



全品高考

第三轮专题

主编：肖德好

物理 听课手册 YN

???

物理学的本质，物理学可以是一个点，一个物理学的本质是
合场能力，是：重力、电磁力、弱力；合场已用力的合场能力：重力、电磁力、弱力、强力
物理学在能力合场的层面上，物理学是粒子物理学和量子力学（静止、运动、波动）。

The
Second
Principles
of
Quantum
Mechanics

本书是《量子力学》的第三轮专题，也是《量子力学》的第三轮专题，也是《量子力学》的第三轮专题，也是《量子力学》的第三轮专题。

全品高考第二轮专题 物理 YN

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？**

《全品高考第二轮专题》—— **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	004
第 3 讲 力与曲线运动	008

专题二 能量与动量

第 4 讲 功与能	015
微专题 1 传送带模型综合问题	021
第 5 讲 冲量与动量	023
微专题 2 滑块—木板模型综合问题	029
微专题 3 力学三大观点的综合运用	030

专题三 电场和磁场

第 6 讲 静电场	034
第 7 讲 磁场	037
微专题 4 带电粒子在组合场中的运动	043
微专题 5 带电粒子在叠加场中的运动	047

专题四 电路与电磁感应

第 8 讲 恒定电流和交变电流	050
第 9 讲 电磁感应	053
微专题 6 电磁感应中的单杆模型	059
微专题 7 电磁感应中的双杆模型和线框模型	062

第二部分 机械振动和机械波 光学和电磁波 热学 原子物理

第 10 讲	机械振动和机械波、电磁振荡和电磁波	065
第 11 讲	光学 波粒二象性	070
第 12 讲	热学	075
第 13 讲	原子物理	081

第三部分 物理实验

第 14 讲	力学实验	084
第 15 讲	电学实验	090
第 16 讲	热学和光学实验	099

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) / 162

02 特色目录 (另附分册)

The part one
第一部分 选择题限时练

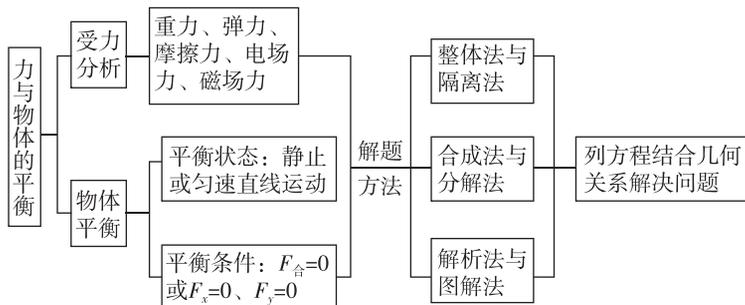
The part two
第二部分 非选择题规范练



专题一 力与运动

第1讲 力与物体的平衡

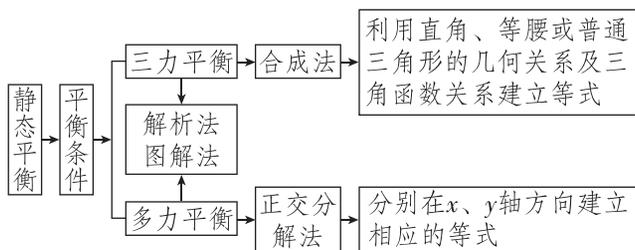
网络构建



【关键能力】

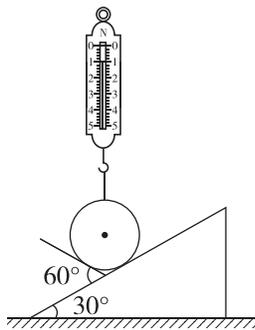
理解力和力的运算法则,会正确受力分析,熟练运用力的平衡的各种表达形式,灵活选取研究对象、会根据实际情况构建平衡模型,同时掌握临界法、函数法、图像法、整体隔离法等解题方法,联系生活实际,培养物理观念和科学思维。

题型1 静态平衡问题



例1 [2024·河北卷] 如图所示,弹簧测力计下端挂有一质量为 0.20 kg 的光滑均匀球体,球体静止于带有固定挡板的斜面上,斜面倾角为 30° ,挡板与斜面夹角为 60° .若弹簧测力计位于竖直方向,读数为 1.0 N , g 取 10 m/s^2 ,挡板对球体支持力的大小为 ()

- A. $\frac{\sqrt{3}}{3}\text{ N}$
- B. 1.0 N
- C. $\frac{2\sqrt{3}}{3}\text{ N}$
- D. 2.0 N

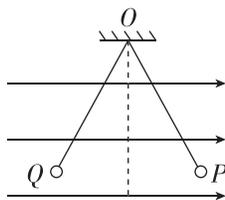


[反思感悟]

技法点拨

除了本题用的正交分解法外,整体隔离法也是解题的方法之一,在解题过程,两个方法常常结合使用。

例2 [2024·新课标卷] 如图所示,两根不可伸长的等长绝缘细绳的上端均系在天花板的 O 点上,下端分别系有均带正电荷的小球 P 、 Q ,小球处在某一方向水平向右的匀强电场中,平衡时两细绳与竖直方向的夹角大小相等,则 ()

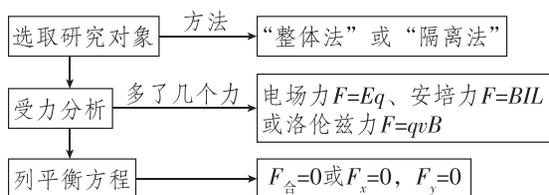


- A. 两绳中的张力大小一定相等
- B. P 的质量一定大于 Q 的质量
- C. P 的电荷量一定小于 Q 的电荷量
- D. P 的电荷量一定大于 Q 的电荷量

[反思感悟]

技法点拨

1. 学会把电磁学中的平衡问题力学化,分析方法如下:



2. 解题常见误区及提醒

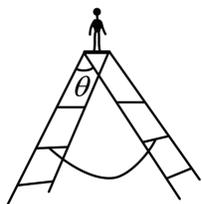
(1) 判断安培力方向时,要先判断磁场方向、电流方向,再用左手定则判断,同时注意将立体图转化为平面图.

(2) 电场力、安培力或洛伦兹力的出现,可能会对压力或摩擦力产生影响.

(3) 涉及电路问题时,要注意闭合电路欧姆定律的使用.

