1 、 F_2 的作用, F_1 、 F_2 随时间的变化如图所示,已知物块在前 2 s 内以 5 m/s 的速度做匀速直线运动, g 取 10 m/s^2 , 则 ()

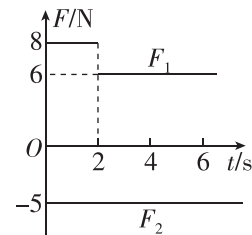
A. 物块与地面间的动摩擦因数为 0.2

B. 3 s 末物块受到的摩擦力大小为 4 N

C. 5 s 末物块受到的摩擦力大小为 1 N

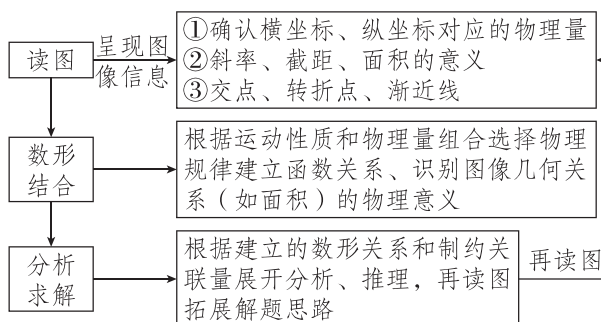
D. 5 s 末物块的加速度大小为 3 m/s^2

[反思感悟] _____



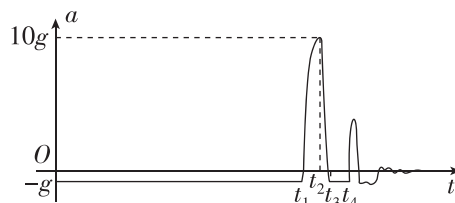
技法点拨

处理图像问题的一般流程



【迁移拓展】

1. 智能手机安装软件后,可利用手机上的传感器测量手机运动的加速度.带塑胶软壳的手机从一定高度由静止释放,落到地面上,手机传感器记录了手机运动的加速度 a 随时间 t 变化的关系如图所示, g 为当地的重力加速度.下列说法错误的是 ()



- A. 释放时,手机离地面的高度为 $\frac{1}{2}gt_1^2$
 B. 手机第一次与地面碰撞的作用时间为 $t_3 - t_1$
 C. 手机第一次与地面碰撞中所受最大弹力为自身重力的 10 倍
 D. $0 \sim t_2$ 内图线与横坐标轴围成的面积中,时间轴下方与上方的面积大小相等

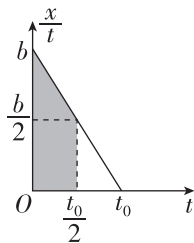
2. [2024·杭州模拟] 浙江省杭州高级中学的某物理兴趣小组研究某物体做匀变速直线运动的 $\frac{x}{t}-t$ 图像如图所示. 下列说法正确的是 ()

A. 物体在 $\frac{t_0}{2}$ 时的速度为 $\frac{b}{2}$

B. 阴影部分的面积表示物体在 $0 \sim \frac{t_0}{2}$ 时间内通过的位移

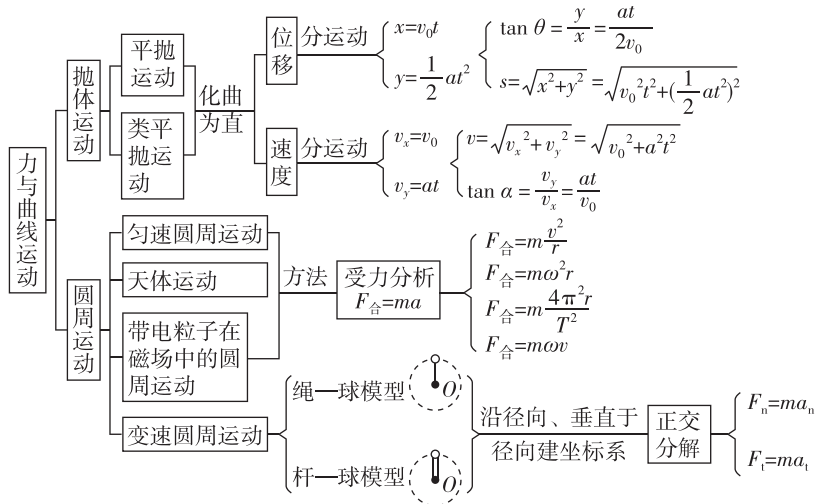
C. 物体在 t_0 时刻回到出发点

D. 物体的加速度大小为 $\frac{b}{t_0}$



第3讲 力与曲线运动

网络构建

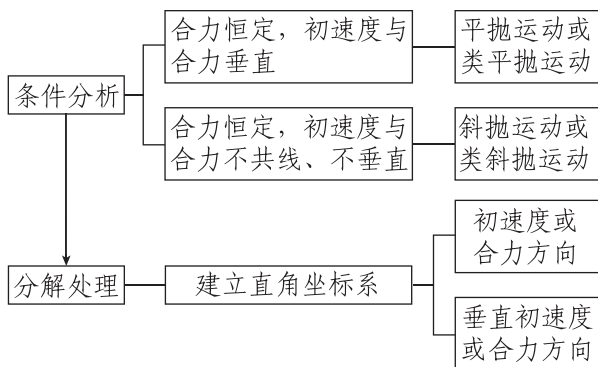


【关键能力】

理解曲线运动的运动条件及其轨迹分析, 掌握平抛运动和圆周运动的公式和规律. 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 抛体运动

