

### 考点一 天体质量和密度的计算

1. (2019·铜陵市第一中学期末)如果我们能测出月球表面的重力加速度  $g$ , 月球的半径  $R$  和月球绕地球的转动周期  $T$ , 就能够根据万有引力定律“称量”月球的质量了. 已知引力常量为  $G$ , 关于月球质量  $m_{\text{月}}$  的表达式正确的是( )

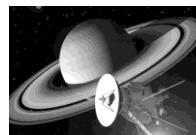
- A.  $m_{\text{月}} = \frac{gR^2}{G}$                       B.  $m_{\text{月}} = \frac{gR^2}{T}$   
C.  $m_{\text{月}} = \frac{4\pi^2 R^3}{GT}$                       D.  $m_{\text{月}} = \frac{T^2 R^3}{4\pi^2 G}$

2. (2019·扬州市高一下期末)德国天文学家们曾于 2008 年证实, 位于银河系中心, 与地球相距 2.6 万光年的“人马座 A”其实是一个质量超大的黑洞. 假设银河系中心仅此一个黑洞, 太阳系绕该黑洞中心做匀速圆周运动, 则根据下列哪组数据可以估算出该黑洞的质量(引力常量已知)( )

- A. 太阳系的质量和太阳系绕该黑洞公转的周期  
B. 太阳系的质量和太阳系到该黑洞的距离  
C. 太阳系的运行速度和该黑洞的半径  
D. 太阳系绕该黑洞的公转周期和公转半径

3. (2019·天津七中期末)如图 1 所示是美国的“卡西尼”号探测器经过长达 7 年的“艰苦”旅行, 进入绕土星飞行的轨道. 若“卡西尼”号探测器在半径为  $R$  的土星上空离土星表面高  $h$  的圆形轨道上绕土星飞行, 环绕  $n$  周飞行时间为  $t$ , 已知引力常量为  $G$ , 则下列关于土星质量  $M$  和平均密度  $\rho$  的表达式正确的是( )

- A.  $M = \frac{4\pi^2(R+h)^3}{Gt^2}$ ,  $\rho = \frac{3\pi(R+h)^3}{Gt^2 R^3}$   
B.  $M = \frac{4\pi^2(R+h)^2}{Gt^2}$ ,  $\rho = \frac{3\pi(R+h)^2}{Gt^2 R^3}$   
C.  $M = \frac{4\pi^2 t^2 (R+h)^3}{Gn^2}$ ,  $\rho = \frac{3\pi t^2 (R+h)^3}{Gn^2 R^3}$   
D.  $M = \frac{4\pi^2 n^2 (R+h)^3}{Gt^2}$ ,  $\rho = \frac{3\pi n^2 (R+h)^3}{Gt^2 R^3}$



4. 假如人类发现了某星球, 人类登上该星球后, 进行了如下实验: 在固定的竖直光滑圆轨道内部, 一小球恰好能做完整的圆周运动, 小球在最高点的速度为  $v$ , 轨道半径为  $r$ . 若已测得该星球的半径为  $R$ , 引力常量为  $G$ , 则该星球质量为( )

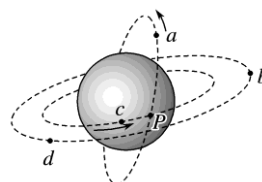
- A.  $\frac{v^2 r^2}{GR}$     B.  $\frac{5v^2 r^2}{GR}$     C.  $\frac{5v^2 R^2}{Gr}$     D.  $\frac{v^2 R^2}{Gr}$

### 考点二 天体运动的分析

5. (2019·镇远中学期末)由于某种原因, 人造地球卫星的轨道半径减小了, 那么卫星的( )

- A. 速率变大, 周期变小                      B. 速率变小, 周期不变  
C. 速率变大, 周期变大                      D. 速率变小, 周期变小

6.  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 是在地球大气层外的圆形轨道上运行的四颗人造卫星. 其中  $a$ 、 $c$  的轨道相交于  $P$ ,  $b$ 、 $d$  在同一个圆轨道上,  $b$ 、 $c$  轨道在同一平面上. 某时刻四颗卫星的运行方向及位置如图 2 所示, 下列说法中正确的是( )



- A.  $a$ 、 $c$  的加速度大小相等, 且大于  $b$  的加速度  
B.  $b$ 、 $c$  的角速度大小相等, 且小于  $a$  的角速度  
C.  $a$ 、 $c$  的线速度大小相等, 且小于  $d$  的线速度  
D.  $a$ 、 $c$  存在在  $P$  点相撞的危险