【迁移拓展】

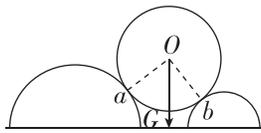
1. [2024·四川成都模拟] 如图所示,一轻质 A 形梯置于水平地面上,重力为 G 的人站在其顶部水平横杆中点处,静止时,限位轻绳松弛,水平横杆与四根相同的斜杆垂直,两斜杆间的夹角为 $\theta=60^\circ$. 则每根斜杆受到地面的 ()



- A. 作用力为 $\frac{\sqrt{3}}{3}G$ B. 作用力为 $\frac{\sqrt{3}}{6}G$
 C. 摩擦力为 $\frac{\sqrt{3}}{4}G$ D. 摩擦力为 $\frac{\sqrt{3}}{8}G$

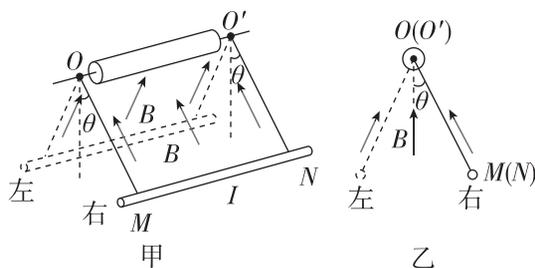
2. [2023·浙江6月选考] 如图所示,水平面上固定两排平行的半圆柱体,重为 G 的光滑圆柱体静

置其上, a 、 b 为相切点, $\angle aOb=90^\circ$, 半径 Ob 与重力的夹角为 37° . 已知 $\sin 37^\circ=0.6, \cos 37^\circ=0.8$, 则圆柱体受到的支持力 F_a 、 F_b 大小为 ()



- A. $F_a=0.6G, F_b=0.4G$
 B. $F_a=0.4G, F_b=0.6G$
 C. $F_a=0.8G, F_b=0.6G$
 D. $F_a=0.6G, F_b=0.8G$

3. [2022·湖南卷] 如图甲所示,直导线 MN 被两等长且平行的绝缘轻绳悬挂于水平轴 OO' 上,其所在区域存在方向垂直指向 OO' 的磁场,与 OO' 距离相等位置的磁感应强度大小相等且不随时间变化,其截面图如图乙所示. 导线通以电流 I , 静止后,悬线偏离垂直方向的夹角为 θ . 下列说法正确的是 ()

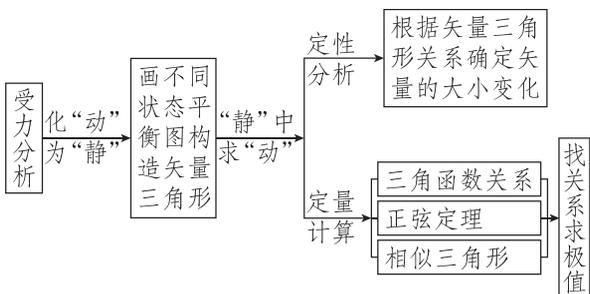


- A. 当导线静止在图甲右侧位置时,导线中电流方向由 N 指向 M
 B. 电流 I 增大,静止后,导线对悬线的拉力不变
 C. $\tan \theta$ 与电流 I 成正比
 D. $\sin \theta$ 与电流 I 成正比

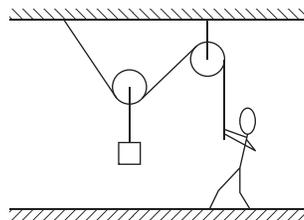
题型2 动态平衡问题

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 [2023·海南卷] 如图所示,工人利用滑轮组将重物缓慢提起,下列说法正确的是 ()

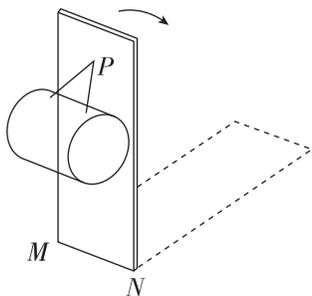


- A. 工人受到的重力和支持力是一对平衡力
 B. 工人对绳的拉力和绳对工人的拉力是一对作用力与反作用力
 C. 重物缓慢拉起过程,绳子拉力变小
 D. 重物缓慢拉起过程,绳子拉力不变

技法点拨

此类动态平衡属于“滑轮类动态平衡问题”，解决滑轮类问题的关键是平衡时细绳各处受力大小相等且滑轮所受合力为0。

例4 [2022·河北卷] 如图所示，用两根等长的细绳将一匀质圆柱体悬挂在竖直木板的 P 点，将木板以底边 MN 为轴向后方缓慢转动直至水平，绳与木板之间的夹角保持不变，忽略圆柱体与木板之间的摩擦，在转动过程中 ()



- A. 圆柱体对木板的压力逐渐增大
- B. 圆柱体对木板的压力先增大后减小
- C. 两根细绳上的拉力均先增大后减小
- D. 两根细绳对圆柱体拉力的合力保持不变

反思感悟

技法点拨

1. 本例情境是立体的，物体受力不在同一平面内，本例中可以把两绳的拉力用一个等效合力替代，从而把立体问题转化成平面问题。

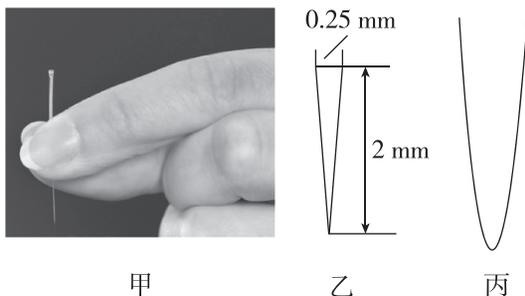
2. 用动图法求解动态平衡问题的基本步骤是：

- (1) 构建力学三角形和几何三角形；
- (2) 明确三角形的角度、力和边中，哪些量是变的，哪些量是不变的；
- (3) 用三角形知识寻找边、角关系再列式求解。

3. 本例动态变化比较复杂，采用矢量三角形定则比平行四边形定则更为简捷且容易理解。

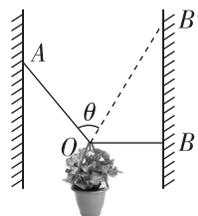
迁移拓展

1. [2024·河南郑州模拟] 中国的传统医学博大精深，其中针灸技术可用来治疗各种疾病。选用针灸针时，会根据不同的治疗选择不同的规格，较常用的1寸针长度约为25 mm，直径为0.25 mm，针尖部分的截面可以看作高为2 mm的三角形，如图甲、乙所示，不计针的重力作用，当医生用0.05 N的力垂直皮肤下压该针进行治疗时，下列说法正确的是 ()



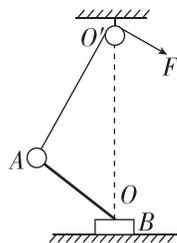
- A. 针尖进入肌肉组织的过程中，肌肉所受的弹力约为0.2 N
- B. 针尖进入肌肉组织的过程中，肌肉所受的弹力约为0.4 N
- C. 若该针尖停止进入，则此时与针尖接触位置的肌肉组织所受弹力均相同
- D. 若针尖形状如图丙，则针尖缓慢进入身体时某固定位置肌肉所受弹力越来越小