1. 解决抛体运动的思维过程:



2. 建好“两个模型”

(1) 常规的平抛运动及类平抛运动模型.

(2) 与斜面相结合的平抛运动模型:

① 从斜面上水平抛出又落回到斜面上, 位移方向恒定, 落点速度方向与斜面间的夹角恒定, 此时往往分解位移, 构建位移三角形.

② 从斜面外水平抛出垂直落在斜面上, 速度方向恒定, 此时往往分解速度, 构建速度三角形.

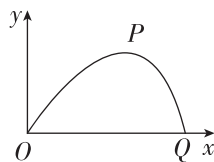
例1 [2023·浙江1月选考] 如图所示, 在考虑空气阻力的情况下, 一小石子从 O 点抛出沿轨迹 OPQ 运动, 其中 P 是最高点. 空气阻力大小与瞬时速度大小成正比, 则小石子竖直方向分运动的加速度大小 ()

A. O 点最大

B. P 点最大

C. Q 点最大

D. 整个运动过程保持不变

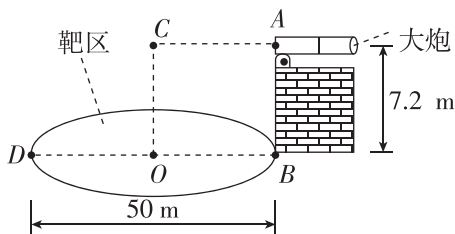


【反思感悟】

技法点拨

小石子运动过程中, 速度的大小和方向都在变化, 阻力大小和方向也随之变化, 受力情况非常复杂, 解决此类曲线运动问题的基本方法是运动的合成与分解. 本题在题干中已明确研究“竖直方向分运动的加速度”, 所以只需要研究小石子在竖直方向的受力即可.

例 2 [2024·丽水模拟] 如图所示是杂技团一门水平放置的大炮,左前方地面上有一直径为 50 m 的圆形靶区,炮口 A 在靶区边缘 B 点正上方距离为 7.2 m 处且正对靶心正上方 C 点, BD 为靶区的一条水平直径, A、B、O、C、D 五点在�一竖直平面内. 现保持炮口位置不变,炮管以炮口为圆心水平旋转,所发射玩具炮弹的速率恒为 25 m/s. 不计炮管口径的大小及炮弹的大小、空气阻力, g 取 10 m/s^2 , 下列说法正确的是 ()



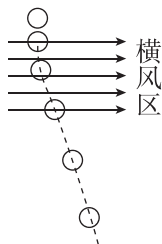
- A. 正对 C 点水平射出时炮弹会落到靶心处
- B. 炮管从与 AC 方向平行的位置开始水平转动角度等于 30° 时, 炮弹将落在靶区外
- C. 炮管从与 AC 方向平行的位置开始水平转动角度小于 53° 时, 炮弹一定会落在靶区内
- D. 炮管水平转动角度越大, 射出去的炮弹单位时间内速度的变化量越大

技法点拨

平抛运动的处理核心思路是利用分解的知识, 通过审题判断是分解速度还是分解位移. 另外平抛运动中位移的偏转方向与速度偏转方向是有关联的.

【迁移拓展】

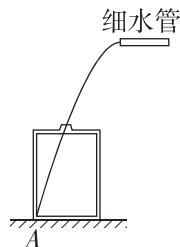
1. 如图所示是一个小球从水平向右的横风区正上方自由下落的闪光照片, 除横风区外, 其他位置的空气作用力可不计, 则 ()



- A. 小球在横风区中水平速度不变
- B. 小球刚进入横风区时加速度水平向右

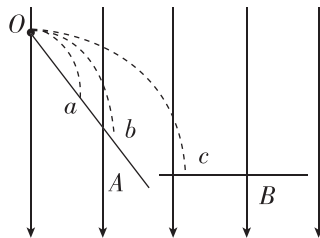
- C. 小球刚从横风区飞出时速度最大
- D. 小球从横风区飞出后, 做匀变速曲线运动

2. [2024·浙江 1 月选考] 如图所示, 小明取山泉水时发现水平细水管到水平地面的距离为水桶高的两倍, 在地面上平移水桶, 水恰好从桶口中心无阻挡地落到桶底边沿 A. 已知桶高为 h , 直径为 D , 重力加速度为 g , 则水离开出水口的速度大小为 ()



