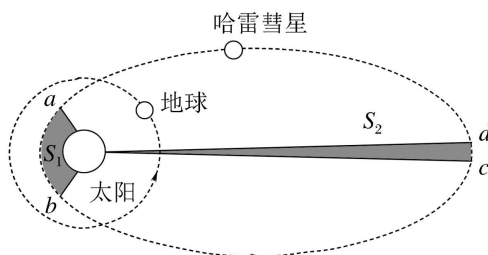


热点训练 5 万有引力与宇宙航行

一、单选题

1. (2025·浙江 1 月选考)地球和哈雷彗星绕太阳运行的轨迹如图所示, 彗星从 a 运行到 b 、从 c 运行到 d 的过程中, 与太阳连线扫过的面积分别为 S_1 和 S_2 , 且 $S_1 > S_2$. 彗星在近日点与太阳中心的距离约为地球公转轨道半径的 0.6 倍, 则彗星 ()

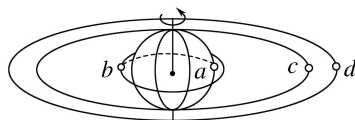


- A. 在近日点的速度小于地球的速度
- B. 从 b 运行到 c 的过程中动能先增大后减小
- C. 从 a 运行到 b 的时间大于从 c 运行到 d 的时间
- D. 在近日点加速度约为地球的加速度的 0.36 倍

2. (2025·陕晋青宁卷)我国计划于 2028 年前后发射“天问三号”火星探测系统, 实现火星取样返回. 其轨道器将环绕火星做匀速圆周运动, 轨道半径约 3750 km, 轨道周期约 2 h, 引力常量 G 取 $6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$. 根据以上数据可推算出火星的 ()

- A. 质量
- B. 体积
- C. 逃逸速度
- D. 自转周期

3. (2025·苏州一中期中)有 a 、 b 、 c 、 d 四颗地球卫星, a 还未发射, 在赤道表面随地球一起转动, b 是近地轨道卫星, c 是地球同步卫星, d 是高空探测卫星, 它们均做匀速圆周运动, 方向均与地球自转方向一致, 各卫星的排列位置如图所示, 则 ()



- A. 卫星 a 的向心加速度近似等于重力加速度 g
- B. 在相同时间内卫星 d 转过的弧长最长
- C. 卫星 c 的线速度一定比卫星 d 的线速度大

D. 卫星 d 的角速度比卫星 c 的角速度大

4. (2025·湖南师大附中 9 月检测)我国在探索宇宙文明过程中取得了重大突破,中国科学院高能物理研究所公布:在四川稻城的高海拔观测站,成功捕获了来自天鹅座万年前发出的信号.若在天鹅座有一质量均匀分布的球形“类地球”行星,其密度为 ρ ,半径为 R ,自转周期为 T_0 ,引力常量为 G ,则下列说法正确的是 ()

A. 该“类地球”行星的同步卫星的运行速率为 $\frac{2\pi R}{T_0}$

B. 该“类地球”行星的同步卫星的轨道半径为 $\frac{\rho G T_0^2}{3\pi}$

C. 该“类地球”行星表面重力加速度在赤道的大小为 $\frac{4}{3}\pi G \rho R$

D. 该“类地球”行星的卫星在行星表面附近做匀速圆周运动的速率为 $2\pi R \sqrt{\frac{\rho G}{3\pi}}$

5. (2025·河北卷)随着我国航天事业飞速发展,人们畅想研制一种核聚变能源星际飞行器.从某星球表面发射的星际飞行器在飞行过程中只考虑该星球引力,不考虑自转,该星球可视为质量分布均匀的球体,半径为 R_0 ,表面重力加速度为 g_0 .质量为 m 的飞行器与星球中心距离为 r 时,引力势能为 $mg_0 R_0^2 \left(\frac{1}{R_0} - \frac{1}{r} \right) (r \geq R_0)$.要使飞行器在距星球表面高度为 R_0 的轨道上做匀速圆周运动,则发射初速度为 ()

A. $\sqrt{g_0 R_0}$ B. $\sqrt{\frac{3g_0 R_0}{2}}$ C. $\sqrt{2g_0 R_0}$ D. $\sqrt{3g_0 R_0}$

6. (2025·河北名校联合测评)2024 年 5 月 8 日,嫦娥六号探测器在北京航天飞行控制中心的精确控制下,成功实施近月制动,顺利进入环月轨道飞行.嫦娥六号探测器的环月轨道飞行可看作匀速圆周运动,运动周期为 T .已知月球质量与地球质量的比值为 p ,月球半径与地球半径的比值为 q ,地球半径为 R ,地球表面的重力加速度大小为 g ,引力常量为 G ,忽略地球自转,则下列说法正确的是 ()

