



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

全品选考专题

???

跟随研究对象，研究对象可以是一个点、一个物体或物体系等
分析场力，如：重力、电场力、磁场力；分析已知外力分析场力！先分析重力，后分析场力
检查物体在受力分析的基础上，能否使物体处于题目给定的运动状态（静止、匀速、变速）。

北京
专版

$$v = v_0 + at; x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2; v^2 - v_0^2 = 2ax; \omega = \frac{v}{r}; a_{\text{向}} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r; F_{\text{向}} = m \omega^2 r$$

环绕天体绕中心天体做匀速圆周运动，所需要的向心力由万有引力提供

将匀变速直线运动
转换为初速度为零的匀加速直线运动进行处理
如竖直上抛运动上升阶段的逆运动为自由落体运动

动能是标量，动能定理表示了合力的功与动能的改变量的等量关系
动能是状态量，动能定理表示了合力的功与动能的改变量的等量关系

公式中涉及的位移、速度必须相对于同一个参考系，一般以地面为参考系

重力和弹力（弹性力）做功，不能改变系统的机械能
除此之外的其他力做功才能改变物体或系统的机械能
物体或系统的机械能的增量等于重力和弹力（弹性力）以外的其他力做的功

首先确定带电粒子的电性
其次判断带电粒子是否
考虑重力

主编 肖德好

重力和弹力（弹性力）做功
不能改变系统的机械能

物理
听课手册

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

2个专题强化核心主干

2主题突破关键能力

24个作业限时限量

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

只做真正的北京专版

精选试题，特别关注北京高考
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

.....

北京的，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

CONTENTS 目录

01 选考专题探究

第一部分 核心主干知识强化

专题一 力与运动

第 1 讲 力与直线运动	001
微点 1 受力分析与物体平衡条件的应用 / 001	
微点 2 直线运动规律综合应用 / 004	
微点 3 动力学图像综合问题 / 005	
第 2 讲 力与曲线运动	007
微点 1 抛体运动 / 008	
微点 2 圆周运动 / 010	
微点 3 万有引力与宇宙航行 / 012	

专题二 能量与动量

第 1 讲 力学中的能量和动量问题	015
微点 1 功、功率的计算 / 015	
微点 2 动能定理与动量定理的综合应用 / 017	
微点 3 碰撞的综合问题 / 020	
第 2 讲 电场中的能量和动量问题	023
微点 1 电场的性质及图像问题 / 023	
微点 2 带电粒子（带电体）在电场中的运动 / 025	
第 3 讲 磁场及复合场中的能量和动量问题	028
微点 1 磁场的性质 / 028	
微点 2 带电粒子在磁场中的运动 / 030	
微点 3 带电粒子在复合场中的运动 / 032	
第 4 讲 电磁感应中的能量和动量问题	036
微点 1 电磁感应现象及应用 / 036	
微点 2 电磁感应中的电磁驱动和电磁阻尼问题 / 038	
微点 3 电磁感应中的含容和含源问题 / 039	

第二部分 非主干必考知识汇总

微点 1 机械振动和机械波 电磁波 / 042	
微点 2 交流电 / 043	
微点 3 热学 / 044	
微点 4 光学 / 045	
微点 5 原子物理 / 047	

第三部分 物理关键能力突破

主题一 高考中的热点模型	049
微点 1 柱状模型的建构与应用 /	049
微点 2 球状模型的建构与应用 /	051
微点 3 弹簧模型的综合应用 /	054
微点 4 带电粒子的运动的相关科技应用 /	056
微点 5 发电机和电动机模型 /	058
微点 6 涡旋电场问题 /	060
主题二 物理中的推理论证	063
微点 1 概念规律推理论证 /	063
微点 2 宏微观结合推理论证 /	065
微点 3 类比质疑创新推理论证 /	067
微点 4 信息题中的推理论证 /	068
微点 5 实验探究推理论证 /	069

第四部分 实验专题

第 1 讲 力学实验	071
微点 1 以“测速度、加速度”为核心的实验 /	071
微点 2 其他力学实验 /	077
微点 3 力学创新性实验 /	080
第 2 讲 电学实验	083
微点 1 以测电阻为核心的实验 /	083
微点 2 以测电源电动势和内阻为核心的实验 /	086
微点 3 其他电学实验 /	088
微点 4 电学创新性实验 /	090
第 3 讲 热学和光学实验	093
微点 1 用油膜法估测油酸分子的大小 /	093
微点 2 探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系 /	094
微点 3 测量玻璃的折射率 /	095
微点 4 用双缝干涉测量光的波长 /	097
作业手册 (另附分册) /	123
参考答案 (另附分册) /	100