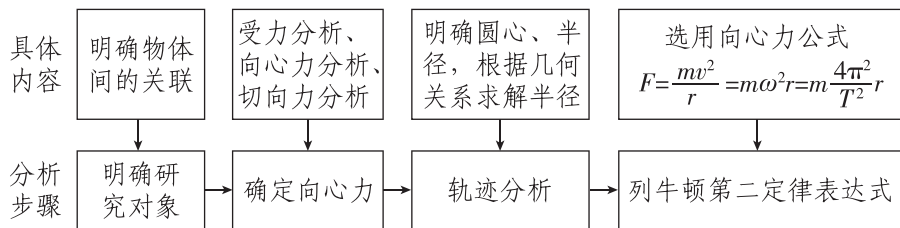
- A. $\frac{D}{4}\sqrt{\frac{g}{h}}$
- B. $\frac{D}{2}\sqrt{\frac{g}{2h}}$
- C. $\frac{(\sqrt{2}+1)D}{2}\sqrt{\frac{g}{2h}}$
- D. $(\sqrt{2}+1)D\sqrt{\frac{g}{2h}}$

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 板上时的速度方向一定与 b 打在 A 板上时的速度方向不平行
- D. a 、 b 打在 A 板上时的速度方向可能不平行

题型2 圆周运动动力学问题



例3 [2021·浙江6月选考] 质量为 m 的小明坐在秋千上摆动到最高点时的照片如图所示,重力加速度为 g ,对该时刻,下列说法正确的是

- ()
- A. 秋千对小明的作用力小于 mg
- B. 秋千对小明的作用力大于 mg
- C. 小明的速度为零,所受合力为零
- D. 小明的加速度为零,所受合力为零

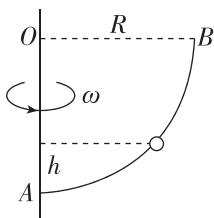


技法点拨

荡秋千是在竖直面内做变速圆周运动,只有在最低点时才满足合力提供向心力,在其他位置时,物体所受合力沿半径方向的分力提供向心力,沿切线方向的分力提供切向力,荡秋千到最高点时,向心力为0,切向力不为0.

例4 如图所示,半径为 R 的四分之一光滑圆弧 AB 在最低端 A 与竖直杆固定连接,圆弧的圆心 O 在竖直杆上,一个带孔小球套在圆弧上,使小球随圆弧一起绕竖直杆以角速度 ω 匀速转动. 不计小球的大小,重力加速度为 g ,小球和 A 点的高度差 h 与转动的角速度 ω 的关系正确的是

- ()
- A. $h = R - \frac{g}{\omega^2}$
- B. $h = R - \frac{\omega^2}{g}$
- C. $h = \sqrt{\frac{gR}{\omega^2}}$
- D. $h = \sqrt{\frac{g\omega^2}{R}}$



技法点拨

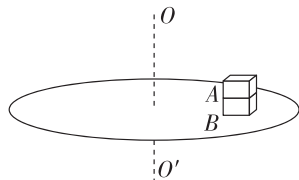
1. 水平面内做圆周运动的物体其向心力可能由弹力、摩擦力等力提供,常涉及绳的张紧与松弛、接触面分离等临界状态.

2. 常见临界条件:①绳的临界:张力 $F_T = 0$;②接触面滑动的临界: $F = F_{fm}$;③接触面分离的临界: $F_N = 0$.

【迁移拓展】

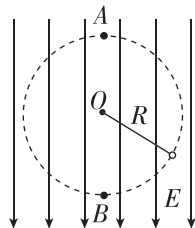
1. [2024·宁波模拟] 如图所示,可视为质点的木块 A 、 B 叠放在一起,放在水平转台上随转台一起绕固定的竖直转轴 OO' 匀速转动,木块 A 、 B 与转轴 OO' 的距离为 1 m , A 的质量为 5 kg , B 的质量为 10 kg . 已知 A 与 B 间的动摩擦因数为 0.2 , B 与转台间的动摩擦因数为 0.3 ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力, g 取 10 m/s^2 . 若木块 A 、 B 与转台始终保持相对静止,则转台角速度 ω 的最大值为

- ()
- A. 1 rad/s
- B. $\sqrt{2}\text{ rad/s}$
- C. $\sqrt{3}\text{ rad/s}$
- D. 3 rad/s



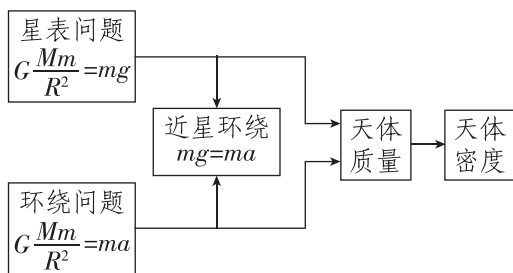
2. (不定项) 如图所示,在竖直向下的匀强电场中,一质量为 m 、带电荷量为 $-q$ ($q > 0$) 的小球用长为 R 的轻绳悬挂于 O 点,让小球在竖直平面内做圆周运动,其中 A 、 B 分别是圆周上的最高点和最低点,重力加速度为 g ,电场强度大小 $E = \frac{3mg}{q}$. 下列说法正确的是