2. [2024·辽宁沈阳模拟] 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 绳处于水平状态。现保持 O 点位置不变，只通过改变 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} ，下列说法正确的是 ()



- A. F_{OB} 先增大后减小
- B. F_{OB} 先减小后增大
- C. F_{OA} 先增大后减小
- D. F_{OA} 先减小后增大

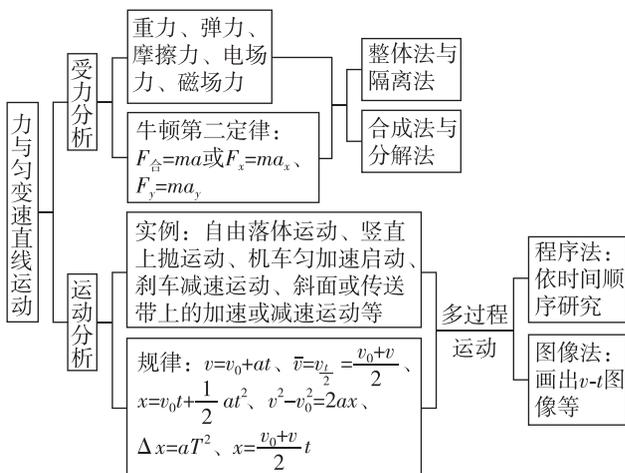
3. 如图所示，木板 B 放置在粗糙水平地面上， O 为光滑铰链。轻杆一端与铰链 O 固定连接，另一端固定连接一质量为 m 的小球 A 。现将轻绳一端拴在小球 A 上，另一端通过光滑的定滑轮 O' 由力 F 牵引，定滑轮位于 O 的正上方，整个系统处于静止状态。现改变力 F 的大小使小球 A 和轻杆从图示位置缓慢运动到 O' 正下方，木板始终保持静止，则在整个过程中 ()



- A. 外力 F 大小不变
- B. 轻杆对小球的作用力变小
- C. 地面对木板的支持力逐渐变小
- D. 地面对木板的摩擦力逐渐减小

第2讲 力与直线运动

网络构建

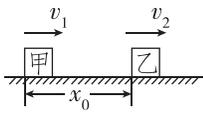


【关键能力】

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

处理追及问题的常用方法

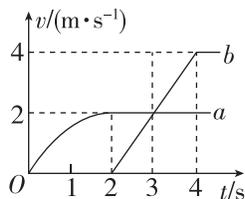
过程分析法	判断追上与否的条件 求解二者间的距离极值
函数法 	$\Delta x = x_乙 + x_0 - x_甲$ 为关于 t 的二次函数,当 $t = -\frac{b}{2a}$ 时有极值,令 $\Delta x = 0$,利用 $\Delta = b^2 - 4ac$ 判断有解还是无解,是追上与追不上的条件
图像法	画出 $v-t$ 图像,图线与 t 轴所围面积表示位移,利用图像更直观

- (1)救护车匀速运动时的速度大小;
- (2)在停止鸣笛时救护车距出发处的距离.

角度1 直线运动规律及应用

例1 [2024·全国甲卷] 为抢救病人,一辆救护车紧急出发,鸣着笛沿水平直路从 $t=0$ 时由静止开始做匀加速运动,加速度大小 $a=2 \text{ m/s}^2$,在 $t_1=10 \text{ s}$ 时停止加速开始做匀速运动,之后某时刻救护车停止鸣笛, $t_2=41 \text{ s}$ 时在救护车出发处的人听到救护车发出的最后的鸣笛声. 已知声速 $v_0=340 \text{ m/s}$,求:

例 2 [2024·黑龙江哈尔滨模拟] 两辆可视为质点的小汽车 a 、 b 从同一地点出发, 它们的 $v-t$ 图像如图所示. 下列说法正确的是 ()

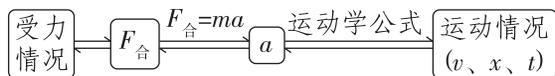


- A. b 车启动时, a 车在其前方 2 m 处
 B. b 车启动后经过 3 s 追上 a 车
 C. 在 b 车追上 a 车之前, 3 s 时两车相距最远
 D. b 车追上 a 车后, 两车可能会再次相遇

[反思感悟]

角度 2 牛顿运动定律及应用

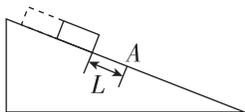
1. 动力学两类基本问题的解题思路



2. 常见连接体

<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</p> <p>接触面光滑, 或 $\mu_A = \mu_B$</p>	
<p>常用隔离法</p>	
<p>常会出现临界条件</p>	

例 3 [2024·山东卷] 如图所示, 固定的光滑斜面上有一木板, 其下端与斜面上 A 点距离为 L . 木板由静止释放, 若木板长度为 L , 通过 A 点的时间间隔为 Δt_1 ; 若木板长度为 $2L$, 通过 A 点的时间间隔为 Δt_2 . $\Delta t_2 : \Delta t_1$ 为 ()



- A. $(\sqrt{3}-1) : (\sqrt{2}-1)$ B. $(\sqrt{3}-\sqrt{2}) : (\sqrt{2}-1)$
 C. $(\sqrt{3}+1) : (\sqrt{2}+1)$ D. $(\sqrt{3}+\sqrt{2}) : (\sqrt{2}+1)$

技法点拨

1. 应用牛顿第二定律解决动力学问题, 受力分析和运动分析是关键, 加速度是解决此类问题的纽带, 分析流程如下:



2. 如果是多过程问题, 则前一段的末速度就是后一段的初速度, 速度是关联量. 必要时画出运动示意图.

