

第四章曲线运动、万有引力、宇宙航行

第8节 人造卫星 宇宙速度

【课标达标练】

题型 01 宇宙速度

1. (2023·广东茂名·一模) 理论研究表明, 任一星球的第二宇宙速度 v_2 与第一宇宙速度

v_1 的关系为 $v_2 = \sqrt{2}v_1$, 已知某星球的半径为地球半径的一半, 其表面的重力加速度大小为

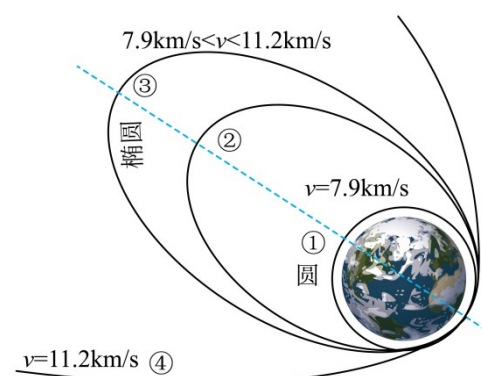
地球表面重力加速度的 $\frac{1}{8}$, 地球的第一宇宙速度为 7.9km/s , 不计其他星球的影响, 则该

星球的第二宇宙速度约为 ()

A. 2.8km/s B. 3.95km/s C. 5.59km/s D. 15.8km/s

2. 如图所示为教材中关于“天体运行中三个宇宙速度”的插图, 其中有①②③④条轨道,

下列说法正确的是 ()



A. 轨道①对应的速度是卫星绕地球运行所需的最大发射速度

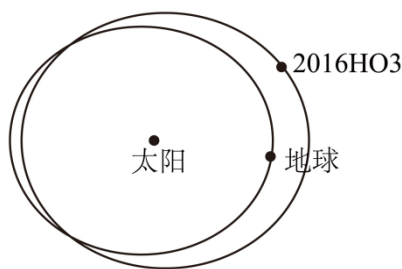
B. 轨道①对应的速度是圆轨道卫星的最大环绕速度

C. 轨道②上卫星单位时间扫过的面积等于轨道③上卫星单位时间扫过的面积

D. 卫星沿轨道④运动, 将脱离太阳引力的束缚, 飞出太阳系

题型 02 卫星运行状态参量的比较与计算

3. (2025·广东深圳·二模) 我国即将发射的“天问二号”探测器将首次实现从小行星 2016HO3 采样返回地球。该小行星绕太阳运行的轨道半长轴大于地球公转轨道半径。若将小行星看作质量分布均匀的球体, 半径为 R , 密度与地球相同。已知探测器在地球表面附近做匀速圆周运动的周期为 T_0 , 地球半径为 R_0 , 引力常量为 G 。正确的说法是 ()



A. 地球的质量 $M = \frac{4\pi R_0}{GT_0^2}$

B. 小行星的第一宇宙速度 $v = \frac{2\pi R_0}{T_0}$

C. 小行星绕太阳运行周期小于地球公转周期

D. 探测器在小行星表面附近做匀速圆周运动的周期等 T_0

4. (2024·广东湛江·一模) 北京时间 2024 年 1 月 9 日, 我国在西昌卫星发射中心采用长征二号丙运载火箭, 成功将“爱因斯坦探针”空间科学卫星发射升空, 卫星顺利进入高度为 600km、倾角为 29° 的近地轨道, 发射任务取得圆满成功。已知静止卫星距地球表面高度约为 35900km。下列说法正确的是 ()

A. 该卫星的运行速度大于第一宇宙速度

B. 该卫星的运行周期大于 24h

C. 该卫星轨道处的重力加速度大于 9.8m/s^2

D. 该卫星运行的角速度大于静止卫星的角速度

题型 03 同步卫星的特点及应用

5. (2024·广东东莞·三模) (多选) 2024 年 2 月 23 日, “长征 5 号”遥七运载火箭搭载通信技术试验卫星十一号发射成功, 被誉为龙年首发。卫星进入地球同步轨道后, 主要用于开展多频段、高速率卫星通信技术验证。设地球静止卫星的轨道半径是地球半径的 n 倍, 下列说法中正确的是 ()