- ()
- A. 若要完成完整的圆周运动,则小球到达 A 点的速度至少为 $v_A = \sqrt{gR}$
- B. 若要完成完整的圆周运动,则小球到达 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,绳子拉力逐渐减小
- 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减少量



题型3 万有引力定律的应用

角度1 天体质量和密度的计算



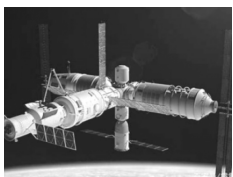
例5 [2024·湖州模拟] 第二宇宙速度(又称为逃逸速度)是指物体完全摆脱地球引力束缚, 飞离地球所需的最小发射速度. 已知第二宇宙速度为 $v' = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$, 其中 G 、 M 、 R 分别为引力常量、地球的质量、地球的半径. 在目前的天文观测范围内, 宇宙内物质的平均密度为 ρ . 若将宇宙看成一个密度均匀的球体, 任何物体都不能脱离宇宙, 则宇宙的半径至少为 ()

- A. $\sqrt{\frac{3c^2}{4\pi G\rho}}$ B. $\frac{3c^2}{4\pi G\rho}$
 C. $\sqrt{\frac{3c^2}{8\pi G\rho}}$ D. $\frac{3c^2}{8\pi G\rho}$

技法点拨

跟天体质量相关问题的一个求解思路: 在忽略星球自转情况下, 可近似认为万有引力等于重力, 由 $G\frac{Mm}{R^2} = mg_{\text{天体}}$ 建立天体质量与星球表面重力加速度的关系, 再由 $\rho = \frac{M}{V}$ 、 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ 建立与天体密度的关系.

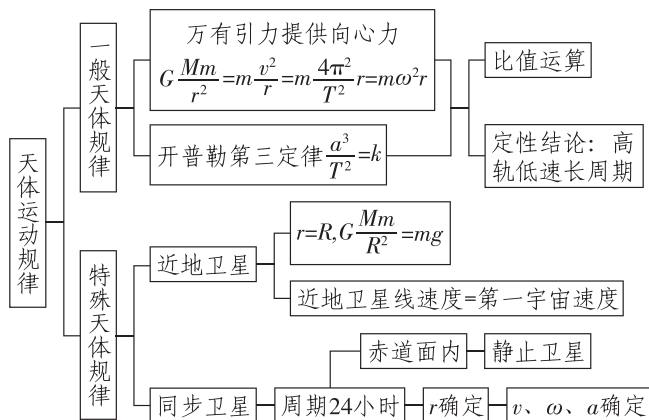
例6 [2024·慈溪模拟] 中国空间站“天和”核心舱绕地球的运行可视为匀速圆周运动, 已知其轨道距地面的高度为 h , 运行周期为 T , 地球半径为 R , 引力常量为 G , 由此可得到地球的平均密度为 ()



- A. $\frac{3\pi}{GT^2}$ B. $\frac{4\pi}{GT^2}$
 C. $\frac{3\pi(R+h)^3}{GT^2R^3}$ D. $\frac{3\pi^2(R-h)^3}{GT^2R^3}$

[反思感悟]

角度2 天体运行参量的比较



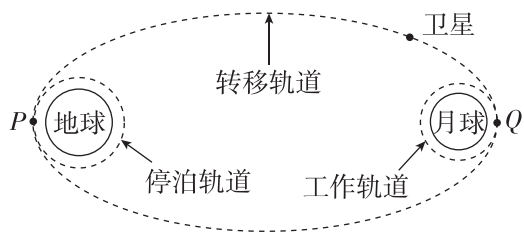
例7 [2023·浙江6月选考] 木星的卫星中, 木卫一、木卫二、木卫三做圆周运动的周期之比为 $1:2:4$. 木卫三周期为 T , 公转轨道半径是月球绕地球轨道半径 r 的 n 倍. 月球绕地球公转周期为 T_0 , 则 ()

- A. 木卫一轨道半径为 $\frac{n}{16}r$
 B. 木卫二轨道半径为 $\frac{n}{2}r$
 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 $\frac{T_0^2}{T^2}n^3$

[反思感悟]

技法点拨

天体环绕运动时由万有引力提供向心力, 满足 $G\frac{Mm}{r^2} = ma = m\frac{v^2}{r} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r = m\omega^2 r$, 解得 $a = \frac{GM}{r^2}$, $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$, 由此可知, 各运动参量大小取决于中心天体质量与轨道半径大小, 在同一环绕系中, 中心天体相同, 各运动参量大小仅取决于轨道半径大小. 在比较问题或比值问题中, 可在推得上述结论后结合半径关系求解.