A. 嫦娥六号探测器发射的速度应大于地球的第二宇宙速度小于

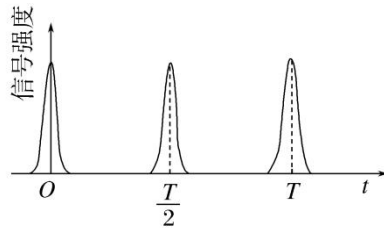
第三宇宙速度

B. 嫦娥六号探测器环月轨道距月球表面的高度为 $\sqrt{\frac{\rho g R^2 T^2}{4\pi^2}} - qR$

C. 月球的第一宇宙速度大小为 $\sqrt{\frac{\rho g R}{q}}$

D. 月球表面的重力加速度大小为 $\frac{qg}{p^2}$

7. (2025·四川卷)某人造地球卫星运行轨道与赤道共面, 绕行方向与地球自转方向相同. 该卫星持续发射信号, 位于赤道的某观测站接收到的信号强度随时间变化的规律如图所示, T 为地球自转周期. 已知该卫星的运动可视为匀速圆周运动, 地球质量为 M , 万有引力常量为 G . 则该卫星轨道半径为 ()



A. $\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{36\pi^2}}$

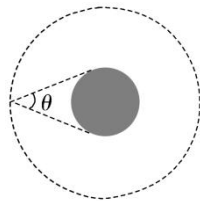
B. $\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{16\pi^2}}$

C. $\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$

D. $\sqrt[3]{\frac{9GMT^2}{4\pi^2}}$

二、多选题

8. (2025·山东名校联盟期中)如图所示, 某卫星在赤道平面内围绕地球做匀速圆周运动, 其对地张角为 θ , 运动周期为 T . 已知地球质量为 M , 自转周期为 T_0 , 引力常量为 G , 下列说法正确的是 ()



A. 卫星运动的轨道半径为 $\sqrt[3]{\frac{4\pi^2}{GMT^2}}$

B. 地球的密度为 $\frac{3\pi}{GT^2 \sin^3 \frac{\theta}{2}}$

C. 赤道上随地球自转的物体的向心加速度为 $\sqrt[3]{\frac{16\pi^4 GMT^2 \sin^3 \frac{\theta}{2}}{T_0^6}}$

D. 赤道上地球表面的重力加速度为 $\sqrt[3]{\frac{16\pi^4 GM}{T^4}}$

9. (2025·安徽卷)2025年4月,我国已成功构建国际首个基于DRO(远距离逆行轨道)的地月空间三星星座,DRO具有“低能进入、稳定停泊、机动转移”的特点.若卫星甲从DRO变轨进入环月椭圆轨道,该轨道的近月点和远月点距月球表面的高度分别为 a 和 b ,卫星的运行周期为 T ;卫星乙从DRO变轨进入半径为 r 的环月圆形轨道,周期也为 T .月球的质量为 M ,半径为 R ,引力常量为 G .假设只考虑月球对甲、乙的引力,则 ()

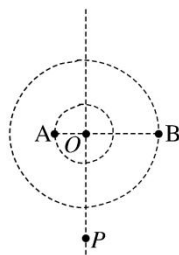
A. $r = \frac{a+b+R}{2}$

B. $r = \frac{a+b}{2} + R$

C. $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$

D. $M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$

10. (2025·湖北武汉部分高中3月联考)宇宙中大多数恒星系都是双星系统,如图所示,两颗远离其他星系的恒星A和B在相互之间的引力作用下绕O点做匀速圆周运动,且A星距离O点更近.轨道平面上的观测点P相对O点静止,观察发现每隔 T 时间,两颗恒星与O、P共线,已知引力常量为 G ,其中一颗恒星的质量为 m ,另一颗恒星的质量为 $3m$,恒星的半径都远小于它们之间的距离.则以下说法正确的是 ()



- A. A 的质量为 m
- B. 该双星系统的运动周期为 T
- C. A、B 相距的距离为 $r = \sqrt[3]{\frac{4GmT^2}{\pi^2}}$
- D. 在相同时间里，A、B 两颗恒星与 O 点连线扫过的面积之比为 1 : 9