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

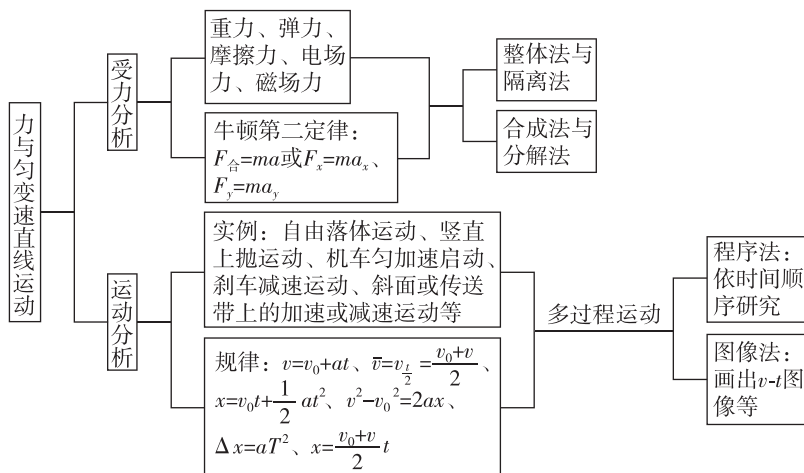
第二部分 非选择题规范练

第一部分 核心主干知识强化

专题一 力与运动

第1讲 力与直线运动

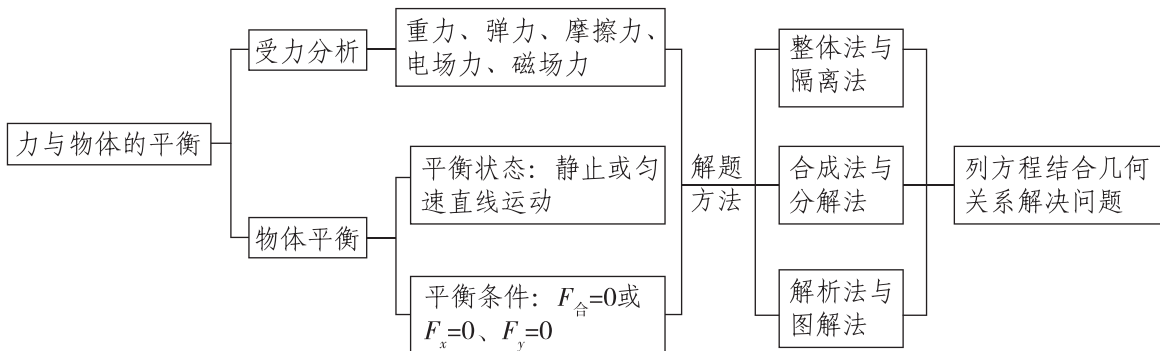
网络构建



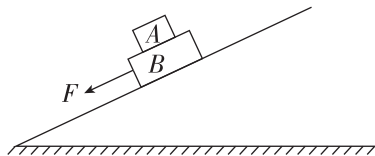
【关键能力】

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。

微点1 受力分析与物体平衡条件的应用



例1 [2025·北京卷] 如图所示,长方体物块A、B叠放在斜面上,B受到一个沿斜面方向的拉力F,两物块保持静止.B受力的个数为 ()



A. 4

B. 5

C. 6

D. 7

[反思感悟]

技法点拨

本题是整体法和隔离法在受力分析中的应用的一道好题,通常在分析外力对系统的作用时,用整体法;在分析系统内各物体(各部分)间相互作用时,用隔离法.解题中一般遵循“先整体、后隔离”的原则.

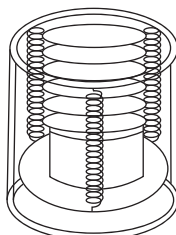
方法:①选取对象——(研究对象可以是质点、结点、某个物体或几个物体组成的系统).

②隔离物体——把研究对象从周围的环境中隔离开来,分析周围物体对研究对象的力的作用.按照先场力(重力、电场力、磁场力等),后接触力(弹力、摩擦力),再其他力的顺序进行分析;或先主动力,后被动力(弹力、摩擦力)的顺序进行分析.

例 2 [2024·西城区期末] 如图甲为餐厅暖盘车的储盘装置,其示意图如图乙所示,三根完全相同的弹簧等间距竖直悬挂在水平固定圆环上,下端连接托盘.托盘上正中位置叠放若干相同的盘子,取走一个盘子,稳定后余下的正好升高补平.已知单个盘子的质量为 300 g ,相邻两盘间距 1.0 cm , g 取 10 m/s^2 .弹簧始终在弹性限度内,则每根弹簧的劲度系数为 ()



甲



乙

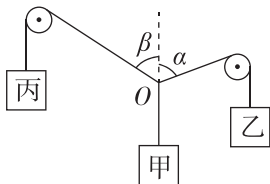
A. 100 N/m

B. 300 N/m

C. 3 N/m

D. 1 N/m

例 3 [2024·房山区一模] 如图,悬挂甲物体的细绳拴牢在一不可伸长的轻质细绳上 O 点处;绳的一端通过光滑的定滑轮与物体丙相连,另一端通过光滑定滑轮与物体乙相连.甲、乙两物体质量相等.系统平衡时, O 点两侧绳与竖直方向的夹角分别为 α 和 β .若 $\beta=55^\circ$,则 ()



A. $\alpha > \beta$

B. $\alpha < \beta$

C. 丙的质量小于甲的质量

D. 无法确定丙与甲的质量大小关系

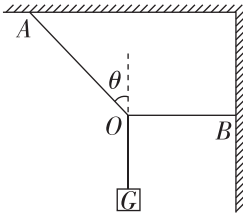
[反思感悟]

技法点拨

处理平衡问题常用的三种方法

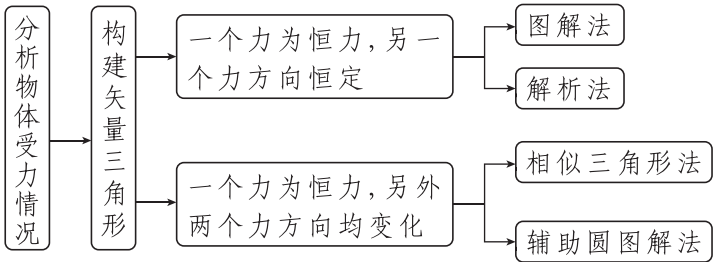
合成法	物体受三个共点力的作用而平衡,则任意两个力的合力一定与第三个力大小相等,方向相反
分解法	按效果分解:物体受三个共点力的作用而平衡,将某一个力按力的作用效果分解,则其分力和其他两个力分别满足平衡条件
	正交分解法:物体受到三个或三个以上力的作用时,将物体所受的力分解为相互垂直的两组,每组力都满足平衡条件
矢量三角形法	对受三个共点力作用而平衡的物体,将力的矢量图平移,使三个力组成一个首尾依次相接的矢量三角形,根据正弦定理、余弦定理或相似三角形等数学知识求解未知力

- 例 4** 生活中常用一根水平绳拉着悬吊重物的绳索来改变或固定悬吊物的位置. 如图所示, 悬吊重物的细绳, 其 O 点被一水平绳 BO 牵引, 使悬绳 AO 段与竖直方向成 θ 角. 若悬吊物所受的重力为 G , 则:
- (1) 悬绳 AO 和水平绳 BO 上的拉力各等于多少?
 - (2) 若保持 O 点不动, 缓慢向上转动 BO 绳, 直到竖直方向, 两条绳中的拉力大小如何变化?