A. 地球静止卫星可以静止在北京上空

B. 静止卫星运行速度是地球第一宇宙速度的 $\sqrt{\frac{1}{n}}$

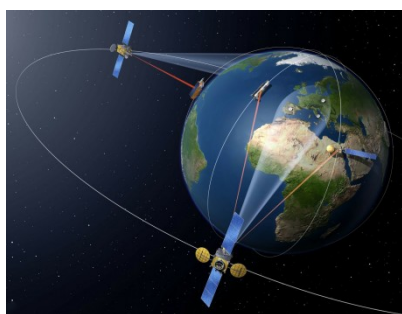
C. 静止卫星的运行速度是地球赤道上物体随地球自转获得的速度的 n 倍

D. 若忽略地球的自转效应，则静止卫星的向心加速度是地球表面重力加速度的 $\frac{1}{n}$

6. (2023·广东湛江·模拟预测) 最近，我国推出全球首款支持卫星通话的智能手机，该手机的卫星通信功能可以让我们在无信号环境下，通过“天通一号”卫星与外界进行联系。

“天通一号”卫星位于 36000 公里距离的地球同步轨道，单颗卫星可以覆盖地球 $\frac{1}{3}$ 的面积，

目前我国已发射有“天通一号”01、02、03 卫星。关于该系列卫星，下列说法正确的是 ()



A. 不同质量的“天通一号”卫星轨道半径不相等

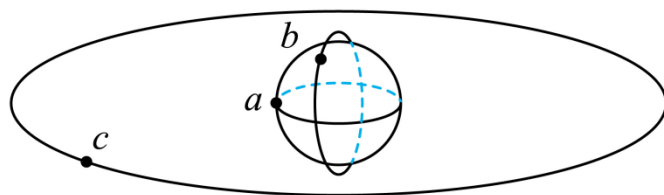
B. 它们的运行速度都大于 7.9km/s

C. 它们可以在北京的上空保持相对静止

D. 它们距地面的高度约为地球半径的 5 倍，则其向心加速度约为地面上物体的重力加速度的 $\frac{1}{36}$

题型 03 同步卫星、近地卫星和赤道上物体比较

7. (2025·广东深圳·一模) 如图所示，a 为静止在赤道上的物体，b 为沿地球表面附近做匀速圆周运动的人造卫星，c 为地球同步卫星。以地心为参考系，关于它们的向心加速度，线速度，下列描述正确的是 ()



A. $a_a = a_b > a_c$

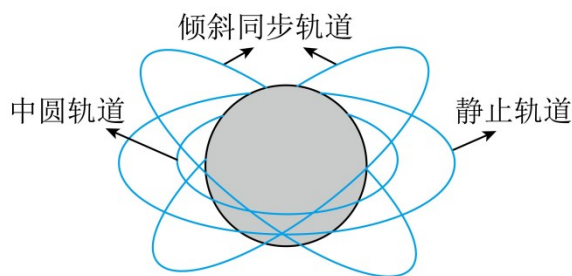
B. $a_c > a_b > a_a$

C. $v_c > v_b > v_a$

D. $v_b > v_c > v_a$

8. (2024·广东茂名·二模) 北斗卫星导航系统是中国自行研制的全球卫星导航系统。其

中北斗-G4 为一颗地球静止轨道卫星，北斗-IGSO2 为一颗倾斜同步轨道卫星，北斗-M3 为一颗中圆地球轨道卫星（轨道半径小于静止轨道半径），下列说法正确的是（ ）



- A . 北斗-G4 和北斗-IGSO2 都相对地面静止
- B . 北斗-G4 和北斗-IGSO2 的轨道半径相等
- C . 北斗-M3 与北斗-G4 的周期平方之比等于高度立方之比
- D . 北斗-M3 的线速度比北斗-IGSO2 的线速度小