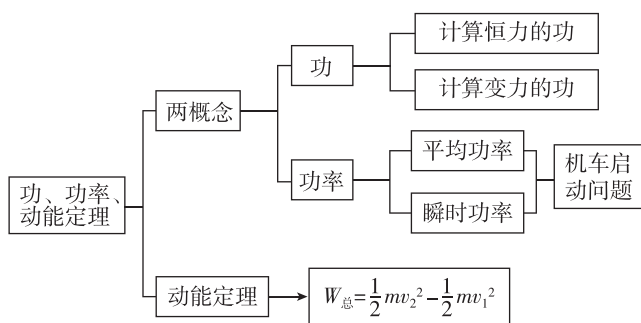


- A. 月球的质量为 $\frac{4\pi^2 R^2}{GT^2}$
- B. 卫星分别在转移轨道与停泊轨道上经过 P 点时, 受到地球的万有引力不相同
- C. 卫星在 Q 点变轨时需减速
- D. 卫星在 P 点变轨时需减速

专题二 功和能、动量

第 4 讲 功、功率、动能定理

网络构建



【关键能力】

能量观是物理观念的要素之一. 理解功和功率, 了解生产生活中常见机械的功率大小及其意义, 理解动能和动能定理, 能对物体的能量状态进行分析和推理, 解决简单的实际问题. 能应用动能定理解决多过程复杂问题.

题型 1 功、功率的分析和计算

1. 功的计算

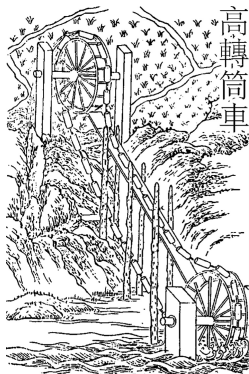
- (1) 恒力做功一般用公式 $W = Fl \cos \alpha$ 计算;
- (2) 变力做功通常应用动能定理、微元法、等效转化法、平均力法、图像法求解, 或者利用恒定功率求功公式 $W = Pt$ 计算.

2. 功率的计算

明确是求瞬时功率还是平均功率.

$P = \frac{W}{t}$ 侧重于平均功率的计算, $P = Fv \cos \alpha$ (α 为 F 和速度 v 的夹角) 侧重于瞬时功率的计算.

例 1 《天工开物》中记载了古人借助水力使用高转筒车往稻田里引水的场景. 引水过程简化如下: 两个半径约为 R 的水轮以角速度 ω 匀速转动, 水筒在筒车上均匀排布, 单位长度上有 n 个, 与水轮间无相对滑动, 每个水筒离开水面时装有质量为 m 的水, 其中的 60% 被输送到高出水面 H 处灌入稻田, 当地的重力加速度为 g , 则筒车对灌入稻田的水做功的功率为 ()



- A. $\frac{2nmg\omega^2 RH}{5}$
- B. $\frac{3nmg\omega RH}{5}$
- C. $\frac{3nmg\omega^2 RH}{5}$
- D. $nmg\omega RH$

【反思感悟】

例 2 [2022·浙江 6 月选考] 小明用额定功率为 1200 W、最大拉力为 300 N 的提升装置, 把静置于地面的质量为 20 kg 的重物竖直提升到高为 85.2 m 的平台, 先加速再匀速, 最后做加速度大小不超过 5 m/s^2 的匀减速运动, 到达平台速度刚好为零, g 取 10 m/s^2 , 则提升重物的最短时间为 ()

- A. 13.2 s
- B. 14.2 s
- C. 15.5 s
- D. 17.0 s

【反思感悟】

技法点拨

机车启动问题

(1) 机车匀加速启动过程的最大速度 v_1 : 此时机车的功率最大, 由 $F_{\text{牵}} - F_{\text{阻}} = ma$ 和 $P = F_{\text{牵}} v_1$ 可得 $v_1 =$

$$\frac{P}{F_{\text{阻}} + ma}$$

(2) 全程的最大速度 v_m : 此时 $F_{\text{牵}} = F_{\text{阻}}$, 由 $P = F_{\text{阻}} v_m$ 可得

$$v_m = \frac{P}{F_{\text{阻}}}$$

【迁移拓展】

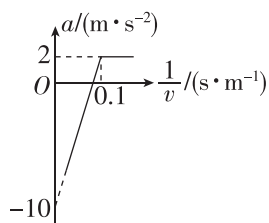
1. 在有登高平台的消防车上, 具有一定质量的伸缩臂能够在 5 min 内使承载 4 人的登高平台(人连同平台的总质量为 400 kg)上升 60 m 到达灭火位置, 此后, 在登高平台上的消防员用水炮灭火. 已知水炮的出水量为 $3 \text{ m}^3/\text{min}$, 水离开炮口时的速率为 20 m/s , 水的密度为 $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 则用于()