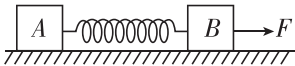
技法点拨

三力作用下的动态平衡

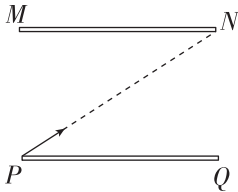


【迁移拓展】

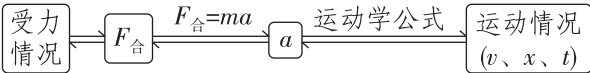
1. [2024 · 丰台区一模] 如图所示, 木块 A 、 B 分别重 50 N 和 60 N , 与水平地面之间的动摩擦因数均为 0.2 . 夹在 A 、 B 之间的轻弹簧被压缩了 2 cm , 弹簧的劲度系数为 400 N/m . 用 $F=2\text{ N}$ 的水平拉力拉木块 B , 木块 A 、 B 均保持静止. 最大静摩擦力近似等于滑动摩擦力, 下列说法正确的是 ()



- 弹簧的弹力大小为 80 N
 - 木块 A 受到的摩擦力大小为 10 N
 - 木块 B 受到的摩擦力大小为 6 N
 - 地面给 A 、 B 组成的系统的摩擦力大小为 2 N
2. 如图所示, 平行板电容器的上极板 MN 与下极板 PQ 水平放置, 一带电液滴从下极板 P 点射入, 恰好沿直线从上极板 N 点射出. 下列说法正确的是 ()
- 该电容器上极板一定带正电
 - 该电容器上极板一定带负电
 - 液滴从 P 点到 N 点的过程中一定做匀速直线运动
 - 液滴从 P 点到 N 点的过程中电势能增加



微点2 直线运动规律综合应用

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	 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

例 5 [2025·海淀区二模] 一辆做匀减速直线运动的汽车,依次经过 a 、 b 、 c 三点.已知汽车在 a 、 b 间与 b 、 c 间的运动时间均为 1 s , ab 段的平均速度是 10 m/s , bc 段的平均速度是 5 m/s ,则汽车做匀减速运动的加速度大小为 ()

- A. 2.5 m/s^2
B. 5 m/s^2
C. 7.5 m/s^2
D. 10 m/s^2

例 6 [2024·北京卷] 如图所示,飞船与空间站对接后,在推力 F 作用下一起向前运动.飞船和空间站的质量分别为 m 和 M ,则飞船和空间站之间的作用力大小为 ()

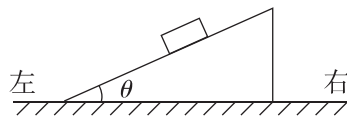
- A. $\frac{M}{M+m}F$ B. $\frac{m}{M+m}F$
C. $\frac{M}{m}F$ D. $\frac{m}{M}F$



「反思感悟」

例 7 [2025·东城区一模] 如图所示,质量为 M 的斜面体放置于粗糙的水平地面上,一个质量为 m 的滑块由静止开始沿斜面加速下滑,斜面体始终处于静止状态.斜面与滑块间的摩擦很小,可以忽略不计.重力加速度为 g .下列说法正确的是 ()

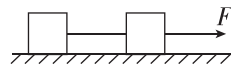
- A. 地面对斜面体的摩擦力为零
B. 地面对斜面体的摩擦力方向水平向左
C. 地面对斜面体的支持力等于 $(M+m)g$
D. 地面对斜面体的支持力大于 $(M+m)g$



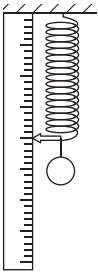
【迁移拓展】

1. [2023·北京卷] 如图所示,在光滑水平地面上,两相同物块用细线相连,两物块质量均为 1 kg ,细线能承受的最大拉力为 2 N .若在水平拉力 F 作用下,两物块一起向右做匀加速直线运动,则 F 的最大值为 $\quad\quad\quad$ ($\quad$)

- A. 1 N B. 2 N
C. 4 N D. 5 N
-
-



2. [2021·北京卷] 某同学使用轻弹簧、直尺、钢球等制作了一个“竖直加速度测量仪”. 如图所示, 弹簧上端固定, 在弹簧旁沿弹簧长度方向固定一直尺. 不挂钢球时, 弹簧下端指针位于直尺 20 cm 刻度处; 下端悬挂钢球, 静止时指针位于直尺 40 cm 刻度处. 将直尺不同刻度对应的加速度标在直尺上, 就可用此装置直接测量竖直方向的加速度. 取竖直向上为正方向, 重力加速度大小为 g . 下列说法正确的是 ()

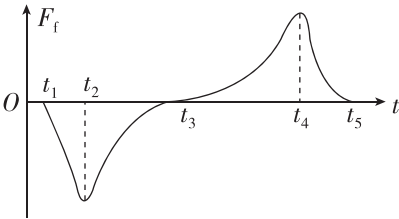


- A. 30 cm 刻度对应的加速度为 $-0.5g$
- B. 40 cm 刻度对应的加速度为 g
- C. 50 cm 刻度对应的加速度为 $2g$
- D. 各刻度对应加速度的值是不均匀的