【核心突破练】

1 . (2025·广东湛江·模拟预测) 北京时间 2024 年 12 月 3 日，我国在西昌卫星发射中心使用“长征三号”乙运载火箭，成功将通信技术试验卫星十三号发射升空，卫星顺利进入预定轨道，发射任务获得圆满成功。假设通信技术试验卫星十三号、同步卫星围绕地球均做匀速圆周运动，通信技术试验卫星十三号运行的周期为 T_1 、轨道半径为 r_1 ，同步卫星运行的周期为 T_2 ，且 $T_1 < T_2$ ，地球半径为 R ，引力常量为 G 。下列说法正确的是（ ）

A . 它们的运行速度均大于 7.9km/s

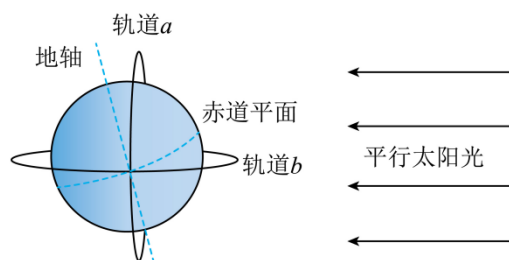
B . 同步卫星的轨道半径为 $r_1 \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{2}{3}}$

C . 由题目条件可知地球的平均密度为 $\frac{3\pi r_1^3}{GT_1^2 R^3}$

D . 某时刻通信技术试验卫星十三号、同步卫星在轨道上相距最远，再经过 $\frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$ 时间，

它们再次相距最远

2 . (2025·广东茂名·模拟预测) 卫星根据其不同功能有不同的环绕轨道。如图“夸父一号”卫星离地面的高度为 720km 绕地球做匀速圆周运动，可用于探测由太阳射来的高能宇宙射线；同步地球卫星离地高度约 36000km ，可用于气象观测；下列说法正确的是（ ）



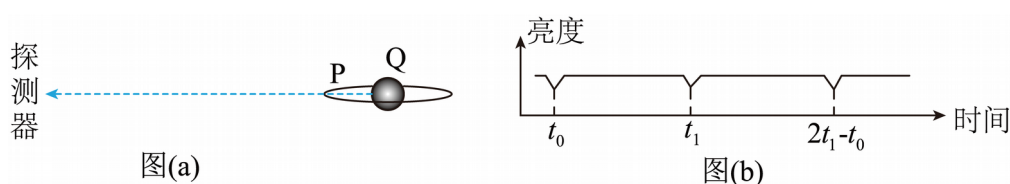
- A. “夸父一号”的运行速度大于 7.9km/s
- B. 同步卫星的向心加速度大于赤道平面随着地球自转物体的向心加速度
- C. 为使“夸父一号”能更长时间观测太阳，采用 b 轨道比 a 轨道更合理
- D. “夸父一号”绕地球做圆周运动的周期为 24 小时

3. (2023·广东汕头·二模) 有关中国载人航天工程 30 年建设发展的风雨征程，下列说法正确的是 ()

- A. 神舟五号的发射速度小于 7.9km/s
- B. 距地球表面 390 公里的“天宫”空间站的线速度大于赤道上物体随地球自转的线速度
- C. 在太空授课时，王亚平可以通过单摆测定重力加速度
- D. 为完成对接任务，神舟八号应先到达天宫一号所在的轨道，再进行加速

【真题溯源练】

1. (2023·广东·高考真题) 如图 (a) 所示，太阳系外的一颗行星 P 绕恒星 Q 做匀速圆周运动。由于 P 的遮挡，探测器探测到 Q 的亮度随时间做如图 (b) 所示的周期性变化，该周期与 P 的公转周期相同。已知 Q 的质量为 M ，引力常量为 G 。关于 P 的公转，下列说法正确的是 ()



- A. 周期为 $2t_1 - t_0$
- B. 半径为 $\sqrt[3]{\frac{GM(t_1 - t_0)^2}{4\pi^2}}$
- C. 角速度的大小为 $\frac{\pi}{t_1 - t_0}$
- D. 加速度的大小为 $\sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{t_1 - t_0}}$

2. (2024·天津·高考真题) (多选) 卫星未发射时静置在赤道上随地球转动，地球半径为 R 。卫星发射后在地球同步轨道上做匀速圆周运动，轨道半径为 r 。则卫星未发射时和在轨道上运行时 ()

