

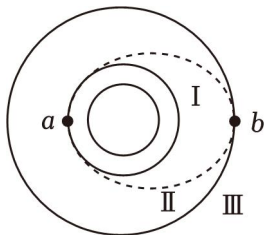
天体运动（1）

一. 选择题（共 16 小题）

1. 2023 年 4 月 16 日，我国在酒泉卫星发射中心使用长征四号乙运载火箭成功将风云三号 07 星发射升空，卫星顺利进入预定轨道。风云三号 07 星轨道距地面的高度小于地球同步卫星轨道距地面高度，若风云三号 07 星和地球同步卫星在同一平面内绕地球做匀速圆周运动，则（ ）

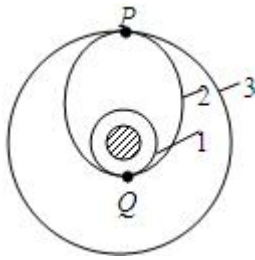


- A. 风云三号 07 星所受地球引力大于地球同步卫星所受地球引力
B. 风云三号 07 星的角速度大于地球自转的角速度
C. 风云三号 07 星的线速度小于地球同步卫星的线速度
D. 风云三号 07 星的发射速度大于 11.2km/s
2. 2023 年 5 月 10 日晚，“天舟六号货运飞船”顺利进入预定轨道。如图所示，“天舟六号货运飞船”发射后先在近地圆形轨道 I 上运动，到达轨道 a 点时点火变轨进入椭圆轨道 II，到达 b 点时，再次点火进入圆轨道 III。下列说法正确的是（ ）

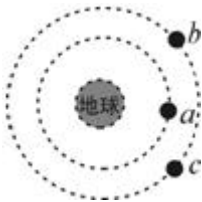


- A. “天舟六号货运飞船”在轨道 I 上运行的周期大于在轨道 III 上运行的周期
B. “天舟六号货运飞船”在轨道 I 上运行的周期大于在轨道 II 上运行的周期
C. “天舟六号货运飞船”在轨道 I 上经过 a 点的加速度小于在轨道 II 上经过 a 点的加速度
D. “天舟六号货运飞船”在轨道 II 上经过 b 点的运行速率小于在轨道 III 上经过 b 点的运行速率

3. 发射地球同步卫星时，先将卫星发射至近地圆轨道 1，然后经点火，使其沿椭圆轨道 2 运行，最后再次点火，将卫星送入同步圆轨道 3。轨道 1、2 相切于 Q 点。轨道 2、3 相切于 P 点(如图)，则当卫星分别在 1, 2, 3, 轨道上正常运行时，以下说法正确的是()



- A. 卫星在轨道 3 上的速率大于在轨道 1 上的速率
 B. 卫星在轨道 3 上的角速度大于在轨道 1 上的角速度
 C. 卫星在轨道 1 上经过 Q 点时的加速度大于它在轨道 2 上经过 Q 点时的加速度
 D. 卫星在轨道 2 上经过 P 点时的加速度等于它在轨道 3 上经过 P 点时的加速度
4. 如图所示，a、b、c 是环绕地球圆形轨道上运行的 3 颗人造卫星，它们的质量关系是 $m_a = m_b < m_c$ ，则()

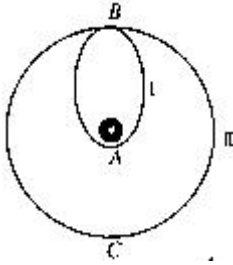


- A. b、c 的线速度大小相等，且大于 a 的线速度
 B. b、c 的周期相等，且小于 a 的周期
 C. b、c 的向心加速度大小相等，且大于 a 的向心加速度
 D. b 所需向心力最小
5. 已知地球赤道上的物体重力加速度为 g ，物体在赤道上随地球自转的向心加速度为 a 。若地球的自转角速度变大，使赤道上物体刚好能“飘”起来(不考虑空气的影响)，则地球的自转角速度应为原来的()

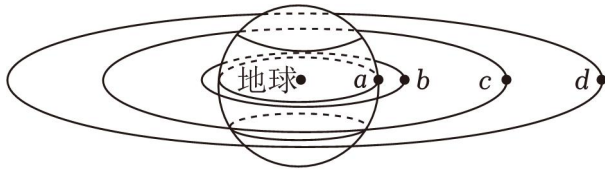
A. $\frac{g}{a}$ B. $\sqrt{\frac{g+a}{a}}$ C. $\sqrt{\frac{g-a}{a}}$ D. $\sqrt{\frac{g}{a}}$

