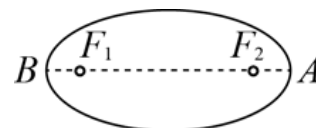




【万有引力】期中期末必考题

一、单选题

- 1 某行星绕太阳运行的椭圆轨道如图所示， F_1 和 F_2 是椭圆轨道的两个焦点，行星在A点的速率比在B点的大，则太阳是位于（ ）



- A. F_2 B. A C. F_1 D. B

答案 A

解析 根据开普勒第二定律：太阳和行星的连线在相等时间内扫过相等的面积，因为行星在A点的速率比在B点大，所以太阳位于 F_2 。

考点 一万有引力与航天
└ 开普勒三大定律

- 2 假设地球和火星都绕太阳做匀速圆周运动，已知地球到太阳的距离小于火星到太阳的距离，那么（ ）

- A. 地球公转周期大于火星的公转周期 B. 地球公转的线速度小于火星公转的线速度
C. 地球公转的加速度小于火星公转的加速度 D. 地球公转的角速度大于火星公转的角速度

答案 D

解析 本题考查的是万有引力中的天体环绕模型。根据圆周运动规律可知，两天体运动均为万有引力提供向心力，即 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m\frac{4\pi^2}{T^2}r = ma$ ，解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ， $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ， $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$ ， $a = \frac{GM}{r^2}$ 。因此，轨道半径越大，线速度 v 越小，角速度 ω 越小，周期 T 越大，向心加速度 a 越小。根据题目条件可知 $r_{\text{火}} > r_{\text{地}}$ ，所以可得选项D正确。



考点 一 万有引力与航天

├ 天体的运动
└ 卫星问题

3 关于太阳系中行星运动周期，以下说法错误的是（ ）

- A. 半长轴越长，自转周期就越大 B. 半长轴越长，公转周期就越大
C. 水星的公转周期最小 D. 海王星公转周期最大

答案 A

解析 由 $\frac{a^3}{T^2} = k$ 得，半长轴越长，公转周期就越大，水星的半长轴最短，故水星的公转周期最小，海王星的半长轴最长，故海王星公转周期最大。

故选A。

考点 一 万有引力与航天

├ 万有引力定律
└ 行星的运动

4 某行星绕太阳沿椭圆轨道运行，远日点离太阳的距离为 a ，近日点离太阳的距离为 b ，行星过远日点时的速率为 v_a ，则它过近日点时的速率为（ ）

- A. $v_b = \frac{b}{a}v_a$ B. $v_b = \frac{a}{b}v_a$ C. $v_b = \sqrt{\frac{a}{b}}v_a$ D. $v_b = \sqrt{\frac{b}{a}}v_a$

答案 B

解析 取极短时间 Δt ，根据开普勒第二定律得行星与太阳的连线在相等时间内扫过的面积相等，得 $\frac{1}{2}av_a \times \Delta t = \frac{1}{2}bv_b \times \Delta t$ ，解得 $v_b = \frac{a}{b}v_a$ 。

故选B。

考点 一 万有引力与航天

├ 开普勒三大定律
├ 万有引力定律
└ 行星的运动



5 地球的质量是月球质量的81倍，若地球吸引月球的力的大小为 F ，则月球吸引地球的力的大小应该为（ ）

A. $F/81$

B. F

C. $9F$

D. $81F$

答案 B

解析 月球吸引地球的力与地球吸引月球的力是一对相互作用力，故大小相等。
故选B。

考点 一万有引力与航天
├ 万有引力定律
└ 万有引力定律基础

6 万有引力定律首先揭示了自然界物体间的基本相互作用规律，则（ ）

- A. 物体的重力不是地球对物体的万有引力引起的
- B. 人造地球卫星离地球越远，受到地球的万有引力越大
- C. 人造地球卫星绕地球运动的向心力由地球对它的万有引力提供
- D. 宇宙飞船内的宇航员处于失重状态，是由于没有受到万有引力的作用