- A. 角速度之比为 $1:1$ B. 线速度之比为 $\sqrt{r}:\sqrt{R}$
 C. 向心加速度之比为 $R:r$ D. 受到地球的万有引力之比为 $R^2:r^2$

3. (2025·广东·高考真题) 一颗绕太阳运行的小行星，其轨道近日点和远日点到太阳的距离分别约为地球到太阳距离的 5 倍和 7 倍。关于该小行星，下列说法正确的是 ()

- A. 公转周期约为 6 年
 B. 从远日点到近日点所受太阳引力大小逐渐减小
 C. 从远日点到近日点线速度大小逐渐减小
 D. 在近日点加速度大小约为地球公转加速度的 $\frac{1}{25}$

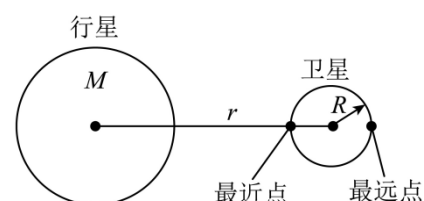
4. (2026·广东·高考真题) 如图所示，某行星对单个卫星表面最远点与最近点的单位质

量物体的“引力差值”可近似为 $F = k \frac{MR}{r^3}$ ，其中 k 为常量， M 为行星质量， R 为卫星

球体半径， r 为行星中心到卫星中心的距离。两卫星 P 和 Q 的球体半径之比 $R_P:R_Q$ 为 2:1，

它们绕该行星做匀速圆周运动的周期之比 $T_P:T_Q$ 为 8:1，该行星对卫星 P 、 Q 的“引力差

值”分别为 F_P 、 F_Q ，则 $F_P:F_Q$ 为 ()



- A. 1:4 B. 1:16 C. 1:32 D. 1:64

【答案详解】

【课标达标练】

1. 【答案】A

【详解】设地球的半径为 R ，表面重力加速度为 g ，由 $mg = m \frac{v_{地1}^2}{R}$

得 $v_{地1} = \sqrt{gR}$

某星球的第一宇宙速度 $v_{星1} = \sqrt{\frac{1}{8}g \times \frac{1}{2}R} = \frac{1}{4}\sqrt{gR}$

第二宇宙速度 $v_{星2} = \sqrt{2}v \approx 2.8\text{km/s}$

故选 A。

2. 【答案】B

【详解】AB. 轨道①对应的速度是卫星绕地球运行所需的最小发射速度，最大环绕速度，故 A 错误，B 正确；

C. 根据开普勒第二定律可知，同一轨道上某一卫星在相等时间内扫过的面积相等，而不同轨道上相同时间内扫过的面积不相等，故 C 错误；

D. 卫星沿轨道④运动，将脱离地球引力的束缚，没有飞出太阳系，故 D 错误。

故选 B。

3. 【答案】D

【详解】A. 探测器在地球表面附近做匀速圆周运动的周期为 T_0 ，地球半径为 R_0 ，万有引

力提供向心力有 $G \frac{Mm}{R_0^2} = m \frac{4\pi^2}{T_0^2} R_0$ 则 $M = \frac{4\pi^2 R_0^3}{GT_0^2}$ 故 A 错误；

B. 行星的第一宇宙速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{G\rho \frac{4\pi R^3}{3}}{R}} = \sqrt{\frac{4\pi\rho GR^2}{3}}$

由于小行星半径与地球半径不一定相等，地球的第一宇宙速度为探测器绕地球表面圆周运

动的线速度 $v = \frac{2\pi R_0}{T_0}$ ，故 B 错误；

C．由于该小行星绕太阳运行的轨道半长轴大于地球公转轨道半径，根据开普勒第三定律可知，小行星绕太阳运行周期大于地球公转周期，故 C 错误；

D．中心天体的密度为 $\rho = \frac{M}{V} = \frac{\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3\pi}{GT^2}$ 由于小行星密度与地球密度相同，所以探测