- A. 水炮工作的发动机输出功率约为 $1 \times 10^4 \text{ W}$
- B. 水炮工作的发动机输出功率约为 $4 \times 10^4 \text{ W}$
- C. 水炮工作的发动机输出功率约为 $2.4 \times 10^6 \text{ W}$
- D. 伸缩臂抬升登高平台的发动机输出功率约为 800 W

2. (不定项) 为民族“起重”, 为大国“举力”, 这是对中国工程机械最好的诠释. 如图甲所示为我国自主研发的第一台全地面起重机 QAY25, 起重范围从 25 t 到 2600 t, 中国起重机在世界地位越来越“重”. 若该起重机由静止开始提升质量为 200 t 的物体, 其 $a - \frac{1}{v}$ 图像如图乙所示, 不计其他阻力, g 取 10 m/s^2 . 下列说法正确的是 ()



甲



乙

- A. 起重机在 5 s 时的瞬时功率 $P = 2.4 \times 10^4 \text{ W}$
- B. 重物上升的最大速度 $v_m = 10 \text{ m/s}$
- C. 重物 0~5 s 内做匀加速直线运动
- D. 10 s 内起重机对重物做的功为 $W = 1.8 \times 10^8 \text{ J}$

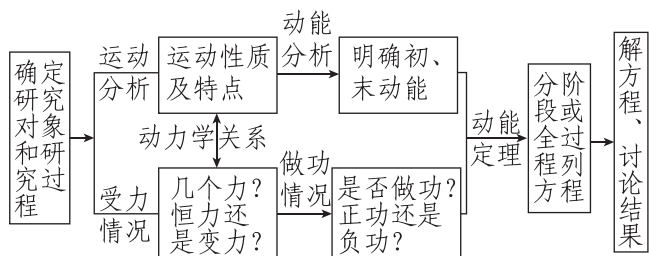
3. [2024·河北沧州模拟] 2023 年 11 月 10 日, 我国首条超高速低真空管道磁浮交通系统——高速飞车大同(阳高)试验线工程完工, 其特点是全封闭真空管道和磁悬浮运输. 如图所示, 高速飞车的质量为 m , 额定功率为 P_0 , 高速飞车在平直轨道上从静止开始运动, 先以加速度 a 做匀加速直线运动, 加速过程中达到额定功率 P_0 , 后又经过一段时间达到该功率下的最大速度. 若高速飞车行驶过程中所受到的阻力为 F_f 且保持不变, 则下列说法正确的是 ()



- A. 高速飞车匀加速直线运动过程中达到的最大速度为 $\frac{P_0}{ma}$
- B. 高速飞车匀加速直线运动的时间为 $\frac{P_0}{a(F_f - ma)}$
- C. 高速飞车匀加速直线运动的位移为 $\frac{P_0^2}{2a(F_f + ma)^2}$
- D. 高速飞车在整个加速过程中牵引力做的功等于 $\frac{mP_0^2}{2F_f^2}$

题型 2 动能定理及应用

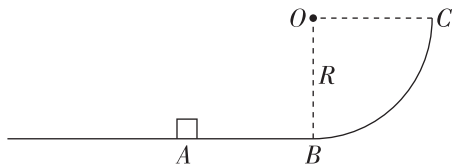
1. 应用动能定理解题的步骤图解



2. 应用动能定理时需注意

- (1) 动能定理表达式是一个标量式, 在某个方向上应用动能定理是没有依据的.
- (2) 多过程往复运动问题一般应用动能定理求解.

例 3 [2024·学军中学模拟] 如图所示,在竖直平面内固定一个半径为 R 的粗糙 $\frac{1}{4}$ 圆轨道 BC ,与粗糙的水平轨道 AB 相切于 B 点.小滑块(视为质点)质量为 m ,以大小为 $\sqrt{\frac{16}{5}gR}$ (g 为重力加速度的大小)的初速度从水平轨道上 A 点沿直线 AB 运动,恰好能到达 C 点,而后沿圆轨道 BC 下滑,最终停在水平轨道上.已知 A 、 B 两点间的距离为 R ,滑块与水平轨道 AB 间的动摩擦因数为 0.2 ,则 ()



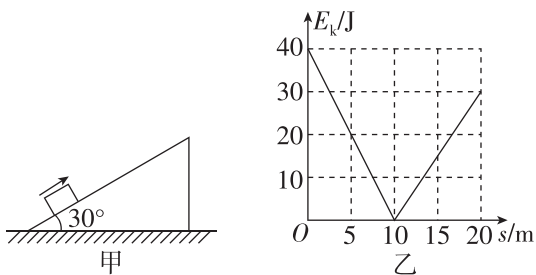
- A. 滑块第二次通过 B 点时对轨道 BC 的压力大小为 $3.8mg$
- B. 滑块第一次通过轨道 BC 所用的时间比第二次的多
- C. 滑块第二次通过轨道 BC 因摩擦产生的热量小于 $0.4mgR$
- D. 滑块最终停在 B 点左侧水平轨道上且与 B 点间的距离小于 $3R$

[反思感悟]

技法点拨

本题需要综合应用动能定理、能量守恒定律解决多过程问题.由于摩擦生热,通过轨道 BC 上的同一位置时第二次的速度总是小于第一次的速度,所以两次的时间不同.第二次对轨道的压力较小,摩擦力也较小,故产生的摩擦热较小.

