

高三物理

万有引力与天体运动 M05

纸质学习讲义

模块范围：万有引力、圆轨道、椭圆轨道、开普勒定律、双星与拉格朗日点。

使用方式：先在纸上完成，再回到网页提交答案或关键关系。每道题保留课程原题图和出处，便于与网页例题一一对应。

题组说明

本讲义收录10道 M05 例题，题型包含单选、多选、填空和综合计算；第10题为较难综合题。网页中的独立同类迁移题另行呈现。

学生：_____ 日期：_____ 用时：_____

例题1 轨道半径、周期与中心天体质量

题型：单选 | 主要考核方向：轨道半径、周期与中心天体质量

考核能力：区分中心天体质量与卫星质量，识别 $r = R + h$



夏梦迪物理

16. (2023·北京模拟)我国发射的“天和”核心舱距离地面的高度为 h ，运动周期为 T ，绕地球的运动可视为匀速圆周运动。已知万有引力常量为 G ，地球半径为 R ，根据以上信息可知

- A. 地球的质量 $M = \frac{4\pi^2(R+h)^3}{GT^2}$
- B. 核心舱的质量 $m = \frac{4\pi^2(R+h)^3}{GT^2}$
- C. 核心舱的向心加速度 $a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$
- D. 核心舱的线速度 $v = \frac{2\pi R}{T}$

题目出处：夏梦迪一轮暑假班第16讲，讲义印刷页297，原题16（2023·北京模拟）

作答区

选择或填写：_____

例题2 星球表面参数与第一宇宙速度

题型：单选 | 主要考核方向：高度、第一宇宙速度与星球参数

考核能力：把距表面高度转换成轨道半径，联系 v 、 g 、 M 、密度

夏梦迪物理



22. (2025·河南期中) 若火星探测器绕火星做匀速圆周运动时, 其轨道距离火星表面的高度为 $2R$, 速度大小为 v 。已知火星的半径为 R , 引力常量为 G , 忽略火星自转的影响。下列选项正确的是

A. 火星的第一宇宙速度是 $\sqrt{2}v$

B. 火星的质量为 $\frac{2Rv^2}{G}$

C. 火星表面重力加速度大小为 $\frac{3v^2}{R}$

D. 火星的密度为 $\frac{4\pi GR^2}{9v^2}$

题目出处：夏梦迪一轮暑假班第16讲，讲义印刷页300，原题22（2025·河南期中）

作答区

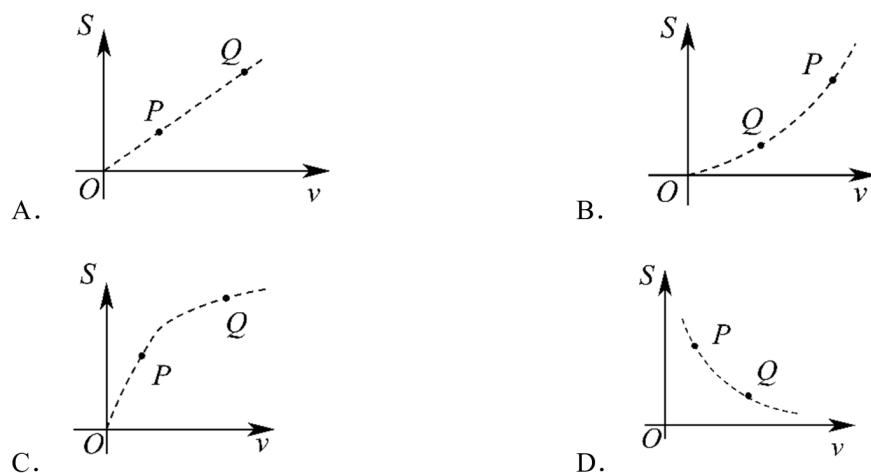
选择或填写：_____

例题3 椭圆轨道扫面积与线速度

题型：单选 | 主要考核方向：相等时间扫过面积与线速度关系

考核能力：从图像识别开普勒第二定律，区分速度大小变化

2. (2021·湖南模拟)地球的两个卫星 P 、 Q 绕地球做匀速圆周运动， P 的运行周期大于 Q 的运行周期。设卫星与地球中心的连线在单位时间内扫过的面积为 S ，下列图象中能大致描述 S 与两卫星的线速度 v 之间关系的是