例 4 [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. $\frac{m}{M}F$

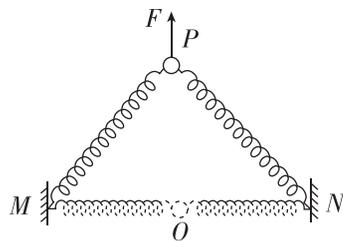
技法点拨

整体法与隔离法的选用技巧

整体法的选取原则	若连接体内各物体具有相同的加速度, 且不需要求物体之间的作用力
隔离法的选取原则	若连接体内各物体的加速度不相同, 或者需要求出系统内物体之间的作用力
整体法、隔离法的交替运用	若连接体内各物体具有相同的加速度, 且需要求出物体之间的作用力, 可以先整体求加速度, 后隔离求内力

例 5 [2024·安徽卷] 如图所示, 竖直平面内有两完全相同的轻质弹簧, 它们的一端分别固定于水平线上的 M 、 N 两点, 另一端均连接在质量为 m 的小球上. 开始时, 在竖直向上的拉力作用下, 小球静止于 MN 连线的中点 O , 弹簧处于原长. 后将小球竖直向上, 缓慢拉至 P 点, 并保持静止, 此时拉力 F 大小为 $2mg$. 已知重力加速度大小为 g , 弹簧始终处于弹性限度内, 不计空气阻力. 若撤去拉力, 则小球从 P 点运动到 O 点的过程中 ()

- A. 速度一直增大
 B. 速度先增大后减小
 C. 加速度的最大值为 $3g$
 D. 加速度先增大后减小



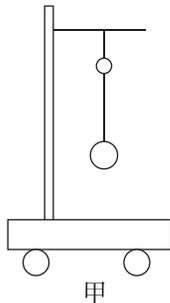
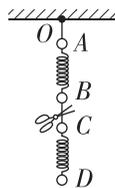
技法点拨

连接体问题的临界条件

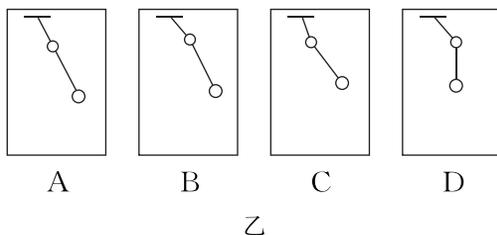
P 点	撤去拉力, 加速度最大
$P \rightarrow O$	加速度变小的加速运动, O 点速度最大

【迁移拓展】

- [2024·江西卷] 一质点沿 x 轴运动, 其位置坐标 x 与时间 t 的关系为 $x=1+2t+3t^2$ (x 的单位是 m , t 的单位是 s). 关于速度及该质点在第 1 s 内的位移, 下列选项正确的是 ()
 - 速度是对物体位置变化快慢的描述; 6 m
 - 速度是对物体位移变化快慢的描述; 6 m
 - 速度是对物体位置变化快慢的描述; 5 m
 - 速度是对物体位移变化快慢的描述; 5 m
- [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 ()
 - g , $1.5g$
 - $2g$, $1.5g$
 - $2g$, $0.5g$
 - g , $0.5g$



现在让小车带着两个小球一起向左加速运动, 不计空气阻力, 则图乙四个图中所示的姿态正确的是 ()



题型2 动力学图像综合问题

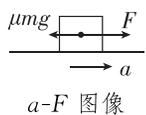
1. 常见图像

常见图像	斜率 k	面积	两图像交点
$x-t$ 图像	$\frac{\Delta x}{\Delta t} = v$		表示相遇
$v-t$ 图像	$\frac{\Delta v}{\Delta t} = a$	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

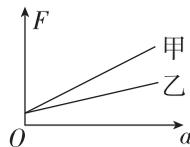
2. 非常规图像

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 $v^2 = v_0^2 + 2ax$	$2a$	v_0^2
$\frac{x}{t}-t$ 图像	由 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 得 $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$	$\frac{1}{2}a$	v_0

(续表)

非常规图像 (举例)	函数表达式	斜率 k	纵截距 b
	由 $F - \mu mg = ma$, 得 $a = \frac{F}{m} - \mu g$	$\frac{1}{m}$	$-\mu g$

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 ()



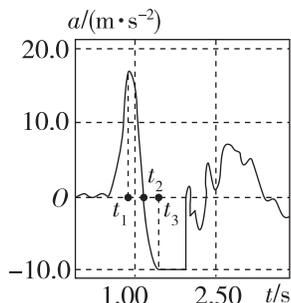
- $m_{甲} < m_{乙}$
- $m_{甲} > m_{乙}$
- $\mu_{甲} < \mu_{乙}$
- $\mu_{甲} > \mu_{乙}$

【反思感悟】

技法点拨

(1)关注坐标轴所表示的物理量,从物理规律出发寻找图像对应的函数关系式;(2)理解截距、斜率、面积所代表的物理量(注意正、负的含义);(3)分析交点、转折点、渐近线等,交点往往是解决问题的切入点.

例 7 [2024·云南昆明模拟] 加速度传感器是一些智能手机上配备的较为实用的软件,能显示物体运动过程中的加速度变化情况.现出于安全角度,需要分析某升降机在实际运行过程中的加速度,将手机放置于升降机地面上并打开加速度传感器,使升降机从静止开始迅速上下运动,得到如图所示的竖直方向上加速度随时间变化的图像,该图像以竖直向上为正方向,重力加速度 g 取 10 m/s^2 .由此可判断出 ()

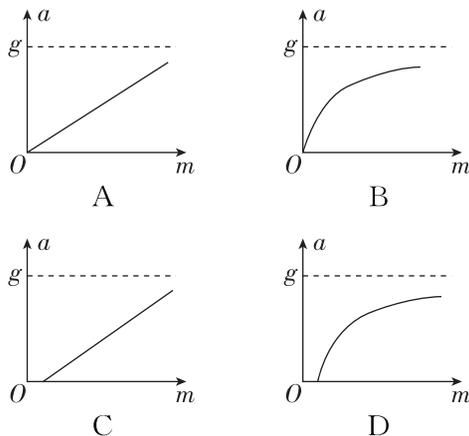
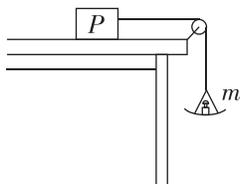


- A. 手机在 t_2 时刻速度为 0
- B. 运行过程中手机有可能与升降机分离
- C. 手机在 $t_2 \sim t_3$ 时间内,处于超重状态
- D. 在 $t_1 \sim t_3$ 时间内,升降机受到手机的先减小再增大

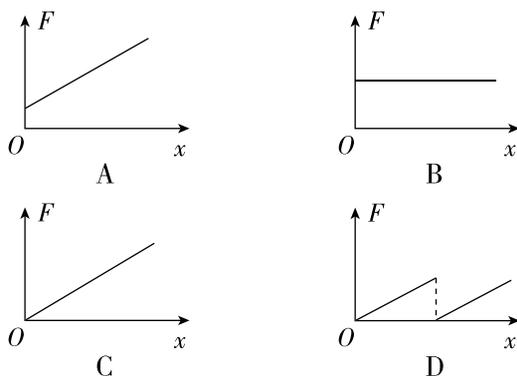
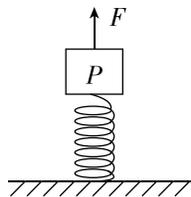
【反思感悟】