例 4 [2024·萧山中学模拟] 如图甲所示,一物块以一定的初速度沿倾角为 30° 的固定斜面上滑,运动过程中摩擦力大小 F_f 恒定,物块动能 E_k 与运动路程 s 的关系如图乙所示.重力加速度大小取 10 m/s^2 ,下列判断正确的是 ()



- A. 物块的质量为 0.4 kg
- B. 物块所受的摩擦力为 1 N

- C. 物块在最高点时重力势能为 30 J
- D. 物块上滑过程中克服摩擦力做功为 5 J

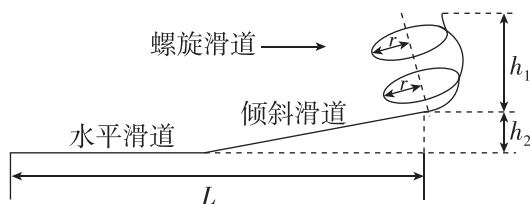
[反思感悟]

技法点拨

此题是动能定理与图像综合问题,一般图像分析的切入点包含“轴、线、斜、点、截、面”.根据动能定理可得 E_k-s 图像的斜率大小表示物体受到的合力,分别列上升和下降两个过程的动能定理,可以求出未知外力和物体的质量.

[迁移拓展]

1. 冰滑梯是一种体验冰雪运动的娱乐项目,其示意图如图所示,游客从螺旋滑道上端滑下,旋转两周后经倾斜滑道冲上水平滑道,滑行结束时停在水平滑道上.假设螺旋滑道的圆面半径为 $r = \frac{5}{2\pi} \text{ m}$,上端与下端高度差为 $h_1 = 6 \text{ m}$,倾斜滑道高度差为 $h_2 = 2 \text{ m}$,螺旋滑道、倾斜滑道和水平滑道均平滑相接,游客与各滑道间的动摩擦因数处处相同,游客可视为质点.现测得游客某次滑行时停在水平滑道上的位置与螺旋滑道上端的水平距离为 $L = 92 \text{ m}$,则游客与各滑道间的动摩擦因数可能为 ()



- A. 0.07
 - B. 0.08
 - C. 0.09
 - D. 0.10
2. [2024·嵊州模拟] 如图甲所示,质量为 0.2 kg 的物块受到水平向右的拉力 F ,以 4 m/s 的初速度从 A 点向右运动, F 随位移 x 变化的图像如图乙所示.已知物块与地面间的动摩擦因数为 0.3 ,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,在运动过程中物块的最大速度为 ()

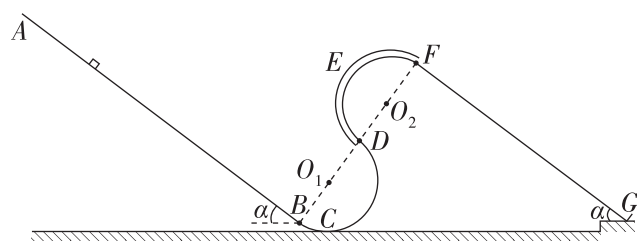


- A. $\sqrt{58} \text{ m/s}$
- B. $\sqrt{42} \text{ m/s}$
- C. $\sqrt{34} \text{ m/s}$
- D. $3\sqrt{2} \text{ m/s}$

题型3 应用动能定理解决力学综合问题 解答规范

例5 [2022·浙江1月选考] 如图所示,处于竖直平面内的一探究装置,由倾角 $\alpha=37^\circ$ 的光滑直轨道 AB 、圆心为 O_1 的半圆形光滑轨道 BCD 、圆心为 O_2 的半圆形光滑细圆管轨道 DEF 、倾角也为 37° 的粗糙直轨道 FG 组成, B 、 D 和 F 为轨道间的相切点,弹性板垂直轨道固定在 G 点(与 B 点等高), B 、 O_1 、 D 、 O_2 和 F 点处于同一直线上. 已知可视为质点的滑块质量 $m=0.1\text{ kg}$,轨道 BCD 和 DEF 的半径 $R=0.15\text{ m}$,轨道 AB 长度 $l_{AB}=3\text{ m}$,滑块与轨道 FG 间的动摩擦因数 $\mu=\frac{7}{8}$,滑块与弹性板作用后,以等大速度弹回, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, g 取 10 m/s^2 . 滑块开始时均从轨道 AB 上某点由静止释放.

