

高三物理

万有引力与天体运动 M05

答案与解析

本答案版与学生版按同一题号组织。答案和步骤依据当前 M05
原题媒体核验记录整理；正式使用前仍需教师确认学生没有提前见过所选题目。

核对重点：先看题目考核方向，再核对学生是否完成“识别距离/位置 - 选择关系 -
验证结果”三个动作。

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 $r = R + h$

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）

标准答案：A

解题思路

第1步 卫星到地心的距离为 $r = R + h$ 。

第2步 由 $GMm/r^2 = m*4*\pi^2*r/T^2$ ，约去卫星质量，得到 $M = 4*\pi^2*(R+h)^3/(G*T^2)$ 。

第3步 其他选项把中心天体质量、轨道半径或表面半径混淆。

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

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）

标准答案：C

解题思路

第1步 轨道高度为 $2R$ ，所以轨道半径 $r = 3R$ 。

第2步 由 $v^2 = GM/(3R)$ ，得到 $GM = 3R \cdot v^2$ 。

第3步 火星表面 $g = GM/R^2 = 3v^2/R$ ，故选C。

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

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）

标准答案：D

解题思路

第1步 开普勒第二定律：相等时间内扫过的面积相等。

第2步 把纵轴 S 理解为单位时间扫过面积，再结合轨道半径和线速度变化。

第3步 按题图关系判断，正确图像为D。

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

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）

标准答案： $R_1:R_2 = m_2:m_1$ ； $v_1:v_2 = m_2:m_1$

解题思路

第1步 双星绕共同圆心运动，角速度相同，所以 $v_1/v_2 = R_1/R_2$ 。

第2步 万有引力分别提供向心力，得到 $m_1 \cdot R_1 = m_2 \cdot R_2$ 。

第3步 因此 $R_1:R_2 = m_2:m_1$ ， $v_1:v_2 = m_2:m_1$ 。

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

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）

标准答案：B、C

解题思路

第1步 同步表示角速度或周期相同，不表示合力为零。

第2步 L2点与地月系统同步，周期与月球公转周期相同。

第3步 根据图示位置和引力合力关系判断，正确选项为B、C。

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

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）

标准答案： $r_1 = 2R$ ， $r_2 = 8R$ ； $M = 2048\pi^2 R^3 / (49G T^2)$ ； $v_1 = 32\sqrt{2}\pi R / (7T)$

解题思路

第1步 由距离图像的最大、最小值提取两轨道半径关系。

第2步 对卫星用 $GMm/r^2 = m*4\pi^2 r/T^2$ ，求中心天体质量。

第3步 再用 $v = \sqrt{GM/r}$ 求第一宇宙速度，得到题面标准结果。

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

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）

标准答案：D

解题思路

第1步 太阳位于椭圆轨道焦点，冬至位置更靠近太阳。

第2步 近日点速度最大，远日点速度最小；相等面积对应相等时间。

第3步 综合判断只有D正确。

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

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）

标准答案：C

解题思路

第1步 同一点P的万有引力加速度只由到月球中心的距离决定。

第2步 只有万有引力做功时机械能守恒，不能把沿轨道运动理解成机械能越来越大。

第3步 根据变轨条件和周期关系，正确选项为C。

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

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）

标准答案： $m_1/m_2 = r_2/r_1$

解题思路

第1步 万有引力距离是两颗星的中心距 $r_1 + r_2$ 。

第2步 两颗星角速度相同，分别列向心力方程。

第3步 两式相除得到 $m_1/m_2 = r_2/r_1$ 。

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

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）

标准答案： $g = v_0^2/(2h)$ ； $\rho = 3v_0^2/(8\pi G R^3 h)$ ； $m_B = 4\pi^2 L^3/(G T^2) - v_0^2 R^2/(2 G h)$

解题思路

第1步 竖直上抛到最高点： $g = v_0^2/(2h)$ 。

第2步 由 $g = G M_A/R^2$ 、 $M_A = \rho \cdot 4\pi R^3/3$ ，得到 $\rho = 3v_0^2/(8\pi G R^3 h)$ 。

第3步 双星模型给出总质量，再减去A星质量，得到 m_B 的标准结果。