器在二者表面运行的周期相等，均为 T_0 ，故 D 正确。

故选 D。

4. 【答案】D

【详解】A．根据牛顿第二定律 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

该卫星的运行半径大于地球的半径，故运行速度小于第一宇宙速度，故 A 错误；

B．根据牛顿第二定律 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 得 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

该卫星的运行半径小于地球静止卫星的半径，静止卫星的运行周期为 24h，故该近地卫星的运行周期小于 24h，故 B 错误。

D．由 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，又 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 知，半径 r 越小，周期 T 越小，角速度 ω 越大，因为该卫星

运行周期小于静止卫星的周期 24h，故该卫星的运行角速度大于静止卫星的角速度，故 D 正确。

C．由牛顿第二定律 $mg = G\frac{Mm}{R^2}$

$mg_1 = G\frac{Mm}{r^2}$ 由于， $r > R$ 联立知 $g_1 < g = 9.8\text{m/s}^2$

即该卫星轨道处的重力加速度小于 9.8m/s^2 ，故 C 错误。

故选 D。

5. 【答案】BC

【详解】A. 只要周期与地球自转周期相同的卫星都是地球静止卫星，除了赤道平面的静止卫星可以静止在赤道上空，其他静止卫星不能与地球上某位置保持相对静止，而北京不在赤道上，所以地球静止卫星不可以静止在北京上空，故 A 项错误；

B. 由万有引力提供向心力得

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

又因为

$$r = nR$$

第一宇宙速度

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

地球静止卫星的轨道半径是地球半径的 n 倍，所以

$$v = \sqrt{\frac{1}{n}} v_1$$

故 B 项正确；

C. 静止卫星与地球赤道上的物体具有相同的角速度，根据

$$v = \omega r$$

知，静止卫星的运行速度是地球赤道上物体随地球自转的速度的 n 倍，故 C 项正确；

D. 根据

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma$$

解得

$$a = \frac{GM}{r^2}$$

静止卫星的向心加速度是地球表面重力加速度的 $\frac{1}{n^2}$ ，故 D 项错误。

故选 BC。

6. 【答案】D

【详解】A. “天通一号”卫星位于 36000 公里距离的地球同步轨道，所以轨道半径都一样，

与卫星质量无关，故选项 A 错误；

B . 根据

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

可得地球卫星的环绕速度大小

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

可知第一宇宙速度 7.9km/s 是近地卫星的环绕速度，也是地球卫星绕地球做匀速圆周运动的最大环绕速度，而静止卫星的轨道半径要大于近地卫星的轨道半径，从表达式可以发现，静止卫星运行的线速度一定小于第一宇宙速度，故选项 B 错误；

C . 它们若在除赤道所在平面外的任意点实现了“同步”，那它们的运动轨道所在平面与受到地球的引力就不在一个平面上，这是不可能的，所以静止卫星不可能经过北京的正上空，故选项 C 错误；

D . 根据万有引力提供向心力得

$$\frac{GMm}{(5R+R)^2} = ma$$

根据地球表面万有引力等于重力得

$$\frac{GMm}{R^2} = mg$$

由以上两等式得 $a = \frac{1}{36}g$ ，所以它们的向心加速度约为地面上物体的重力加速度的 $\frac{1}{36}$ ，故

选项 D 正确。

故选 D。

7. 【答案】D

【详解】AB . 由题意，根据 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$

$$\text{得 } a = \frac{GM}{r^2}$$

由于 $r_b < r_c$ ，可知 $a_b > a_c$

根据 $a_n = r\omega^2$ ， $\omega_a = \omega_c$ ， $r_a < r_c$

可得 $a_a < a_c$

所以 $a_b > a_c > a_a$

故 AB 错误；

CD . 由题意，根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$

$$\text{得 } v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

由于 $r_b < r_c$ ，可知 $v_b > v_c$

根据 $v = r\omega$ ， $\omega_a = \omega_c$ ， $r_a < r_c$

可得 $v_a < v_c$

所以 $v_b > v_c > v_a$

故 C 错误，D 正确。

8. 【答案】B

【详解】A . 北斗-G4 为一颗地球静止轨道卫星，可知北斗-G4 相对地面静止；北斗-IGSO2 为一颗倾斜同步轨道卫星，则北斗-IGSO2 的周期等于地球自转周期，但北斗-IGSO2 相对地面不是静止的，故 A 错误；