微点3 动力学图像综合问题

常见图像	$v-t$ 图像、 $F-t$ 图像、 $a-F$ 图像、 $a-t$ 图像、 $a-x$ 图像
三种类型	(1) 已知物体受力随时间变化的图线, 求解物体运动情况. (2) 已知物体的速度、加速度随时间变化的图线, 求解物体受力情况. (3) 由已知条件确定某物理量的变化图像.
解题策略	(1) 本质是力与运动的关系. (2) 应用物理规律列出与图像对应的函数方程式, 进而明确“图像与公式”、“图像与运动”间的关系.
破题关键	(1) 明确图像类别: 即明确横、纵坐标对应物理量, 明确其物理意义, 掌握物理图像所反映的物理过程, 会分析临界点. (2) 注意图线中的一些特殊点所表示的物理意义: 图线与横、纵坐标轴的交点, 图线的转折点, 两图线的交点等. (3) 从图像中提取信息: 把图像与具体的题意、情境结合起来, 结合斜率、特殊点、面积等物理意义, 提取图像中的有效信息, 从而突破关键问题.

例8 [2025·北京卷] 模拟失重环境的实验舱, 通过电磁弹射从地面由静止开始加速后竖直向上射出, 上升到最高点后回落, 再通过电磁制动使其停在地面. 实验舱运动过程中, 受到的空气阻力 F_f 的大小随速率增大而增大, F_f 随时间 t 的变化情况如图所示(向上为正). 下列说法正确的是 ()



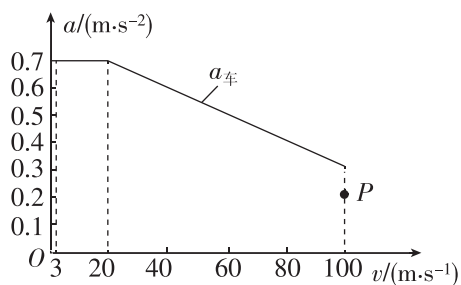
- A. 从 t_1 到 t_3 , 实验舱处于电磁弹射过程
- B. 从 t_2 到 t_3 , 实验舱加速度减小
- C. 从 t_3 到 t_5 , 实验舱内物体处于失重状态
- D. t_4 时刻, 实验舱达到最高点

例 9 [2020·北京卷] 某试验列车按照设定的直线运动模式,利用计算机控制制动设置,实现安全准确地进站停车.制动装置包括电气制动和机械制动两部分.图甲所示为该列车在进站停车过程中设定的加速度大小 $a_{\text{车}}$ 随速度 v 的变化曲线.

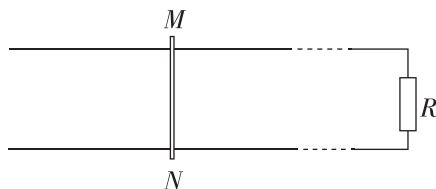
(1)求列车速度从 20 m/s 降至 3 m/s 经过的时间 t 及进行的距离 x . (保留 1 位小数)

(2)有关列车电气制动,可以借助图乙模型来理解.图中水平平行金属导轨处于竖直方向的匀强磁场中,回路中的电阻阻值为 R ,不计金属棒 MN 及导轨的电阻. MN 沿导轨向右运动的过程,对应列车的电气制动过程,可假设 MN 棒运动的速度与列车的速度、棒的加速度与列车电气制动产生的加速度成正比.列车开始制动时,其速度和电气制动产生的加速度大小对应图甲中的 P 点.论证电气制动产生的加速度大小随列车速度变化的关系,并在图甲中画出图线.

(3)制动过程中,除机械制动和电气制动外,列车还会受到随车速减小而减小的空气阻力.分析说明列车从 100 m/s 减到 3 m/s 的过程中,在哪个速度附近所需机械制动最强? (注意:解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量,需在解题时作必要的证明)



甲



乙

技法点拨

本题主要考查列车制动,涉及运动学、电磁感应现象中的力学综合问题等,在分析过程中,要注意通电导体在磁场中将受到安培力.

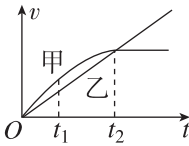
解决问题的基本思路:①用法拉第电磁感应定律及楞次定律求感应电动势的大小及方向;②求电路中的电流;③分析导体的受力情况;④根据平衡条件或者牛顿第二定律列方程.

此题涉及的知识点较多,题干信息量大,因此,结合图像针对研究过程和问题,理清物理规律之间的联系是解决问题的关键.

【迁移拓展】

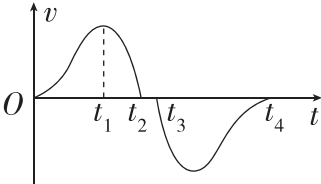
1. [2025·东城区一模] 甲、乙两辆汽车同时同地向同一方向开始运动,速度 v 随时间 t 变化的图像如图所示.在 t_1 时刻甲图线的斜率等于乙图线的斜率.下列说法正确的是 ()

- A. $0 \sim t_2$ 过程中,甲的加速度始终比乙的大
- B. t_2 时刻,乙追上甲
- C. t_2 之后的某个时刻,乙追上甲
- D. 乙追上甲之前, t_1 时刻两车相距最远

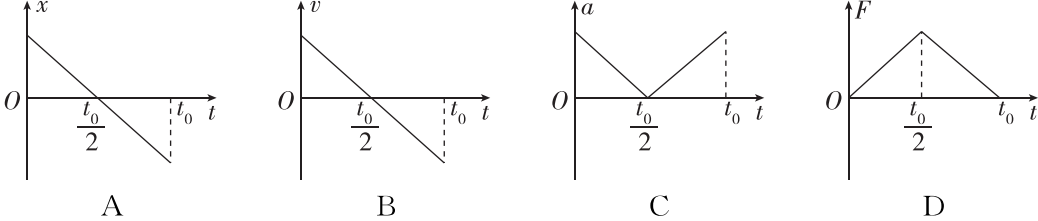


2. [2024·西城区二模] 2023 年,我国“双曲线二号”火箭完成垂直起降飞行试验,意味着运载火箭的可重复使用技术取得了重要突破.试验过程中,火箭持续向下喷射燃气获得竖直向上的推力,若地面测控系统测出火箭竖直起降全过程的 $v-t$ 图像如图所示,火箭在 $t=0$ 时刻离开地面,在 t_4 时刻落回起点.不计空气阻力及火箭质量的变化,下列说法正确的是 ()