答案 C

解析 A. 物体的重力是地球对物体的万有引力引起的，故A错误；
B. 由万有引力定律 $F = \frac{GMm}{r^2}$ 得，人造地球卫星离地球越远，受到地球的万有引力越小，故B错误；
C. 人造地球卫星绕地球运动的向心力由地球对它的万有引力提供，故C正确；
D. 宇宙飞船内的宇航员处于失重状态，是由于万有引力全部提供向心力，故D错误；
故选C。

考点 一万有引力与航天
├ 万有引力定律
└ 万有引力定律基础



- 7 已知引力常数 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ ，重力加速度 g 取 9.8m/s^2 ，地球半径 $R = 6.4 \times 10^6 \text{m}$ ，则可
知地球质量的数量级是（ ）

A. 10^{18}kg B. 10^{20}kg C. 10^{22}kg D. 10^{24}kg

答案 D

解析 设地球赤道上一质量为 m 的物体，对其由 $G \frac{M_{\text{地}} m}{R^2} = mg$ ，则

$$M_{\text{地}} = \frac{gR^2}{G} = \frac{9.8 \times (6.4 \times 10^6)^2}{6.67 \times 10^{-11}} \text{kg} = 6.02 \times 10^{24} \text{kg} .$$

故选D .

考点 一万有引力与航天

├ 万有引力定律的应用
└ 测质量和密度

- 8 地球和木星绕太阳运行的轨道都可以看作是圆形的．已知木星的轨道半径是地球轨道半径的5.2
倍，则木星与地球绕太阳运行的线速度之比为（ ）

A. 0.19 B. 0.44 C. 2.3 D. 5.2

答案 B

解析 行星在运动时，由万有引力得 $G \frac{M_{\text{太}} m}{R_{\text{轨}}^2} = m \frac{v^2}{R_{\text{轨}}}$ ，故 $v = \sqrt{\frac{GM_{\text{太}}}{R_{\text{轨}}}}$ ，则木星与地球绕太阳

$$\text{运行的线速度之比} \frac{v_{\text{木}}}{v_{\text{地}}} = \sqrt{\frac{R_{\text{地}}}{R_{\text{木}}}} = \sqrt{\frac{1}{5.2}} = 0.44 .$$

故选B .

考点 一万有引力与航天

├ 万有引力定律
└ 行星的运动

- 9 如图所示，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 ρ 的表达式正确的是（
 ）



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

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

答案 D

解析 由 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h)$,

$$\text{又 } T = \frac{t}{n} ,$$

$$\text{得: } M = \frac{4\pi^2 n^2 (R+h)^3}{Gt^2} ,$$

$$\text{由 } \rho = \frac{M}{V} , V = \frac{4}{3}\pi R^3 ,$$

$$\text{得: } \rho = \frac{3\pi n^2 (R+h)^3}{Gt^2 R^3} .$$

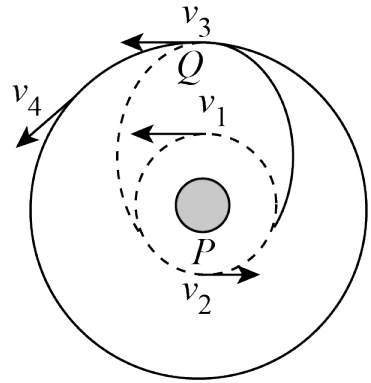
故D正确，ABC错误．

故选D．

考点 一 万有引力与航天

├ 万有引力定律
└ 行星的运动

- 10 如图所示，发射同步卫星的一般程序是：先让卫星进入一个近地的圆轨道，然后在 P 点变轨，进入椭圆形转移轨道（该椭圆轨道的近地点为近地圆轨道上的 P ，远地点为同步圆轨道上的 Q ），到达远地点 Q 时再次变轨，进入同步轨道．设卫星在近地圆轨道上运行的速率为 v_1 ，在椭圆形转移轨道的近地点 P 点的速率为 v_2 ，沿转移轨道刚到达远地点 Q 时的速率为 v_3 ，在同步轨道上的速率为 v_4 ，三个轨道上运动的周期分别为 T_1 、 T_2 、 T_3 ，则下列说法正确的是（ ）