题目出处：夏梦迪一轮暑假班第17讲，讲义印刷页303，原题2（2021·湖南模拟）

作答区

选择或填写：_____

例题4 双星轨道半径与线速度比

题型：填空 | 主要考核方向：双星角速度相同、轨道半径反比分配
考核能力：用共同角速度建立双星几何与比例关系

夏梦迪物理



【随堂例题】

1. (2025·上海模拟) 两靠得较近的天体组成的系统成为双星, 它们以两者连线上某点为圆心做匀速圆周运动, 因而不至于由于引力作用而吸引在一起。设两天体的质量分布为 m_1 和 m_2 , 则它们的轨道半径之比 $R_{m_1}:R_{m_2} = \underline{\hspace{2cm}}$; 速度之比 $v_{m_1}:v_{m_2} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

题目出处：夏梦迪一轮暑假班第18讲，讲义印刷页326，例题1（2025·上海模拟）

作答区

选择或填写：_____

例题5 拉格朗日点与同步运动

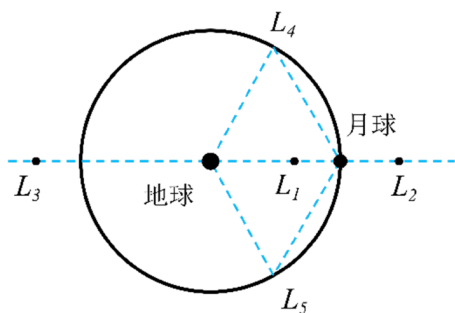
题型：多选 | 主要考核方向：地月系统、拉格朗日点与同步运动

考核能力：区分同步运动与受力平衡，判断合力和向心加速度



夏梦迪物理

11. (多选) (2022·云南省模拟) 执行探月工程任务的“嫦娥四号”中继卫星“鹊桥”成功实施了近月制动, 进入月球至地月拉格朗日转移轨道。“鹊桥”在拉格朗日点 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 L_5 时, 均可以在月球与地球的共同引力作用下, 几乎不消耗燃料而保持与月球同步绕地球做圆周运动。则关于“鹊桥”在这几个可能的拉格朗日点上运动状态的说法中, 正确的是



- A. L_3 和 L_2 到地球中心的距离相等
- B. “鹊桥”位于 L_2 点时, 绕地球运动的周期和月球的公转周期相等
- C. “鹊桥”在 L_2 点所受月球和地球引力的合力比在其余四个点都要大
- D. “鹊桥”位于 L_3 点时, “鹊桥”绕地球运动的向心加速度等于月球绕地球运动的向心加速度

题目出处：夏梦迪一轮暑假班第18讲，讲义印刷页331，原题11（2022·云南省模拟）

作答区

选择或填写：_____

例题6 距离—时间图像反推卫星参数

题型：综合计算 | 主要考核方向：距离—时间图像、轨道半径与中心天体参数

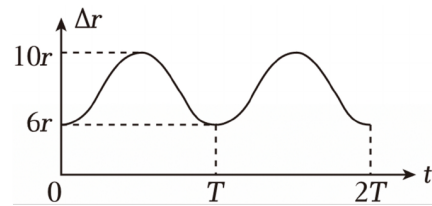
考核能力：从图像提取轨道半径，再联立周期、质量和第一宇宙速度

夏梦迪物理



12. (2024·重庆开学) A 、 B 两颗卫星在同一平面内沿同一方向绕某一星球做匀速圆周运动，测得它们之间的距离 Δr 随时间 t 变化的关系如图所示。已知该星球的半径 r ，周期 T ，万有引力常量为 G ，卫星 A 的线速度大于卫星 B 的线速度，不考虑 A 、 B 之间的万有引力。求：

- (1) A 、 B 两颗卫星绕该星球做匀速圆周运动的轨道半径；
- (2) 该星球的质量；
- (3) 该星球的第一宇宙速度。



题目出处：夏梦迪一轮暑假班第23讲，讲义印刷页419，例题12（2024·重庆开学）

作答区

选择或填写：_____

例题7 椭圆轨道四位置与节气

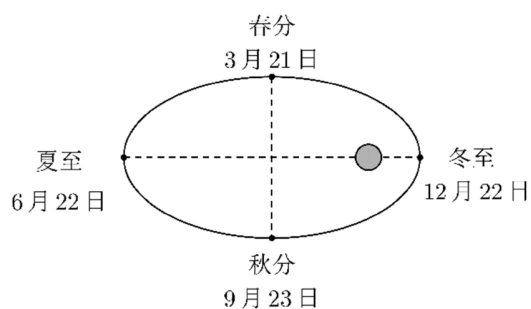
题型：多选 | 主要考核方向：椭圆轨道四位置、运行时间与速度

考核能力：结合近日点、远日点和开普勒定律判断运动状态

夏梦迪物理



5. (2022·广东模拟) 2022年2月4日北京冬奥会开幕式以二十四节气为倒计时,最后定格于立春节气,惊艳全球,二十四节气,代表着地球在公转轨道上的二十四个不同的位置,如图所示,从天体物理学可知地球沿椭圆轨道绕太阳运动所处四个位置,分别对应我国的四个节气,以下说法正确的是