- A. 在 t_1 时刻,火箭上升到最高位置
- B. 在 $0 \sim t_1$ 时间内,火箭受到的推力先增大后逐渐减小为零
- C. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内,火箭动能的减少量小于重力势能的增加量
- D. 在 $t_3 \sim t_4$ 时间内,火箭处于失重状态

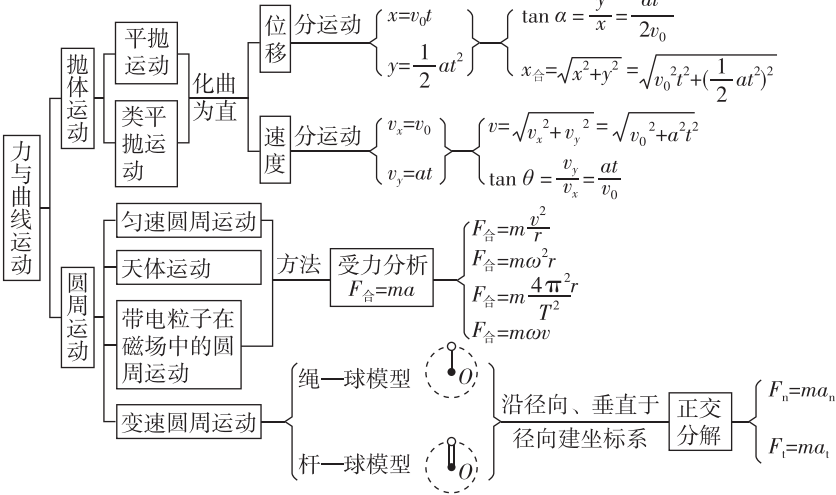


3. [2025·丰台区二模] 某蹦床运动员在训练过程中与网接触后,竖直向上弹离,经过 t_0 时间,又重新落回网上.以运动员离开网的时刻作为计时起点,以离开的位置作为位移起点,规定竖直向上为正方向,忽略空气阻力,下列描述运动员位移 x 、速度 v 、加速度 a 、所受合力 F 随时间 t 变化的图像中,与上述过程相符的是 ()



第2讲 力与曲线运动

网络构建

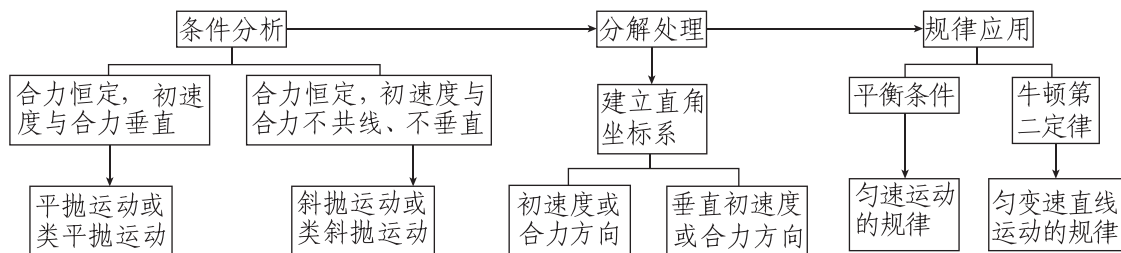


【关键能力】

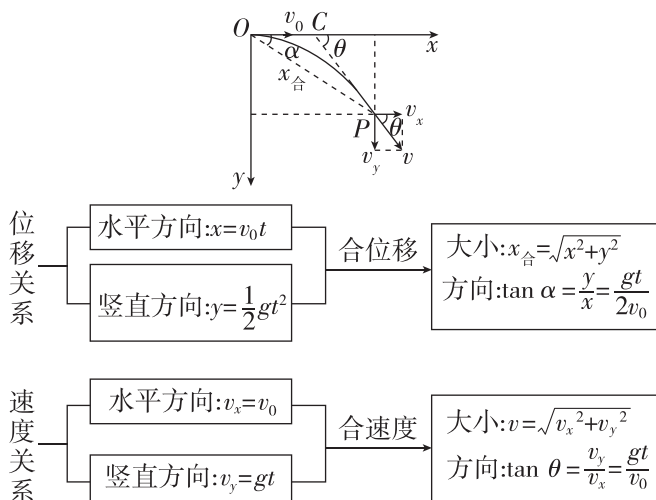
理解曲线运动的运动条件及其轨迹分析,掌握合运动与分运动的关系,掌握平抛运动、斜抛运动和圆周运动的动力学条件运动规律,注重将实际问题转化为物理模型的能力,掌握用分解的方法实现化曲为直、化繁为简的科学思维,培养运用牛顿第二定律、能量观念解决曲线运动问题的综合分析能力.

