

## 《万有引力定律有哪些应用》课后作业

1. 2019年1月3日，嫦娥四号成为全世界第一个在月球背面成功实施软着陆的探测器。为了减小凹凸不平的月球表面可能造成的不利影响，嫦娥四号采取了近乎垂直的着陆方式。嫦娥四号着陆前，在半径为  $r$  的圆形轨道上运行  $n$  圈所用时间为  $t$ ，引力常量为  $G$ ，则可求得月球的质量为（ ）

A.  $\frac{4\pi^2 n^2 r^3}{Gt^2}$       B.  $\frac{4\pi n^2 r^3}{Gt^2}$       C.  $\frac{Gt^2}{4\pi^2 n^2 r^3}$       D.  $\frac{Gt^2}{4\pi n^2 r^3}$

2. 利用引力常量  $G$  和下列某一组数据，不能计算出地球质量的是（ ）

- A. 地球的半径及地球表面附近的重力加速度（不考虑地球自转的影响）
- B. 人造卫星在地面附近绕地球做圆周运动的速度及周期
- C. 月球绕地球做圆周运动的周期及月球与地球间的距离
- D. 地球绕太阳做圆周运动的周期及地球与太阳间的距离

3. 已知地球半径为  $R$ ，地心与月球中心之间的距离为  $r$ ，地球中心和太阳中心之间的距离为  $s$ 。月球公转周期为  $T_1$ ，地球自转周期为  $T_2$ ，地球公转周期为  $T_3$ ，近地卫星的运行周期为  $T_4$ ，万有引力常量为  $G$ ，由以上条件可知正确的选项是（ ）

A. 月球公转运动的加速度为  $\frac{4\pi^2 r}{T_1^2}$       B. 地球的密度为  $\frac{3\pi}{GT_1^2}$

C. 地球的密度为  $\frac{3\pi}{GT_4^2}$       D. 太阳的质量为  $\frac{4\pi^2 s^3}{GT_3^2}$

4. 英国物理学家卡文迪许测出了引力常量  $G$ ，因此卡文迪许被人们称为“能称出地球质量的人”。若已知引力常量为  $G$ ，地球表面处的重力加速度为  $g$ ，地球半径为  $R$ ，地球上一个昼夜的时间为  $T_1$ （地球自转周期，一年的时间为  $T_2$ （地球公转的周期），地球中心到月球中心的距离为  $L_1$ ，地球中心到太阳中心的距离为  $L_2$ ，可估算出（ ）

A. 地球的质量  $M_{\text{地}} = \frac{gR^2}{G}$       B. 太阳的质量  $M_{\text{太}} = \frac{4\pi^2 L_2^3}{GT_2^2}$

C. 月球的质量  $M_{\text{月}} = \frac{4\pi^2 L_1^3}{GT_1^2}$       D. 月球、地球及太阳的密度

5. 为了验证拉住月球使它围绕地球运动的力与拉着苹果下落的力以及地球、众行星与太阳之间的作用力是同一性质的力，同样遵从平方反比定律，牛顿进行了著名的“月地检验”。已知月地之间的距离为  $60R$ （ $R$  为地球半径），月球围绕地球公转的周期为  $T$ ，引力常量为  $G$ 。则下列说法中正确的是（ ）

A. 物体在月球轨道上受到的地球引力是其在地面附近受到的地球引力的  $\frac{1}{60}$

B. 由题中信息可以计算出地球的密度为  $\frac{3\pi}{GT^2}$

C. 物体在月球轨道上绕地球公转的向心加速度是其在地面附近自由下落时的加速度的  $\frac{1}{3600}$

D. 由题中信息可以计算出月球绕地球公转的线速度  $v = \frac{120\pi R}{T}$

6. 中国将于 2020 年左右建成空间站, 如图所示, 它将成为中国空间科学和新技术研究实验的重要基地, 在轨运营 10 年以上. 设该空间站绕地球做匀速圆周运动, 其运动周期为  $T$ , 轨道半径为  $r$ , 万有引力常量为  $G$ , 地球半径为  $R$ , 地球表面重力加速度为  $g$ . 下列说法正确的是( )

A. 空间站的线速度大小为  $v = \sqrt{gr}$

B. 空间站的向心加速度为  $a = \left(\frac{R}{r}\right)^2 g$

C. 地球的质量为  $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$

D. 地球的质量为  $M = \frac{gr^2}{G}$



7. 2019 年 10 月 17 日, 我国成功将通信技术试验卫星四号发射升空, 卫星顺利进入预定轨道. 若该卫星绕地心做匀速圆周运动, 距离地面的高度为  $h$ , 地球半径为  $R$ , 地球表面的重力加速度为  $g$ , 引力常量为  $G$ . 求:

- (1) 地球的质量  $M$ ;
- (2) 卫星所在轨道处的重力加速度  $g_1$ ;
- (3) 卫星的运行速度  $v$ .

8. 假设在半径为  $R$  的某天体上发射一颗该天体的卫星, 若这颗卫星在距该天体表面高度为  $h$  的轨道做匀速圆周运动, 周期为  $T$ , 已知万有引力常量为  $G$ , 求:

- (1) 该天体的质量是多少?
- (2) 该天体的密度是多少?
- (3) 该天体表面的重力加速度是多少?

9. 万有引力定律清楚的向人们揭示复杂运动的背后隐藏着简洁的科学规律, 天上和地上的万物遵循同样的科学法则.

- (1) 已知引力常数  $G$ 、地面的重力加速度  $g$  和地球半径  $R$ , 根据以上条件, 求地球的质量和密度.
- (2) 随着我国“嫦娥三号”探测器降落月球, “玉兔”巡视器对月球进行探索, 我国对月球的了解越来越深入. 若已知月球半径为  $R_{月}$ , 月球表面的重力加速度为  $g_{月}$ , 嫦娥三号在降落月球前某阶段绕月球做匀速圆周运动的周期为  $T$ , 试求嫦娥三号该阶段绕月球运动的轨道半径.