- A. 地球绕太阳运行方向(正对纸面)是顺时针方向
- B. 地球绕太阳做匀速率椭圆轨道运动
- C. 地球从夏至至秋分的时间小于地球公转周期的四分之一
- D. 冬至时地球公转速度最大

题目出处：夏梦迪一轮暑假班第17讲，讲义印刷页307，原题5（2022·广东模拟）

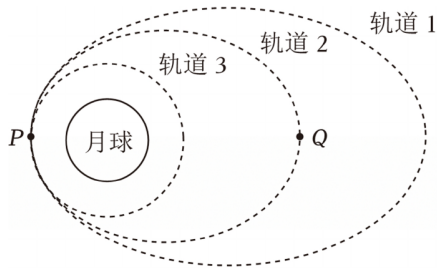
作答区

选择或填写：_____

例题8 椭圆轨道变轨与同一点比较

题型：多选 | 主要考核方向：变轨加速/减速、机械能与周期
考核能力：判断点火方向、同一点速度和不同轨道周期

17. (2025·北京一模)2024年6月,“嫦娥六号”探测器成功着陆在月球背面预选着陆区,开启人类探测器首次在月球背面实施的样品采集任务。“嫦娥六号”被月球捕获进入月球轨道的部分过程如图所示:探测器在椭圆轨道1运行经过P点时变轨进入椭圆轨道2、在轨道2上经过P点时再次变轨进入圆轨道3。三个轨道相切于P点,Q点是轨道2上离月球最远的点。下列说法正确的是



- A. 探测器从轨道1进入轨道2的过程中,需点火加速
- B. 探测器在轨道2上从P点运行到Q点的过程中,机械能越来越大
- C. 探测器分别沿着轨道2和轨道3运行,经过P点时的加速度相同
- D. 探测器在轨道3上运行的周期大于其在轨道1上运行的周期

题目出处：夏梦迪一轮暑假班第17讲，讲义印刷页313，原题17（2025·北京一模）

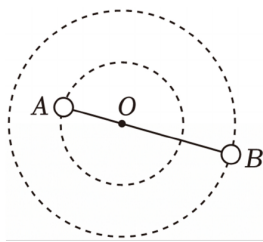
作答区

选择或填写：_____

例题9 双星共同质心与质量比

题型：填空 | 主要考核方向：双星共同质心、相互作用距离与轨道半径
考核能力：区分双星间距和各自轨道半径，用共同角速度建立比例

3. (2025·江西期中)如图，双星系统中，质量分别为 m_1 、 m_2 的星体 A、B 绕 O 点做周期相等的匀速圆周运动，他们到 O 点的距离分别为 r_1 和 r_2 ，则 $\frac{m_1}{m_2} =$



- A.

$\frac{r_1}{r_2}$
- B.

$\frac{r_2}{r_1}$
- C.

$\frac{r_1^2}{r_2^2}$
- D.

$\frac{r_2^2}{r_1^2}$



题目出处：夏梦迪一轮暑假班第18讲，讲义印刷页326，例题3（2025·江西期中）

作答区

选择或填写：_____

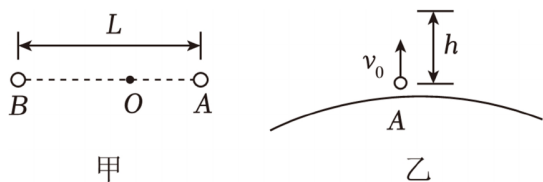
例题10 星球表面抛体、密度与双星综合

题型：综合计算 | 主要考核方向：星球表面抛体、重力、密度与双星质量反推

考核能力：由表面抛体反推 g ，再连接密度和双星模型

9. (2024·辽宁期中) 双星是两颗相距较近的天体，在相互间的万有引力作用下，绕双星连线上某点做匀速圆周运动。对于两颗质量不等的天体构成的双星系统，如图甲所示， A 、 B 两星相距为 L ，其中 A 星的半径为 R ；绕 O 点做匀速圆周运动的周期为 T ，假设我国的宇航员登上了 A 星，并在 A 星表面竖直向上以大小为 v_0 的速度抛出一小球，如图乙所示，小球上升的最大高度为 h 。不计 A 星的自转和 A 星表面的空气阻力，引力常量为 G ， A 星的体积 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ 。求：

- (1) A 星表面的重力加速度大小 g ；
- (2) A 星的平均密度 ρ ；
- (3) B 星的质量 m_B 。



题目出处：夏梦迪一轮暑假班第23讲，讲义印刷页416，例题9（2024·辽宁期中）

作答区

选择或填写：_____