微点1 抛体运动

1. 解决抛体运动的思维过程：

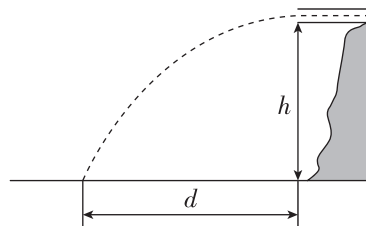


2. 用处理好平抛运动问题的基本方法——“化曲为直”，用运动分解的方法将曲线运动问题转化为两个方向的直线运动问题。以平抛运动为例，如图所示，以抛出点 O 为坐标原点，以初速度 v_0 方向（水平方向）为 x 轴正方向，竖直向下为 y 轴正方向。



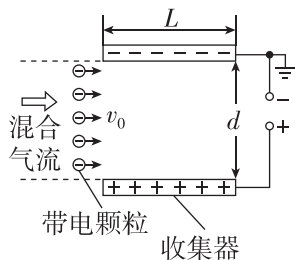
例1 [2024·北京卷] 如图所示，水平放置的排水管满口排水，管口的横截面积为 S ，管口离水池水面的高度为 h ，水在水池中的落点与管口的水平距离为 d 。假定水在空中做平抛运动，已知重力加速度为 g ， h 远大于管口内径。求：

- (1) 水从管口到水面的运动时间 t ；
- (2) 水从管口排出时的速度大小 v_0 ；
- (3) 管口单位时间内流出水的体积 Q 。



例2 [2023·北京卷改编] 某种负离子空气净化原理如图所示. 由空气和带负电的灰尘颗粒物(视为小球)组成的混合气流进入由一对平行金属板构成的收集器. 在收集器中, 空气和带电颗粒沿板方向的速度 v_0 保持不变. 在匀强电场作用下, 带电颗粒打到金属板上被收集, 已知金属板长度为 L , 间距为 d , 不考虑重力影响和颗粒间相互作用.

若不计空气阻力, 质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的颗粒恰好全部被收集, 求两金属板间的电压 U_1 .

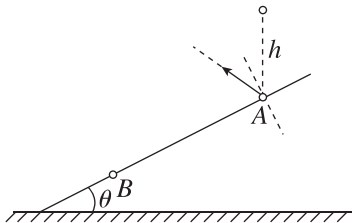


技法点拨

本题解题的关键在于, 明确带电粒子在电场中的受力情况, 应用类比法可知带电粒子在电场中做类平抛运动, 再根据类平抛运动规律可解决问题.

【迁移拓展】

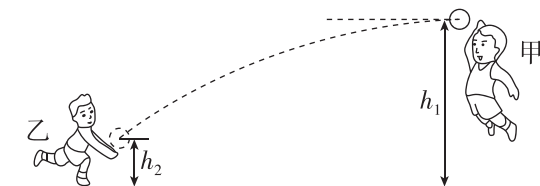
1. [2025·朝阳区一模] 如图所示, 一弹性小球从倾角为 θ 的斜面 A 点正上方 h 处由静止下落, 第一次与 A 点碰撞弹起, 第二次与斜面碰撞于 B 点. 小球与斜面碰撞前后瞬间沿斜面方向速度不变, 垂直斜面方向速度大小不变、方向相反. 重力加速度为 g , 不计空气阻力. 下列说法正确的是 ()



- A. 小球从 A 到 B 的过程中速度方向的变化方向沿 AB 方向
- B. 小球从 A 点弹起后距斜面的最远距离为 $h \sin \theta$
- C. 小球从 A 到 B 的时间为 $2\sqrt{\frac{h}{g}}$
- D. A 、 B 两点间的距离为 $8h \sin \theta$

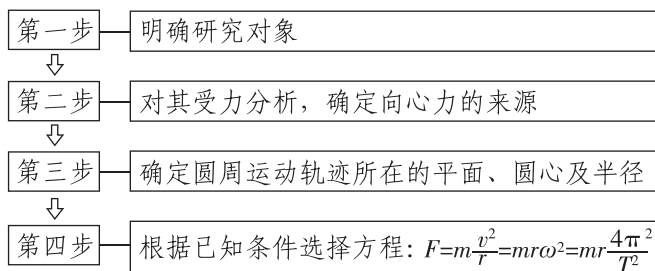
2. [2022·北京卷] 体育课上,甲同学在距离地面高 $h_1=2.5\text{ m}$ 处将排球击出,球的初速度沿水平方向,大小为 $v_0=8.0\text{ m/s}$;乙同学在离地 $h_2=0.7\text{ m}$ 处将排球垫起,垫起前后球的速度大小相等,方向相反.已知排球质量 $m=0.3\text{ kg}$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 . 不计空气阻力. 求:

- (1) 排球被垫起前在水平方向飞行的距离 x ;
- (2) 排球被垫起前瞬间的速度大小 v 及方向;
- (3) 排球与乙同学作用过程中所受冲量的大小 I .

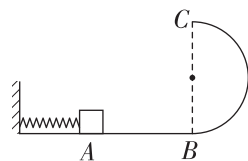


微点2 圆周运动

解决圆周运动问题的“四个步骤”



- 例3** [2024·北京卷] 如图所示,光滑水平轨道 AB 与竖直面内的光滑半圆形轨道 BC 在 B 点平滑连接.一小物体将轻弹簧压缩至 A 点后由静止释放,物体脱离弹簧后进入半圆形轨道,恰好能够到达最高点 C . 下列说法正确的是 ()
- A. 物体在 C 点所受合力为零
 - B. 物体在 C 点的速度为零
 - C. 物体在 C 点的向心加速度等于重力加速度
 - D. 物体在 A 点时弹簧的弹性势能等于物体在 C 点的动能



[反思感悟]

技法点拨

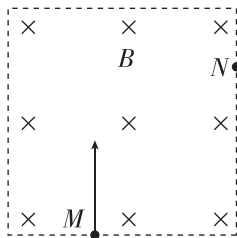
分析物体受力情况, 画出受力示意图, 确定向心力来源

利用平行四边形定则、正交分解法等表示出径向合力

根据牛顿第二定律及向心力公式列方程

例 4 [2025·丰台区二模] 如图所示,正方形区域内存在垂直纸面的匀强磁场,一不计重力的带电粒子垂直磁场边界从 M 点射入,从 N 点射出.下列说法正确的是 ()

- A. 粒子带正电
B. 粒子在 N 点速率小于在 M 点速率
C. 若仅增大磁感应强度,则粒子可能从 N 点下方射出
D. 若仅增大入射速率,则粒子在磁场中运动时间变长



技法点拨

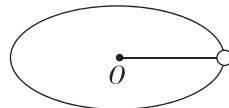
分析带电粒子在磁场中运动的基本思路

- (1)画轨迹:确定圆心,用几何方法求半径并画出轨迹;
(2)找联系:轨迹半径与磁感应强度、运动速度相联系,偏转角度与圆心角、运动时间相联系,运动时间与周期相联系;
(3)用规律:利用牛顿第二定律和圆周运动的规律,特别是半径公式和周期公式.