- (1)若释放点距 B 点的长度 $l=0.7\text{ m}$,求滑块到最低点 C 时轨道对其支持力 F_N 的大小;
- (2)设释放点距 B 点的长度为 l_x ,求滑块第1次经 F 点时的速度 v 与 l_x 之间的关系式;
- (3)若滑块最终静止在轨道 FG 的中点,求释放点距 B 点长度 l_x 的值.

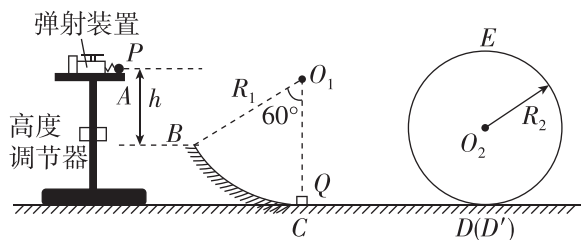


规范答题区	自评项目 (共100分)	自评得分
	书写工整无涂抹(20分)	
	有必要的文字说明(20分)	
	使用原始表达式、无代数过程(30分)	
	有据①②得③等说明(10分)	
	结果为数字的带有单位,求矢量的有方向说明(20分)	

【迁移拓展】

1. [2024·瑞安中学模拟] 如图所示为安装在水平地面上的某游戏装置结构示意图,其左边部分是一个高度和水平位置均可以调节的平台,在平台上面放置一个弹射装置;游戏装置的右边部分由竖直固定的光滑圆弧轨道 BC 、粗糙水平直线轨道 CD 与竖直固定的光滑圆轨道 DED' 组成(底端连接处 D 与 D' 略错开). 已知圆弧轨道 BC 的圆心为 O_1 、半径 $R_1=1.2\text{ m}$,其 C 端与水平面相切, O_1B 与 O_1C 的夹角 $\theta=60^\circ$;水平直线轨道 CD 长度 $L=1.2\text{ m}$,动摩擦因数 $\mu=0.5$;圆轨道 DED' 的半径 $R_2=0.8\text{ m}$. 将质量 $m=0.2\text{ kg}$ 的滑块 Q 置于 C 点,再将质量同为 $m=0.2\text{ kg}$ 的小球 P 经弹射装置从平台上 A 点水平弹出,通过改变 AB 高度差 h 、水平距离和小球 P 在 A 点的初速度大小,总能让小球沿 B 点的切线方向进入 BC 圆弧轨道,然后与滑块 Q 发生弹性碰撞. 空气阻力不计,小球和滑块均可视为质点,重力加速度 g 取 10 m/s^2 .

- (1) 若 $h=0.45\text{ m}$,求小球 P 从 A 点弹出时的初速度大小;
- (2) 若 $h=0.45\text{ m}$,求小球 P 到达 C 点与 Q 碰撞前瞬间对圆弧轨道的压力;
- (3) 若 P 与 Q 碰撞后, Q 能够通过圆轨道的最高点 E ,求 h 需要满足的条件.



2. [2024·诸暨模拟] 如图所示是小智同学设计的一个游戏装置,该装置由倾角为 60° 的斜轨道 AB 、半径为 $r_1=0.4\text{ m}$ 且圆心角为 60° 的圆弧轨道 EF 、水平轨道 FO_2 及一个半径为 $r_2=0.2\sqrt{2}\text{ m}$ 的四分之一圆弧轨道 PQ 组成,其中 A 、 F 、 O_2 、 Q 在同一水平线上, B 、 E 等高, B 、 E 间的距离 $l_1=0.2\sqrt{3}\text{ m}$, F 、 O_2 间的距离 $l_2=0.7\text{ m}$, O_1 、 O_2 分别为两弧形轨道的圆心, F 、 P 分别为两弧形轨道的最低点, O_1F 、 O_2P 在竖直方向上,滑块与 FO_2 轨道间的动摩擦因数为 $\mu=0.5$,其余轨道均光滑. 某次游戏时小智同学用沿斜面向上的恒力 F 拉一个可视为质点的滑块从倾斜轨道最低点 A 由静止匀加速至 B 时撤去外力,发现滑块刚好能从 E 点沿切线进入弧形轨道 EF (无机械能损失),然后沿 EF 滑下经 O_2 落在圆弧轨道 PQ 上. 已知滑块质量为 $m=0.1\text{ kg}$,不计空气阻力,重力加速度 g 取 10 m/s^2 .

- (1) 求滑块经过 E 点时的速度大小;
- (2) 求滑块在圆弧轨道 EF 的最低点 F 处时所受轨道支持力的大小和方向;
- (3) 求滑块落在圆弧轨道 PQ 上的位置;
- (4) 若在 FO_2 轨道上再对滑块施加水平向右的力,求滑块落在圆弧轨道 PQ 上的最小动能.