B . 根据万有引力提供向心力

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

可得

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

由于北斗-G4 和北斗-IGSO2 的周期相等，则北斗-G4 和北斗-IGSO2 的轨道半径相等，

故 B 正确；

C . 根据开普勒第三定律

$$\frac{r^3}{T^2} = k$$

可知北斗-M3 与北斗-G4 的周期平方之比等于轨道半径立方之比，故 C 错误；

D. 根据万有引力提供向心力

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

可得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

由于中圆地球轨道卫星轨道半径小于静止轨道半径，则北斗-M3 的线速度比北斗-IGSO2 的线速度大，故 D 错误。

故选 B。

【核心突破练】

1. 【答案】C

【详解】A. 卫星绕地球做匀速圆周运动时，由万有引力提供向心力得 $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$

解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

第一宇宙速度 7.9km/s 是卫星绕地球做匀速圆周运动的最大运行速度，所以它们的运行速度均小于 7.9km/s，故 A 错误；

B. 由开普勒第三定律可得 $\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}$

可得同步卫星的轨道半径为 $r_2 = r_1 \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{2}{3}}$

故 B 错误；

C. 对通信技术试验卫星十三号有 $\frac{GMm}{r_1^2} = m \frac{4\pi^2}{T_1^2} r_1$

则地球的平均密度为 $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3\pi r_1^3}{GT_1^2 R^3}$

故 C 正确；

D. 某时刻通信技术试验卫星十三号、同步卫星在轨道上相距最远，到它们再次相距最远，

则有 $\frac{2\pi}{T_1}t - \frac{2\pi}{T_2}t = 2\pi$

$$\text{解得 } t = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1}$$

故 D 错误。

故选 C。

2. 【答案】B

【详解】A. 根据牛顿第二定律得 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$

$$\text{解得 } v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

轨道半径越大，运行速度越小。“夸父一号”的轨道半径大于近地卫星的轨道半径，所以“夸父一号”的运行速度小于 7.9km/s，A 错误；

B. 根据 $a = \frac{4\pi^2}{T^2} r$ ，同步卫星和赤道平面随着地球自转物体的周期相同，轨道半径越大，

向心加速度越大，同步卫星轨道半径大于赤道平面随着地球自转物体的轨道半径，所以同步卫星的向心加速度大于赤道平面随着地球自转物体的向心加速度，B 正确；

C. 为使“夸父一号”能更长时间观测太阳，采用 a 轨道比 b 轨道更合理，因为采用轨道 a 可以连续 24 小时观测太阳，采用轨道 b 不能连续 24 小时观测太阳，C 错误；

D. 根据牛顿第二定律得 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$

$$\text{解得 } T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

轨道半径越小，周期越小，“夸父一号”的轨道半径小于地球同步卫星的轨道半径，所以“夸父一号”绕地球做圆周运动的周期小于 24 小时，D 错误。

故选 B。

3. 【答案】B

【详解】A. 7.9km/s 为第一宇宙速度，第一宇宙速度为最小发射速度，最大环绕速度，环绕地球表面做圆周运动的速度，而神舟五号并非环绕地球表面做圆周运动，因此，神舟五号的发射速度一定要大于第一宇宙速度，故 A 错误；

B. 根据万有引力充当向心力，有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

可得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

可知，环绕半径越大，线速度越小，因此“天宫”空间站的线速度大于地球静止卫星的线速度，而

$$v = \omega r$$

地球赤道上物体的角速度等于地球静止卫星的角速度，但环绕半径小于地球静止卫星的轨道半径，因此，地球赤道上物体随地球一起做圆周运动的线速度小于静止卫星的线速度，由此可知，“天宫”空间站的线速度大于赤道上物体随地球自转的线速度，故 B 正确；