【迁移拓展】

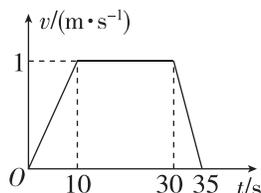
1. [2024·全国甲卷] 如图所示,一轻绳跨过光滑定滑轮,绳的一端系物块 P , P 置于水平桌面上,与桌面间存在摩擦;绳的另一端悬挂一轻盘(质量可忽略),盘中放置砝码.改变盘中砝码总质量 m ,并测量 P 的加速度大小 a ,得到 $a-m$ 图像.重力加速度大小为 g .在下列 $a-m$ 图像中,可能正确的是 ()



2. [2024·山东济南模拟] 如图所示,轻弹簧的下端固定在水平桌面上,上端放有物块 P ,系统处于静止状态.现用一竖直向上的力 F 作用在 P 上,使其向上做匀加速直线运动,以 x 表示 P 离开静止位置的位移,在弹簧恢复原长前,表示 F 和 x 之间关系的图像可能正确的是 ()



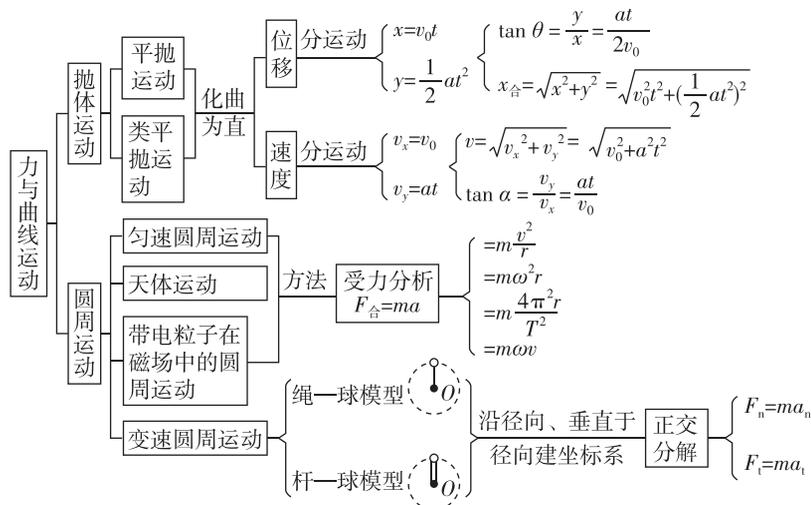
3. (多选)[2024·辽宁沈阳模拟] 吊车将 200 kg 的货物从地面竖直向上提升,货物运动的 $v-t$ 图像如图所示,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,下列判断正确的是 ()



- A. $0 \sim 10 \text{ s}$ 内吊车对货物的拉力为 2020 N
- B. $30 \sim 35 \text{ s}$ 内,货物处于失重状态
- C. $30 \sim 35 \text{ s}$ 内,吊车对货物的拉力为 2040 N
- D. 35 s 末货物离地面的距离为 55 m

第3讲 力与曲线运动

网络构建



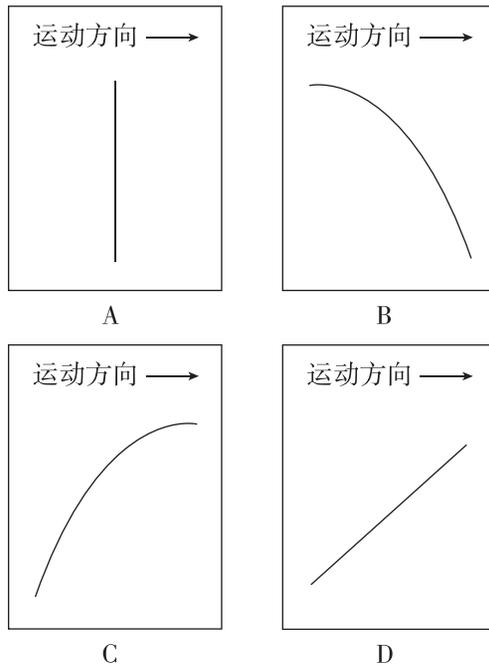
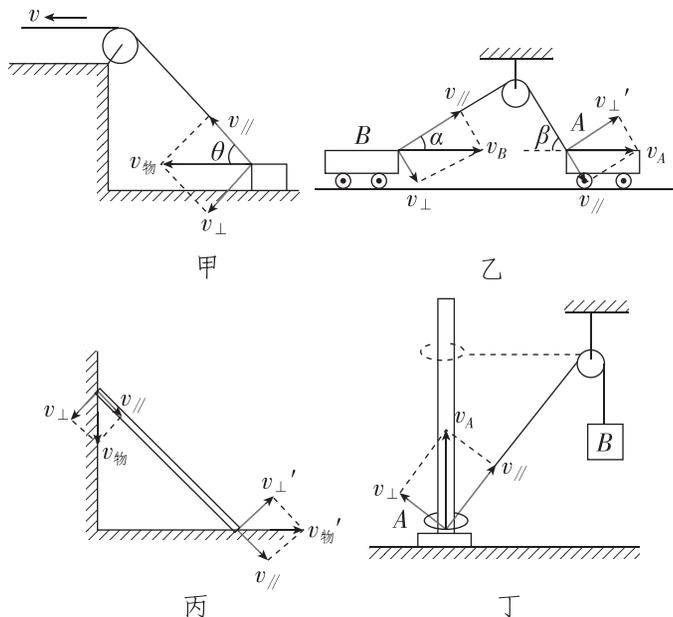
【关键能力】

理解曲线运动的条件及其轨迹分析,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及运动规律,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 抛体运动

角度1 运动的合成与分解

常见的模型如图所示。



【反思感悟】

.....

.....

.....

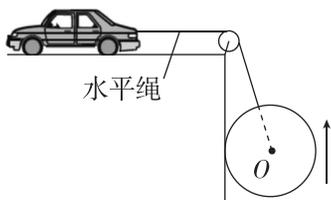
例1 [2023·江苏卷] 达·芬奇的手稿中描述了这样一个实验:一个罐子在空中沿水平直线向右做匀加速运动,沿途连续漏出沙子.若不计空气阻力,则下列图中能反映空中沙子排列的几何图形是()

技法点拨

判断两个直线运动的合运动性质,关键看合初速度方向与合加速度方向是否共线.