6. 如图所示，从地球表面发射一颗卫星，先让其进入椭圆轨道 I 运动，A、B 分别为椭圆轨道的近地点和远地点，卫星在远地点 B 点火加速变轨后沿圆轨道 II 运动。下列说法中正

确的是 ()

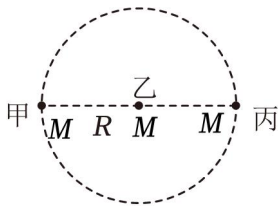


- A. 卫星沿轨道 II 运动的周期小于沿轨道 I 运动的周期
- B. 卫星在轨道 II 上机械能大于在轨道 I 上的机械能
- C. 卫星在轨道 II 上 B 点的加速度大于在轨道 I 上 B 点的加速度
- D. 卫星在轨道 II 上 C 点的加速度大于在轨道 I 上 A 点的加速度
7. 假设有一载人宇宙飞船在距地面高度为 4200km 的赤道上空绕地球做匀速圆周运动, 地球半径约为 6400km, 地球同步卫星距地面高度为 36000km, 宇宙飞船和地球同步卫星绕地球同向运动, 每当二者相距最近时, 宇宙飞船就向同步卫星发射信号, 然后再由同步卫星将信号发送到地面接收站, 某时刻二者相距最远, 从此刻开始, 在一昼夜的时间内, 接收站共接收到信号的次数为 ()
- A. 4 次 B. 6 次 C. 7 次 D. 8 次
8. 地球赤道上有一物体随地球自转, 所受的向心力为 F_1 , 向心加速度为 a_1 , 线速度为 v_1 , 角速度为 ω_1 ; 绕地球表面附近做圆周运动的人造卫星 (高度忽略), 所受的向心力为 F_2 , 向心加速度为 a_2 , 线速度为 v_2 , 角速度为 ω_2 ; 地球同步卫星所受的向心力为 F_3 , 向心加速度为 a_3 , 线速度为 v_3 , 角速度为 ω_3 ; 地球表面的重力加速度为 g , 第一宇宙速度为 v , 假设三者质量相等, 则 ()
- A. $F_1 = F_2 > F_3$ B. $g = a_2 > a_3 > a_1$
- C. $v_1 = v_2 = v > v_3$ D. $\omega_1 = \omega_3 = \omega_2$
9. 如图所示, a 为地球赤道上的物体, 随地球表面一起转动, b 为近地轨道卫星, c 为同步轨道卫星, d 为高空探测卫星。若 a、b、c、d 绕地球转动的方向相同, 且均可视为匀速圆周运动。则 ()



- A. a、b、c、d 中，a 的加速度最大
- B. a、b、c、d 中，b 的线速度最大
- C. a、b、c、d 中，c 的周期最大
- D. a、b、c、d 中，d 的角速度最大

10. 我国的“天眼”是世界上最大的射电望远镜，通过“天眼”观测到的某三星系统可理想化为如下模型：如图所示，甲、乙、丙是位于同一直线上的离其他恒星较远的三颗恒星，甲、丙围绕乙在半径为 R 的圆轨道上运行，若三颗星质量均为 M ，万有引力常量为 G ，则（ ）



- A. 甲星所受合外力为 $\frac{5GM^2}{4R^2}$
- B. 甲星的线速度为 $\sqrt{\frac{5GM}{2R}}$
- C. 甲星的周期 $2\pi R\sqrt{\frac{R}{5GM}}$
- D. 甲星的向心加速度为 $\frac{5GM^2}{2R^2}$

11. 已知某半径为 r_0 的质量分布均匀的天体，测得它的一个卫星的圆轨道半径为 r ，卫星运行的周期为 T 。则在该天体表面第一宇宙速度大小是（ ）

- A. $\sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{T^2 r_0}}$
- B. $\sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{T^2 r_0^2}}$
- C. $\sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{T^2 r_0^3}}$
- D. $\sqrt{\frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r_0^2}}$