【迁移拓展】

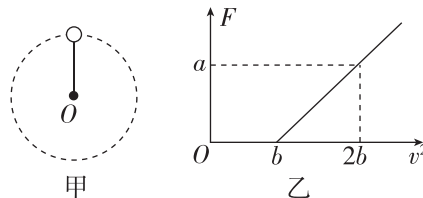
1. [2023·北京卷] 在太空实验室中可以利用匀速圆周运动测量小球质量.如图所示,不可伸长的轻绳一端固定于 O 点,另一端系一待测小球,使其绕 O 做匀速圆周运动,用力传感器测得绳上的拉力为 F ,用停表测得小球转过 n 圈所用的时间为 t ,用刻度尺测得 O 点到球心的距离为圆周运动的半径 R .下列说法正确的是 ()

- A. 圆周运动轨道可处于任意平面内
B. 小球的质量为 $\frac{FRt^2}{4\pi^2 n^2}$
C. 若误将 $n-1$ 圈记作 n 圈,则所得质量偏大
D. 若测 R 时未计入小球半径,则所得质量偏小



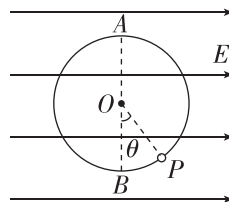
2. [2024·西城区一模] 如图甲所示,长为 R 且不可伸长的轻绳一端固定在 O 点,另一端系一小球(可视为质点),使小球在竖直面内做圆周运动.由于阻力的影响,小球每次通过最高点时速度大小不同.测量小球经过最高点时速度的大小 v 、绳子拉力的大小 F ,作出 F 与 v^2 的关系图线如图乙所示.下列说法中正确的是 ()

- A. 根据图线可以得出小球的质量 $m = \frac{aR}{b}$
B. 根据图线可以得出重力加速度 $g = \frac{a}{R}$
C. 绳长不变,用质量更小的球做实验,得到的图线斜率更大
D. 用更长的绳做实验,得到的图线与横轴交点的位置不变

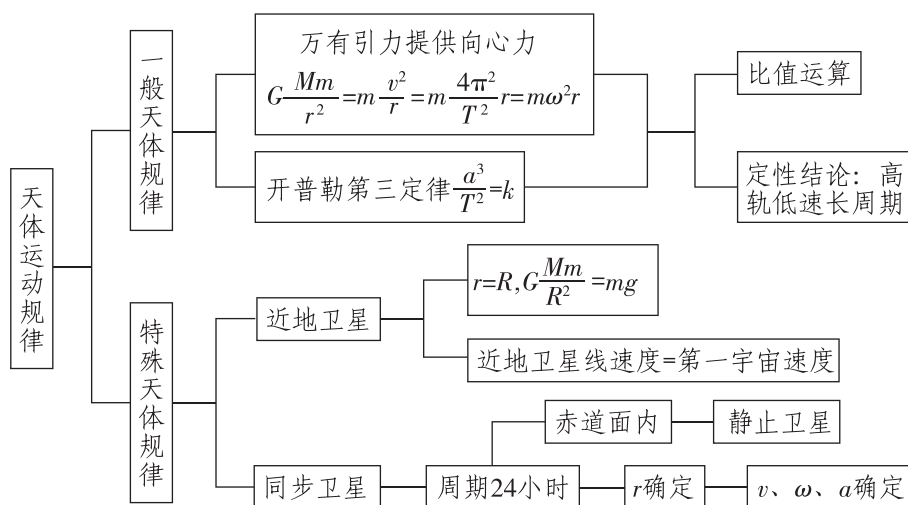


3. 研究物理问题的方法是运用现有的知识对问题进行深入研究,找到解决问题的思路与方法,例如,模型法、等效法、分析法、图像法,掌握并能运用这些方法在一定程度上比习得物理知识更加重要.如图所示,空间有一水平向右的匀强电场,半径为 r 的绝缘光滑圆环固定在竖直平面内, O 是圆心, AB 是竖直方向的直径,一质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的小球套在圆环上,并静止在 P 点,且 OP 与竖直方向的夹角 $\theta = 37^\circ$,不计空气阻力,已知重力加速度为 g , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$.

- (1)求电场强度 E 的大小.
(2)若要使小球从 P 点出发能做完整的圆周运动,求小球初速度 v_0 应满足的条件.