两个互成角度的分运动	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	如果 $v_{合}$ 与 $a_{合}$ 共线, 为匀变速直线运动
	如果 $v_{合}$ 与 $a_{合}$ 不共线, 为匀变速曲线运动

例 2 (多选)[2024·辽宁大连模拟] 如图所示,跨过光滑定滑轮的轻绳一端系着皮球(轻绳延长线过球心),一端连在水平平台上的玩具小车上,车牵引着绳使球沿光滑竖直墙面从较低处上升.则在球匀速上升且未离开墙面的过程中 ()

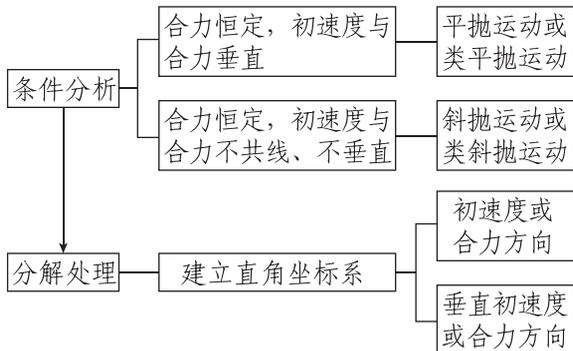


- A. 玩具小车做加速运动
- B. 玩具小车做减速运动
- C. 绳对球的拉力大小不变
- D. 球对墙的压力逐渐增大

[反思感悟]

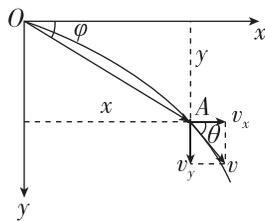
角度 2 抛体运动

1. 解决抛体运动的思维过程



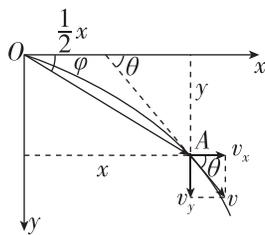
2. 平抛运动的两个推论

(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 θ , 位移方向与水平方向的夹角为 φ , 则有 $\tan \theta = 2 \tan \varphi$, 如图甲所示.



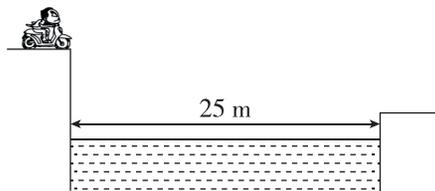
甲

(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.



乙

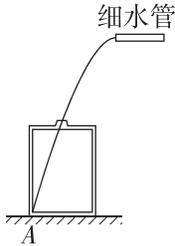
例 3 [2024·海南卷] 在跨越河流表演中,一人骑车以 25 m/s 的速度水平冲出平台,恰好跨越长 $x = 25 \text{ m}$ 的河流落在河对岸平台上,已知河流宽度 25 m ,不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 ,则两平台的高度差 h 为 ()



- A. 0.5 m
- B. 5 m
- C. 10 m
- D. 20 m

[反思感悟]

例 4 [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. $(\sqrt{2}+1)D\sqrt{\frac{g}{2h}}$

[反思感悟]

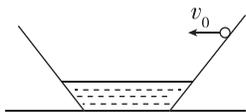
技法点拨

平抛运动的临界问题

(1)常见的两种情况:①物体的最大位移、最小位移、最大初速度和最小初速度;②物体的速度方向恰好到达某一方向.

(2)解题技巧:在题中找出临界问题的关键词,如“恰好不出界”“刚好飞过壕沟”“速度恰好与斜面平行”“速度与圆环相切”等,然后利用平抛运动的位移、速度规律进行解题.

例 5 如图所示,某人在河谷堤岸上以一定初速度水平抛出一小石块,抛出的小石块可能落在抛出点左侧的任何位置,落地速度与水平方向的夹角为偏向角,下列说法正确的是 ()

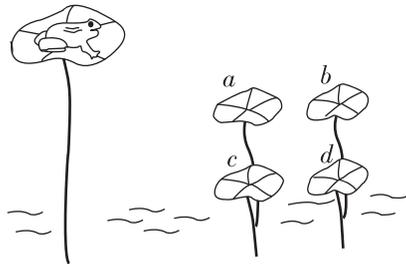


- A. 初速度越大,落地时间越长
 B. 初速度越大,落地时间越短
 C. 初速度越大,偏向角越小
 D. 初速度不同,偏向角可能相等

[反思感悟]

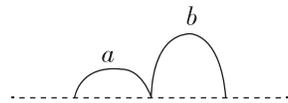
【迁移拓展】

1. [2024·湖北卷] 如图所示,有五片荷叶伸出荷塘水面,一只青蛙要从高处荷叶跳到低处荷叶上. 设低处荷叶 a 、 b 、 c 、 d 和青蛙在同一竖直平面内, a 、 b 高度相同, c 、 d 高度相同, a 、 b 分别在 c 、 d 正上方. 将青蛙的跳跃视为平抛运动,若以最小的初速度完成跳跃,则它应跳到 ()



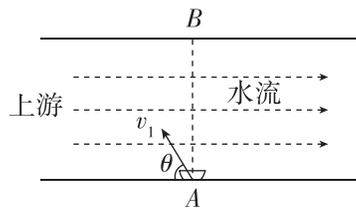
- A. 荷叶 a B. 荷叶 b
 C. 荷叶 c D. 荷叶 d

2. [2024·江苏卷] 喷泉 a 、 b 形成如图所示的形状,不计空气阻力,则喷泉 a 、 b ()



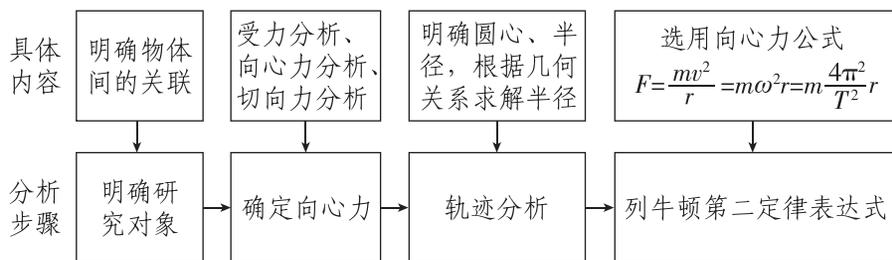
- A. 加速度相同
 B. 初速度相同
 C. 在最高点的速度相同
 D. 在空中的时间相同

3. [2024·河北保定模拟] 如图是轮渡的简化图. 已知船在静水中的速度为 v_1 , 水流速度为 9 m/s . 当船从 A 处过河时, 船头与上游河岸的夹角 $\theta=53^\circ$, 一段时间后, 船正好到达正对岸 B 处. 若河宽为 450 m , 船在静水中的速度大小不变, 水流的速度不变, 则 ()

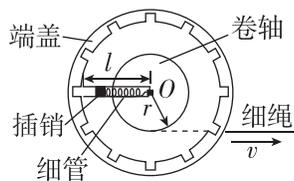


- A. $v_1=5.4\text{ m/s}$
 B. 船渡河的时间为 37.5 s
 C. 若改变船的航行方向, 船最短的渡河时间为 25 s
 D. 若增大船头与上游河岸的夹角 θ , 则船将到达河对岸 B 的上游