12. 我国将要发射一颗绕月运行的探月卫星“嫦娥 1 号”。设该卫星的轨道是圆形的，且贴

近月球表面. 已知月球的质量为地球质量的 $\frac{1}{80}$, 月球的半径约为地球半径的 $\frac{1}{4}$, 地球上的第一宇宙速度约为 7.9km/s, 则该探月卫星绕月运行的速率约为 ()

- A. 0.4km/s B. 1.8km/s C. 11km/s D. 36km/s

13. 截止到 2023 年 3 月, 嫦娥五号探测器已取得多项科研成果. 已知地球质量为月球质量的 k 倍, 地球半径 R 为月球半径的 p 倍, 地球表面的重力加速度为 g , 则嫦娥五号探测器在近月圆形轨道的线速度大小约为 ()

- A. $\sqrt{\frac{kgR}{p}}$ B. $\sqrt{\frac{pgR}{k}}$ C. $\sqrt{\frac{k^2gR}{p}}$ D. $\sqrt{\frac{p^2gR}{k}}$

14. 某个行星的半径是地球半径的 3 倍、其质量是地球质量 36 倍, 则从该行星表面发射一个环绕它做圆周运动的卫星, 发射速度至少为 (已知地球的第一宇宙速度为 v_1) ()

- A. v_1 B. $12v_1$ C. $4v_1$ D. $2\sqrt{3}v_1$

15. 人类探测某个未知星球, 若探测器降落到未知星球表面后, 从距未知星球表面高度为 h 处由静止释放一物体, 测出物体落到未知星球表面的时间为 t . 已知未知星球半径为 R , 引力常量为 G , 将未知星球视为质量均匀分布的球体, 通过以上物理量求得未知星球的第一宇宙速度为 ()

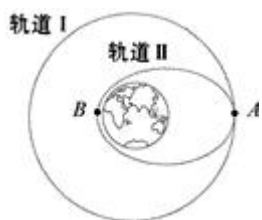
- A. $\frac{2h}{t}$ B. $\frac{2\pi R}{t}$ C. $\frac{\sqrt{2hR}}{t}$ D. $2\pi\sqrt{\frac{Rh}{Gt}}$

16. 火星探测器“火星 2020”有了自己的新名字——“毅力号”。它的目标是在 2021 年登陆火星的杰泽罗陨石坑, 并尝试将样本从火星上带回地球. 已知火星的质量约为地球质量的 $\frac{1}{9}$, 火星的半径约为地球半径的 $\frac{1}{2}$, 下列说法中正确的是 ()

- A. 火星与地球的第一宇宙速度之比为 4: 3
 B. 火星与地球的第一宇宙速度之比为 2: 3
 C. 火星上的重力加速度与地球上的重力加速度之比为 4: 9
 D. 以相同轨道半径绕火星的卫星与绕地球的卫星运行速度之比为 1: 9

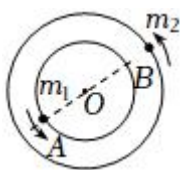
二. 多选题 (共 4 小题)

(多选) 17. 2015 年 2 月, 航天飞机在完成对哈勃空间望远镜的维修任务后, 在 A 点从圆形轨道 I 进入椭圆轨道 II, B 为轨道 II 上的一点, 如图所示, 关于航天飞机的运动, 下列说法中正确的有 ()



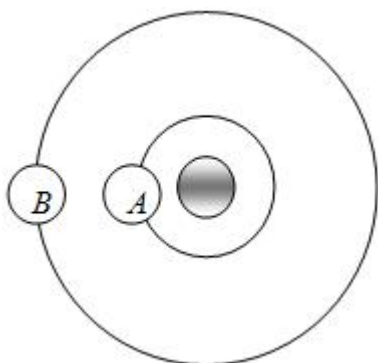
- A. 在轨道 II 上经过 A 的速度小于经过 B 的速度
- B. 在轨道 II 上 A 的速度小于在轨道 I 上 A 的速度
- C. 在轨道 II 上运动的周期小于在轨道 I 上运动的周期
- D. 在轨道 II 上经过 A 的加速度小于在轨道 I 上经过 A 的加速度

(多选) 18. 如图所示, 有 A、B 两个行星绕同一恒星 O 做圆周运动, 旋转方向相同, A 行星的周期为 T_1 , B 行星的周期为 T_2 , 在某一时刻两行星第一次相遇 (即两行星距离最近), 则 ()