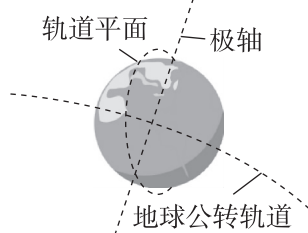


微点3 万有引力与宇宙航行



例5 [2023·北京卷] 2022年10月9日,我国综合性太阳探测卫星“夸父一号”成功发射,实现了对太阳探测的跨越式突破。“夸父一号”卫星绕地球做匀速圆周运动,距地面高度约为720 km,运行一圈所用时间约为100分钟.如图所示,为了随时跟踪和观测太阳的活动,“夸父一号”在随地球绕太阳公转的过程中,需要其轨道平面始终与太阳保持固定的取向,使太阳光能照射到“夸父一号”,下列说法正确的是 ()

- A. “夸父一号”的运行轨道平面平均每天转动的角度约为 1°
- B. “夸父一号”绕地球做圆周运动的速度大于7.9 km/s
- C. “夸父一号”绕地球做圆周运动的向心加速度大于地球表面的重力加速度
- D. 由题干信息,根据开普勒第三定律,可求出日地间平均距离

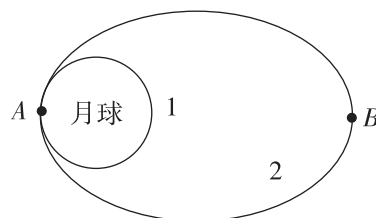


技法点拨

1. 将天体的运动看作匀速圆周运动,中心天体对它的万有引力作为转动所需要的向心力,即 $G \frac{Mm}{r^2} = ma_n = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$. 但双星问题和椭圆轨道问题不符合此表达式.
2. 地球的第一宇宙速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR} = 7.9 \text{ km/s}$, 是地球卫星的最小发射速度和最大环绕速度.

例6 [2025·北京卷] 2024年6月,嫦娥六号探测器首次实现月球背面采样返回.如图所示,探测器在圆形轨道1上绕月球飞行,在A点变轨后进入椭圆轨道2,B为远月点.关于嫦娥六号探测器,下列说法正确的是 ()

- A. 在轨道2上从A向B运动过程中动能逐渐减小
- B. 在轨道2上从A向B运动过程中加速度逐渐变大
- C. 在轨道2上机械能与在轨道1上相等
- D. 利用引力常量和轨道1的周期,可求出月球的质量



技法点拨

1. 由低轨变高轨,瞬时点火加速,稳定在高轨道上时速度较小、动能较小、机械能较大;由高轨变低轨,反之.
2. 卫星经过两个轨道的相切点,加速度相等,外轨道的速度大于内轨道的速度.
3. 根据开普勒第三定律,半径(或半长轴)越大,周期越长.

例 7 [2025·西城区二模] 物理模型对于研究有重要意义, 研究中要根据解决问题的需要对模型进行改进和优化, 以提高其可靠性和实用性. 已知地球质量为 M , 可视为质量均匀分布的半径为 R 的球体, 引力常量为 G , 不考虑地球自转.

(1) 在地球表面将物体以初速度 v_0 竖直上抛

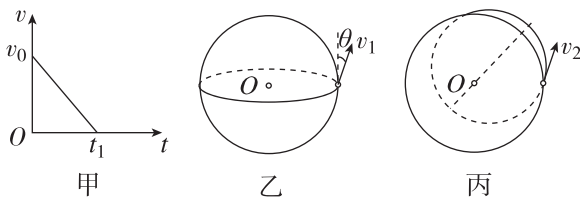
① 若忽略万有引力的变化, 物体上升过程的 $v-t$ 图像如图甲所示. 求重力加速度的大小 g 及物体上升到最高点所用的时间 t_1 .

② 若考虑万有引力的变化, 在图甲中定性画出物体上升阶段的 $v-t$ 图像, 标出物体上升到最高点的时间 t_2 .

(2) 在地球赤道表面向北极发射洲际导弹

① 若忽略万有引力大小的变化, 某同学提出将导弹的运动分解为绕地心的匀速圆周运动与垂直地球表面的匀变速直线运动. 若导弹发射速度的大小为 v_1 , 方向与地面的夹角为 θ , 如图乙所示. 推导导弹距地面的高度 h 随运动时间 t 变化的关系式.

② 若考虑万有引力的变化, 导弹仅在地球引力作用下的运动轨迹是椭圆, 地心 O 为椭圆的一个焦点, 如图丙所示. 已知取无穷远处的引力势能为 0, 质量为 m 的物体在距地心为 r ($r \geq R$) 处的引力势能为 $E_p = -G \frac{Mm}{r}$, 该物体在地球引力作用下做椭圆运动时, 其机械能 E (动能与引力势能之和) 与椭圆半长轴 a 的关系为 $E = -G \frac{Mm}{2a}$, 椭圆上任意一点到两个焦点的距离之和为 $2a$. 求发射导弹到北极的最小速度 v_2 .



【迁移拓展】

1. [2025·西城区一模] 北斗卫星导航系统中包含地球静止卫星,即相对地面静止的卫星.静止卫星的 ()
- A. 周期大于地球自转的周期
B. 线速度大于地球的第一宇宙速度
C. 向心加速度大于地球表面的重力加速度
D. 向心加速度大于地球表面物体随地球自转的向心加速度
2. [2025·东城区一模] 两黑洞绕其连线上的某一点做匀速圆周运动,组成一个孤立的双星系统,两黑洞的质量分别为 m_1 、 m_2 ,两者间距为 r ,引力常量为 G .
- (1)求两黑洞做匀速圆周运动的角速度的大小 ω ;
- (2)科研人员观测到上述黑洞系统会向外辐射引力波,随着时间的推移,两个黑洞会缓慢靠近,系统的机械能 E 逐渐减小.已知机械能 E 随时间 t 的变化率为 $\frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{Gm_1m_2}{2r^2} \cdot \frac{\Delta r}{\Delta t} (\Delta t \rightarrow 0)$,其中 $\frac{\Delta r}{\Delta t}$ 可以定义为两黑洞的靠近速度 v_r .由广义相对论可知,该系统辐射引力波的功率 $P = \frac{32}{5}G^4(m_1m_2)^2(m_1+m_2)c^{-5}r^\alpha$,其中 c 为电磁波在真空中的传播速度.当 r 较大时,靠近速度 v_r 很小,不计两黑洞各自质量的变化.
- ①求 α 的值;
- ②请推导 v_r 的表达式.