题型2 圆周运动及其拓展



例6 [2024·广东卷] 如图所示,在细绳的拉动下,半径为 r 的卷轴可绕其固定的中心点 O 在水平面内转动. 卷轴上沿半径方向固定着长度为 l 的细管,管底在 O 点. 细管内有一根原长为 $\frac{l}{2}$ 、劲度系数为 k 的轻质弹簧,弹簧底端固定在管底,顶端连接质量为 m 、可视为质点的插销. 当以速度 v 匀速拉动细绳时,插销做匀速圆周运动. 若 v 过大,插销会卡进固定的端盖,使卷轴转动停止. 忽略摩擦力,弹簧在弹性限度内. 要使卷轴转动不停止, v 的最大值为 ()



- A. $r \sqrt{\frac{k}{2m}}$ B. $l \sqrt{\frac{k}{2m}}$
 C. $r \sqrt{\frac{2k}{m}}$ D. $l \sqrt{\frac{2k}{m}}$

[反思感悟]

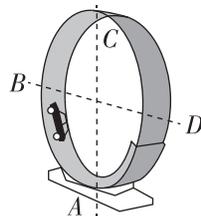
技法点拨

水平面内圆周运动的临界问题

(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: $F = F_m$;③接触面分离的临界: $F_N = 0$.

例7 [2024·湖南株洲模拟] 如图,玩具小车在轨道上做匀速圆周运动,测得小车 1 s 绕轨道运动一周,圆轨道半径为 0.3 m,玩具小车的质量为 0.5 kg, AC 为过圆心竖直线, BD 为过圆心水平线,重力加速度大小 g 取 10 m/s^2 ,小车看作质点,下列说法正确的是 ()



- A. 小车在 BD 下方运动时处于失重状态
 B. 小车在 B 点不受摩擦力作用
 C. 小车在 C 点时对轨道的压力恰好为零
 D. 小车在 A 点时对轨道的压力比在 C 点时大 10 N

[反思感悟]

技法点拨

竖直平面内圆周运动的解题方法是:在圆轨道最高点和最低点分别分析物体受力,注意在圆轨道最高点,径向合力方向向下,在圆轨道最低点,径向合外力方向向上. 利用合外力等于向心力列方程求解.

(1) 区分是轻绳模型还是轻杆模型,物体在最高点的临界速度不同.

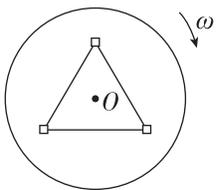
(2) 物体不脱离竖直光滑内轨道的两种情况:

① 物体恰好能通过最高点(或等效最高点)完成圆周运动;

② 物体冲不过竖直圆周的半径高度.

【迁移拓展】

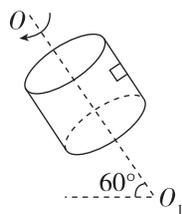
1. [2024·四川成都模拟] 三个质量均为 m 的小物块,用三根长度为 L 、最大张力为 mg (g 为重力加速度)的轻绳连接,置于动摩擦因数为 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 的粗糙水平圆盘上面,初始时刻轻绳恰好绷直,构成正三角形,正三角形的中心与圆盘的圆心重合.让圆盘绕过 O 点垂直于圆盘的轴缓慢转动起来,随着角速度的缓慢增加,在轻绳断裂的瞬间,圆盘的角速度大小为 (最大静摩擦力等于滑动摩擦力) ()



- A. $2\sqrt{\frac{g}{L}}$ B. $\sqrt{\frac{2g}{L}}$
 C. $\sqrt{\frac{g}{L}}$ D. $\sqrt{\frac{g}{2L}}$

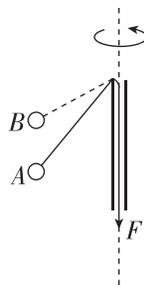
2. [2024·广东广州模拟] 如图所示,一倾斜的圆筒绕固定轴 OO_1 以恒定的角速度 ω 转动,圆筒的半径为 $r = 1.5$ m.筒壁内有一小物体与圆筒始终保持相对静止,小物体与圆筒间的动摩擦因数为 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (设最大静摩擦力等于滑动摩擦力),固定轴与水

平面间的夹角为 60° ,重力加速度 g 取 10 m/s²,则 ω 的最小值是 ()



- A. 1 rad/s B. $\frac{\sqrt{30}}{3}$ rad/s
 C. $\sqrt{10}$ rad/s D. 5 rad/s

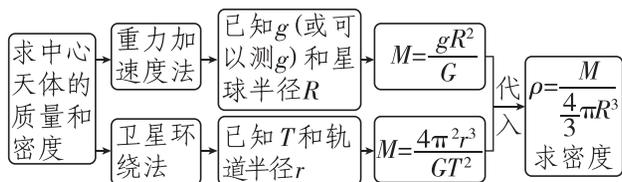
3. [2024·江苏卷] 如图所示,细绳穿过竖直的管子拴住一个小球,让小球在 A 高度处做水平面内的匀速圆周运动,现用力将细绳缓慢下拉,使小球在 B 高度处做水平面内的匀速圆周运动, A 、 B 位置在同一竖直线上,不计一切摩擦,则 ()



- A. 线速度 $v_A > v_B$
 B. 角速度 $\omega_A > \omega_B$
 C. 向心加速度 $a_A < a_B$
 D. 向心力 $F_A > F_B$

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



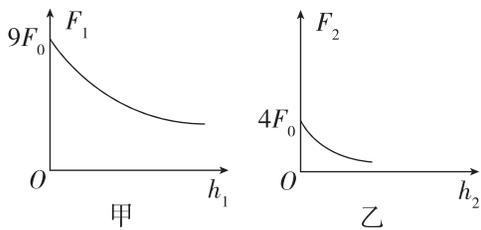
例8 [2024·新课标卷] 天文学家发现,在太阳系外的一颗红矮星有两颗行星绕其运行,其中行星 GJ1002c 的轨道近似为圆,轨道半径约为日地距离的 0.07 倍,周期约为 0.06 年,则这颗红矮星的质量约为太阳质量的 ()

- A. 0.001 倍 B. 0.1 倍
 C. 10 倍 D. 1000 倍

【反思感悟】

例9 [2024·天津南开中学模拟] 我国首个火星探测器“天问一号”在海南文昌航天发射场由“长征五号”运载火箭发射升空,开启了我国行星探测之旅.“天问一号”离开地球时,所受地球的万有引力 F_1 与它距离地面高度 h_1 的关系图像如图甲所

示,“天问一号”奔向火星时,所受火星的万有引力 F_2 与它距离火星表面高度 h_2 的关系图像如图乙所示,已知地球半径是火星半径的两倍,下列说法正确的是 ()