- A. 经过时间 $t = T_2 + T_1$, 两行星将第二次相遇
- B. 经过时间 $t = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1}$, 两行星将第二次相遇
- C. 经过时间 $t = \frac{1}{2} \cdot \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1}$, 两行星第一次相距最远
- D. 经过时间 $t = \frac{T_1 + T_2}{2}$, 两行星第一次相距最远

(多选) 19. 如图所示, A、B 两颗行星绕同一颗恒星做匀速圆周运动, 运转方向相同, A 的周期为 T_1 , B 的周期为 T_2 , 在某一时刻, 两行星相遇 (即两行星相距最近), 则 ()



- A. 经过一段时间 $t = T_1 + T_2$ 两行星再次相遇
- B. 经过一段时间 $t = \frac{T_2 T_1}{T_2 - T_1}$ 两行星再次相遇
- C. 经过一段时间 $t = \frac{T_1 + T_2}{2}$ 两行星再次相遇
- D. 经过一段时间 $t = \frac{T_1 T_2}{2(T_2 - T_1)}$ 两行星相距最远

(多选) 20. 2021 年 12 月 26 日, 我国在太原卫星发射中心用“长征四号”丙遥三十九运载火箭成功发射“资源一号”06 星, 该卫星将进一步推进我国陆地资源调查监测卫星业务系统化应用。若该卫星在距地球表面高度为 h 的轨道上做匀速圆周运动的周期为 T , 地球的半径为 R , 引力常量为 G , 忽略地球的自转, 则下列说法正确的是 ()

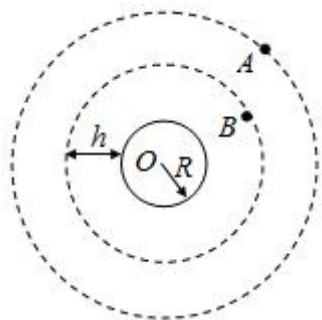
- A. 该卫星的线速度大小为 $\frac{2\pi R}{T}$
- B. 地球表面的重力加速度大小为 $\frac{4\pi^2(R+h)^3}{R^2 T^2}$
- C. 地球的第一宇宙速度为 $\frac{2\pi R}{T} \sqrt{\frac{R+h}{R}}$
- D. 地球的平均密度为 $\frac{3\pi(R+h)^3}{GT^2 R^3}$

三. 计算题 (共 5 小题)

21. 如图所示, A 是地球同步卫星。另一卫星 B 的圆形轨道位于赤道平面内, 离地面高度为 h 。已知地球半径为 R , 地球自转角速度为 ω_0 , 地球表面的重力加速度为 g , O 为地球中心。

(1) 求卫星 B 的运行周期。

- (2) 如果卫星 B 绕行方向与地球自转方向相同, 某时刻 A、B 两卫星相距最近 (O、B、A 在同一直线上), 则至少经过多长时间, 他们再一次相距最近?



22. 利用物理模型对问题进行分析, 是重要的科学思维方法。

- (1) 某质量为 m 的行星绕太阳运动的轨迹为椭圆, 在近日点速度为 v_1 , 在远日点速度为 v_2 。求从近日点到远日点过程中太阳对行星所做的功 W 。

- (2) 设行星与恒星的距离为 r , 请根据开普勒第三定律 ($\frac{r^3}{T^2} = k$) 及向心力相关知识,

证明恒星对行星的作用力 F 与 r 的平方成反比。

- (3) 宇宙中某恒星质量是太阳质量的 2 倍, 单位时间内向外辐射的能量是太阳的 16 倍。设想地球“流浪”后绕此恒星公转, 且在新公转轨道上的温度与“流浪”前一样。地球

绕太阳公转的周期为 T_1 , 绕此恒星公转的周期为 T_2 , 求 $\frac{T_2}{T_1}$ 。

23. 设地球是质量分布均匀的半径为 R 的球体。已知引力常量 G , 地球表面的重力加速度 g , 忽略地球自转。

- (1) 推导地球质量 M 的表达式。

- (2) 推导地球第一宇宙速度 v 的表达式。

- (3) 设地球的密度为 ρ , 靠近地球表面做圆周运动的卫星的周期为 T , 证明 $\rho T^2 = \frac{3\pi}{G}$ 。

24. 我国成功了发射火星探测器“天问一号”, 假设“天问一号”贴近火星表面绕其做匀速圆周运动。已知火星的质量为 M , 半径为 R , 火星自转周期为 T , 万有引力常量为 G 。求:

- (1) 若忽略火星自转影响, 火星表面的重力加速度 g ;

- (2) “天问一号”贴近火星表面做匀速圆周运动的线速度 v ;

- (3) 若发射一颗火星同步卫星，则火星同步卫星距火星的高度 H ?
25. 电影“流浪地球”中，由于太阳即将毁灭，人类为了生存，给地球装上推进器，“驾驶”地球逃离太阳系，泊入比邻星轨道，成为这颗恒星的卫星。设地球绕比邻星做圆周运动的半径为 r ，周期为 T ，比邻星的半径为 R ，引力常量为 G 。忽略比邻星的自转，忽略其他星球对地球的影响。求：
- (1) 比邻星的质量 M ；
 - (2) 比邻星表面的重力加速度大小 g ；
 - (3) 比邻星的第一宇宙速度 v_1 。

天体运动（1）

参考答案与试题解析

一. 选择题（共 16 小题）

1. 2023 年 4 月 16 日，我国在酒泉卫星发射中心使用长征四号乙运载火箭成功将风云三号 07 星发射升空，卫星顺利进入预定轨道。风云三号 07 星轨道距地面的高度小于地球同步卫星轨道距地面高度，若风云三号 07 星和地球同步卫星在同一平面内绕地球做匀速圆周运动，则（ ）



- A. 风云三号 07 星所受地球引力大于地球同步卫星所受地球引力
B. 风云三号 07 星的角速度大于地球自转的角速度
C. 风云三号 07 星的线速度小于地球同步卫星的线速度
D. 风云三号 07 星的发射速度大于 11.2km/s

【分析】A、根据万有引力提供向心力先比较风云三号 07 星运行的周期和地球同步卫星的周期大小，再和地球自转周期比较判断；

BC、根据万有引力提供向心力得到解速度和线速度的表达式，从而能比较角速度和线速度的大小；

D、根据宇宙速度的意义比较发射速度的大小。

【解答】解：A、风云三号 07 星和地球同步卫星的质量未知，无法比较其受地球引力的大小，故 A 错误；

B、由万有引力提供向心力： $G\frac{Mm}{r^2}=m\omega^2r$

变形可得： $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$

由此可知轨道半径越小，角速度越大，故风云三号 07 星运行的角速度大于地球自转的角

速度，故 B 正确；

C、由万有引力提供向心力：
$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

变形得到：
$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

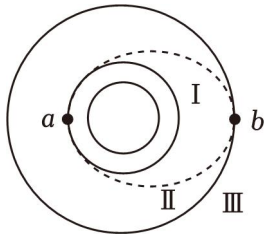
由此可知，轨道半径越小，线速度越大，故 C 错误；

D、风云三号 07 星绕地球做圆周运动，而第一宇宙速度是最大的环绕速度，是最小的发射速度，故发射该星的速度满足： $7.9\text{km/s} < v < 11.2\text{km/s}$ ，故 D 错误。

故选：B。

【点评】卫星环绕中心天体做匀速圆周运动，万有引力提供向心力是解题的核心思想，涉及运动学参数的比较问题，整理出表达式，从表达式可以得到结论。

2. 2023 年 5 月 10 日晚，“天舟六号货运飞船”顺利进入预定轨道。如图所示，“天舟六号货运飞船”发射后先在近地圆形轨道 I 上运动，到达轨道 a 点时点火变轨进入椭圆轨道 II，到达 b 点时，再次点火进入圆轨道 III。下列说法正确的是（ ）



- A. “天舟六号货运飞船”在轨道 I 上运行的周期大于在轨道 III 上运行的周期
 B. “天舟六号货运飞船”在轨道 I 上运行的周期大于在轨道 II 上运行的周期
 C. “天舟六号货运飞船”在轨道 I 上经过 a 点的加速度小于在轨道 II 上经过 a 点的加速度
 D. “天舟六号货运飞船”在轨道 II 上经过 b 点的运行速率小于在轨道 III 上经过 b 点的运行速率