7. (2020·浙江卷)火星探测任务“天问一号”的标识如图 3 所示. 若火星和地球绕太阳的运动均可视为匀速圆周运动, 火星公转轨道半径与地球公转轨道半径之比为  $3:2$ , 则火星与地球绕太阳运动的( )



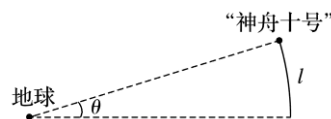
- A. 轨道周长之比为  $2:3$   
B. 线速度大小之比为  $\sqrt{3}:\sqrt{2}$   
C. 角速度大小之比为  $2\sqrt{2}:3\sqrt{3}$   
D. 向心加速度大小之比为  $9:4$

8. (2019·太原市高一期末)2019 年 1 月, 我国在西昌卫星发射中心成功发射了“中星 2D”卫星. “中星 2D”是我国研制的通信广播卫星, 可为全国提供广播电视及宽带多媒体等传输任务. “中星 2D”的质量为  $m$ 、运行轨道距离地面的高度为  $h$ . 已知地球的质量为  $m_{地}$ , 半径为  $R$ , 引力常量为  $G$ , 据以上信息可知“中星 2D”在轨道运行时( )

- A. 速度的大小为  $\sqrt{\frac{Gm}{R+h}}$   
B. 角速度为  $\sqrt{\frac{Gm_{地}}{R^3}}$   
C. 向心加速度大小为  $\frac{Gm_{地}}{(R+h)^2}$   
D. 周期为  $2\pi R\sqrt{\frac{R}{Gm_{地}}}$

9. 观察“神舟十号”在圆轨道上的运动, 发现其每经过时间  $2t$  通过的弧长为  $l$ , 该弧长对应的圆心角为  $\theta$ (弧度), 如图 4 所示, 已知引力常量为  $G$ , 由此可推导出地球的质量为( )

- A.  $\frac{l^3}{4G\theta t^2}$     B.  $\frac{2l^3\theta}{Gt^2}$     C.  $\frac{l}{4G\theta t^2}$     D.  $\frac{2l^2}{G\theta t^2}$



10. (2019·合肥六中、淮北一中期末联考)若贴近太阳系内某个行星表面运行的卫星的周期用  $T$  表示, 该行星的平均密度是  $\rho$ , 到太阳的距离是  $r$ , 已知引力常量  $G$ , 则下列说法正确的是 ( )

- A. 可以求出该行星的质量                      B. 可以求出太阳的质量  
C.  $\rho T^2$  是定值                                  D.  $\frac{T^2}{r^3}$  是定值

11. (2019·浙江嘉兴高一下期末)电影《流浪地球》深受观众喜爱, 影片中人们最后找到的新家园是一颗质量比太阳大一倍的恒星, 假设地球绕该恒星做匀速圆周运动, 地球到这颗恒星中心的距离是地球到太阳中心的距离的 2 倍. 则现在地球绕新的恒星与原来绕太阳运动相比, 下列说法正确的是( )

- A. 线速度是原来的  $\frac{1}{2}$   
B. 万有引力是原来的  $\frac{1}{4}$   
C. 向心加速度是原来的 2 倍  
D. 周期是原来的 2 倍

12. 若宇航员登上月球后, 在月球表面做了一个实验: 将一片羽毛和一个铁锤从同一高度由静止同时释放, 二者几乎同时落地. 若羽毛和铁锤是从高度为  $h$  处下落, 经时间  $t$  落到月球表面. 已知引力常量为  $G$ , 月球的半径为  $R$ . 求: (不考虑月球自转的影响)

- (1) 月球表面的自由落体加速度大小  $g_{月}$ ;  
(2) 月球的质量  $M$ ;  
(3) 月球的平均密度  $\rho$ .

13. 2018 年 5 月 21 日, 我国在西昌卫星发射中心将“鹊桥”号中继星发射升空并成功进入预定轨道. 设“鹊桥”号中继星在轨道上绕地球做匀速圆周运动的周期为  $T$ , 已知地球表面处的重力加速度为  $g$ , 地球半径为  $R$ . 求:

- (1) “鹊桥”号中继星离地面的高度  $h$ ;  
(2) “鹊桥”号中继星运行的线速度大小  $v$ ;  
(3) “鹊桥”号中继星在轨道上绕地球运行的向心加速度的大小.