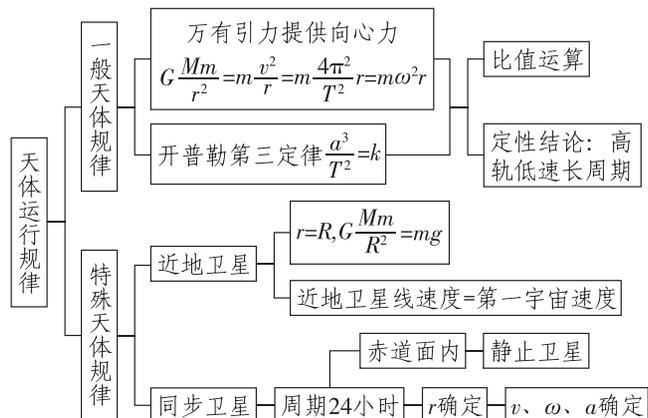
- A. 地球与火星的表面重力加速度之比为 3 : 2
- B. 地球与火星的质量之比为 3 : 2
- C. 地球与火星的密度之比为 9 : 8
- D. 地球与火星的第一宇宙速度之比为 $\sqrt{2} : 3$

[反思感悟]

技 法点拨

跟天体质量相关问题的思路之一,是在忽略星球自转情况下,可近似认为万有引力等于重力,由 $G \frac{Mm}{R^2} = mg_{\text{天体}}$ 建立星球质量与星球表面重力加速度的关系,再由 $\rho = \frac{M}{V}$ 、 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ 可建立与天体密度的关系。

角度2 天体运行规律的应用

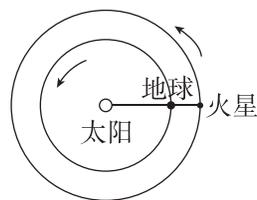


例 10 [2024 · 山东卷] “鹊桥二号”中继星环绕月球运行,其 24 小时椭圆轨道的半长轴为 a . 已知地球同步卫星的轨道半径为 r ,则月球与地球质量之比可表示为 ()

- A. $\sqrt{\frac{r^3}{a^3}}$
- B. $\sqrt{\frac{a^3}{r^3}}$
- C. $\frac{r^3}{a^3}$
- D. $\frac{a^3}{r^3}$

[反思感悟]

例 11 [2023 · 湖北卷] 2022 年 12 月 8 日,地球恰好运行到火星和太阳之间,且三者几乎排成一条直线,此现象被称为“火星冲日”. 火星和地球几乎在同一平面内沿同一方向绕太阳做圆周运动,火星与地球的公转轨道半径之比约为 3 : 2,如图所示. 根据以上信息可以得出 ()



- A. 火星与地球绕太阳运动的周期之比约为 27 : 8
- B. 当火星与地球相距最远时,两者的相对速度最大
- C. 火星与地球表面的自由落体加速度大小之比约为 9 : 4
- D. 下一次“火星冲日”将出现在 2023 年 12 月 8 日之前

[反思感悟]

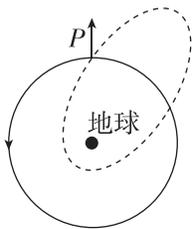
技 法点拨

天体的追及与相遇问题

1. 两同心转动的卫星 ($r_A < r_B$) 同向转动时,位于同一直径上且在圆心的同侧时,相距最近. 从相距最近到再次相距最近,两卫星的运动关系满足 $(\omega_A - \omega_B)t = 2\pi$ 或 $\frac{t}{T_A} - \frac{t}{T_B} = 1$.
2. 两同心转动的卫星 ($r_A < r_B$) 同向转动时,位于同一直径上且在圆心的异侧时,相距最远. 从相距最近到第一次相距最远,两卫星的运动关系满足 $(\omega_A - \omega_B)t' = \pi$ 或 $\frac{t'}{T_A} - \frac{t'}{T_B} = \frac{1}{2}$.

角度3 卫星变轨问题

例 12 [2024·湖北卷] 太空碎片会对航天器带来危害. 设空间站在地球附近沿逆时针方向做匀速圆周运动, 如图中实线所示. 为了避开碎片, 空间站在 P 点向图中箭头所指径向方向极短时间喷射气体, 使空间站获得一定的反冲速度, 从而实现变轨. 变轨后的轨道如图中虚线所示, 其半长轴大于原轨道半径. 则 ()



- A. 空间站变轨前、后在 P 点的加速度相同
- B. 空间站变轨后的运动周期比变轨前的小
- C. 空间站变轨后在 P 点的速度比变轨前的小
- D. 空间站变轨前的速度比变轨后在近地点的大

【反思感悟】

【迁移拓展】

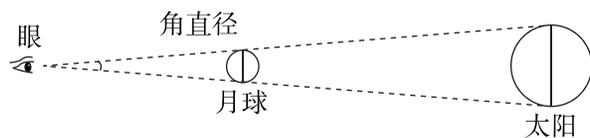
1. [2024·江西卷] “嫦娥六号”探测器于 2024 年 5 月 8 日进入环月轨道, 后续经调整环月轨道高度和倾角, 实施月球背面软着陆. 当探测器的轨道半径从 r_1 调整到 r_2 时(两轨道均可视为圆形轨道), 其动能和周期从 E_{k1} 、 T_1 分别变为 E_{k2} 、 T_2 . 下列选项正确的是 ()

- A. $\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{r_2}{r_1}, \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{r_1^3}}{\sqrt{r_2^3}}$
- B. $\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{r_1}{r_2}, \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{r_1^3}}{\sqrt{r_2^3}}$

C. $\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{r_2}{r_1}, \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{r_2^3}}{\sqrt{r_1^3}}$

D. $\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{r_1}{r_2}, \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{r_2^3}}{\sqrt{r_1^3}}$

2. [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 ()



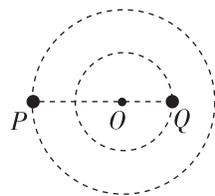
A. $k^3 \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$

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

3. (多选)[2024·陕西西安模拟] 我国天文学家通过“天眼”在武仙座球状星团中发现一个由白矮星 P 、脉冲星 Q 组成的双星系统. 如图所示, P 、 Q 绕两者连线上的 O 点做匀速圆周运动, 忽略其他天体对 P 、 Q 的影响. 已知 P 的轨道半径大于 Q 的轨道半径, P 、 Q 的总质量为 M , 距离为 L , 运动周期均为 T , 则 ()



- A. P 的质量小于 Q 的质量
- B. P 的线速度小于 Q 的线速度
- C. P 受到的引力小于 Q 受到的引力
- D. 若总质量 M 恒定, 则 L 越大, T 越大