- A. 在 P 点变轨时需要加速, Q 点变轨时要减速 B. 在 P 点变轨时需要减速, Q 点变轨时要加速
C. $T_1 < T_2 < T_3$ D. $v_2 > v_1 > v_4 > v_3$

答案 CD

解析 AB. 由离心运动条件, 则知卫星在 P 点做离心运动, 变轨时需要加速, 在 Q 点变轨时仍要加速, 故A错误, B错误;

C. 根据开普勒第三定律, $\frac{a^3}{T^2} = k$ 可知, 轨道半径或椭圆的半长轴越大的, 周期越大, 因此 $T_1 < T_2 < T_3$, 故C正确;

D. 卫星从近地圆轨道上的 P 点需加速, 使得万有引力小于向心力, 进入椭圆转移轨道. 所以在卫星在近地圆轨道上经过 P 点时的速度小于在椭圆转移轨道上经过 P 点的速度. $v_1 < v_2$, 沿转移轨道刚到达 Q 点速率为 v_3 , 在 Q 点点火加速之后进入圆轨道, 速率为 v_4 , 所以在卫星在转移轨道上经过 Q 点时的速度小于在圆轨道上经过 Q 点的速度, 即
 $v_3 < v_4$,

根据 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 得, $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 知同步轨道的半径大于近地轨道的半径, 则 $v_1 > v_4$.

综上所述可知 $v_2 > v_1 > v_4 > v_3$, 故D正确.

故选CD.

考点 一 万有引力与航天

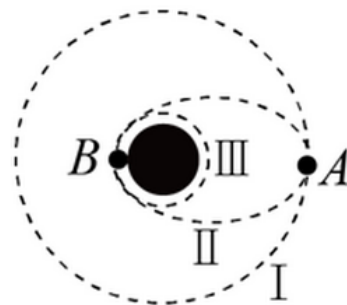
├ 天体的运动

└ 卫星变轨问题

二、多项选择题 (本题共3小题, 每小题3分, 共9分)



- 11 如图所示，在嫦娥探月工程中，设月球半径为 R ，月球表面的重力加速度为 g_0 。飞船在半径为 $4R$ 的圆形轨道I上运动，到达轨道的A点时点火变轨进入椭圆轨道II，到达轨道的近月点B时，再次点火进入近月轨道III绕月球做圆周运动，则（ ）



- A. 飞船在轨道III上的运行速率大于 $\sqrt{g_0 R}$
B. 飞船在轨道I上的运行速率小于在轨道II上B处的运动速率
C. 飞船在轨道I上的重力加速度小于在轨道II上B处的重力加速度
D. 飞船在轨道I、轨道III上运行的周期之比 $T_1 : T_m = 4 : 1$

答案 BC

解析

A项，对轨道III， $\frac{GMm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$ ，对地面上物体 $\frac{GMm}{R^2} = mg_0$ ，得 $v = \sqrt{g_0 R}$ ，故A项错误；

B项，在A点，轨道I的万有引力刚好提供向心力，而轨道II万有引力大于向心力，得出飞船在轨道I上运行速率小于在轨道II上B处的速率，故B项正确；

C项，由 $\frac{GMm}{R^2} = mg$ 得出 $g < g_0$ ，而由B点轨道II卫星做离心运动，故 $g_{II} > g_0$ ，则飞船在轨道I上的重力加速度小于在轨道II上B处重力加速度，故C项正确；

D项，由 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{m4\pi^2 r}{T^2}$ ，得 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，所以周期之比为8:1，故D项错误。

故本题正确答案为BC。

考点

一万有引力与航天

—天体的运动

—卫星变轨问题