C．处于太空中的人和物都处于失重状态，因此不能通过单摆测定重力加速度，故 C 错误；

D．为完成对接任务，神舟八号应在低于天宫一号所在的轨道且落后于天宫一号的情况下进行加速变轨，从而完成与天宫一号的对接，或在高轨道进行减速，变轨后完成与天宫一号的对接，但目前的变轨对接技术都是从低轨道加速，向高轨道变轨从而完成对接，若从同一轨道加速，则神舟八号会变往更高轨道，不能完成对接任务，故 D 错误。

故选 B。

【真题溯源练】

1. 【答案】B

【详解】A．由图 (b) 可知探测器探测到 Q 的亮度随时间变化的周期为

$$T = t_1 - t_0$$

则 P 的公转周期为 $t_1 - t_0$ ，故 A 错误；

B．P 绕恒星 Q 做匀速圆周运动，由万有引力提供向心力可得

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

解得半径为

$$r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{GM(t_1 - t_0)^2}{4\pi^2}}$$

故 B 正确；

C．P 的角速度为

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{t_1 - t_0}$$

故 C 错误；

D . P 的加速度大小为

$$a = \omega^2 r = \left(\frac{2\pi}{t_1 - t_0}\right)^2 \cdot \sqrt[3]{\frac{GM(t_1 - t_0)^2}{4\pi^2}} = \frac{2\pi}{t_1 - t_0} \cdot \sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{t_1 - t_0}}$$

故 D 错误。

故选 B。

2 . 【答案】AC

【详解】A . 卫星未发射时静置在赤道上随地球转动，角速度与地球自转角速度相等，卫星发射后在地球同步轨道上做匀速圆周运动，角速度与地球自转角速度相等，则卫星未发射时和在轨道上运行时角速度之比为 1:1，故 A 正确；

B . 根据题意，由公式 $v = \omega r$ 可知，卫星未发射时和在轨道上运行时，由于角速度相等，则线速度之比为轨道半径之比 $R:r$ ，故 B 错误；

C . 根据题意，由公式 $a_n = \omega^2 r$ 可知，卫星未发射时和在轨道上运行时，由于角速度相等，则向心加速度之比为轨道半径之比 $R:r$ ，故 C 正确；

D . 根据题意，由公式 $F = \frac{GMm}{r^2}$ 可知，卫星未发射时和在轨道上运行时，受到地球的万有

引力之比与轨道半径的平方成反比，即 $r^2:R^2$ ，故 D 错误。

故选 AC。

3. 【答案】D

【详解】A . 根据题意，设地球与太阳间距离为 R ，则小行星公转轨道的半长轴为

$$a = \frac{5R + 7R}{2} = 6R$$

由开普勒第三定律有 $\frac{(6R)^3}{T_2^2} = \frac{R^3}{T_{\text{地}}^2}$

解得 $T = \sqrt{6^3 T_{\text{地}}^2} = 6\sqrt{6}$ 年

故 A 错误；

B. 从远日点到近日点，小行星与太阳间距离减小，由万有引力定律 $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ 可知，小

行星受太阳引力增大，故 B 错误；

C. 由开普勒第二定律可知，从远日点到近日点，小行星线速度逐渐增大，故 C 错误。

D. 由牛顿第二定律有 $\frac{GMm}{r^2} = ma$

解得 $a = \frac{GM}{r^2}$

可知 $\frac{a_{\text{行}}}{a_{\text{地}}} = \frac{R^2}{(5R)^2} = \frac{1}{25}$

即小行星在近日点的加速度是地球公转加速度的 $\frac{1}{25}$ ，故 D 正确；

故选 D。

4. 【答案】C

【详解】根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ 可得 $r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$

又因为两卫星绕该行星做匀速圆周运动的周期之比 $T_P : T_Q$ 为 8 : 1，可得

$$\frac{r_P^3}{r_Q^3} = \frac{T_P^2}{T_Q^2} = \left(\frac{8}{1}\right)^2 = 64$$

根据“引力差值”公式 $F = k \frac{MR}{r^3}$ ，其中 M 和 k 相同，所以 $\frac{F_P}{F_Q} = \frac{R_P}{R_Q} \cdot \frac{r_Q^3}{r_P^3} = \frac{2}{1} \times \frac{1}{64} = \frac{1}{32}$

故选 C。