【分析】根据开普勒第三定律分析三个轨道的周期大小关系；根据万有引力提供向心力可知加速度关系；根据离心和近心的原理分析不同轨道在 b 的速率。

【解答】解：AB、轨道 I 的半径小于轨道 II 的半长轴，轨道 II 的半长轴又小于轨道 III 的半径，由开普勒第三定律可知在轨道 I 上运行的周期小于在轨道 II、III 上运行的周期，

故 AB 错误；

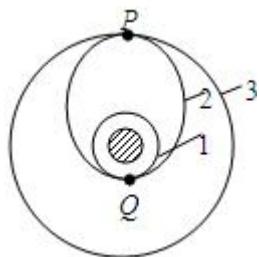
C、在轨道 I 上经过 a 点和在轨道 II 上经过 a 点所受万有引力相等，故加速度大小相等，故 C 错误；

D、在轨道 III 上经过 b 点做匀速圆周运动，在轨道 II 上经过 b 点时做近心运动，故在轨道 III 上经过 b 点的运行速率大于在轨道 II 上经过 b 点的运行速率，故 D 正确。

故选：D。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，解题的关键是开普勒三定律和万有引力提供向心力的灵活运用，注意卫星变轨的原理。

3. 发射地球同步卫星时，先将卫星发射至近地圆轨道 1，然后经点火，使其沿椭圆轨道 2 运行，最后再次点火，将卫星送入同步圆轨道 3。轨道 1、2 相切于 Q 点。轨道 2、3 相切于 P 点(如图)，则当卫星分别在 1, 2, 3, 轨道上正常运行时，以下说法正确的是()



- A. 卫星在轨道 3 上的速率大于在轨道 1 上的速率
- B. 卫星在轨道 3 上的角速度大于在轨道 1 上的角速度
- C. 卫星在轨道 1 上经过 Q 点时的加速度大于它在轨道 2 上经过 Q 点时的加速度
- D. 卫星在轨道 2 上经过 P 点时的加速度等于它在轨道 3 上经过 P 点时的加速度

【分析】卫星做圆周运动万有引力提供圆周运动向心力，据此可以分析不同半径上圆周运动的速度大小、角速度大小和加速度大小。

【解答】解：卫星做圆周运动时万有引力提供圆周运动的向心力有： $G\frac{mM}{r^2} = m\frac{v^2}{r} = mr\omega^2$
 $= ma$

A、因为 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 知，在轨道 1 上卫星的速率大于轨道 3 上的速率，故 A 错误；

B、因为 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ 知，在轨道 1 上的角速度大于在轨道 3 上的角速度，故 B 错误；

C、因为 $a = \frac{GM}{r^2}$ 知，在轨道 1 上经过 Q 点和轨道 2 上经过 Q 点的加速度大小相等，故 C

错误；

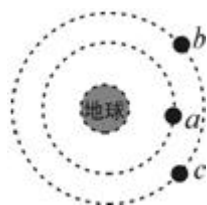
D、因为 $a = \frac{GM}{r^2}$ 知，在轨道 2 上经过 P 点和轨道 3 上经过 P 点的加速度大小相等，故 D

正确；

故选：D。

【点评】 正确掌握万有引力提供圆周运动向心力是解决本题的关键。

4. 如图所示，a、b、c 是环绕地球圆形轨道上运行的 3 颗人造卫星，它们的质量关系是 $m_a = m_b < m_c$ ，则 ()



- A. b、c 的线速度大小相等，且大于 a 的线速度
- B. b、c 的周期相等，且小于 a 的周期
- C. b、c 的向心加速度大小相等，且大于 a 的向心加速度
- D. b 所需向心力最小

【分析】 根据人造卫星的万有引力等于向心力，列式求出线速度、角速度、周期和向心力的表达式进行讨论即可。

【解答】 解：人造卫星绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，设卫星的质量为 m 、轨道半径为 r 、地球质量为 M ，

A、根据 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 得： $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，因为 $r_a < r_b = r_c$ ，所以 $v_a > v_b = v_c$ ，故 A 错误；

B、根据 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$ 得： $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$ ，因为 $r_a < r_b = r_c$ ，所以 $T_a < T_b = T_c$ ，故 B 错

误；

C、根据 $G\frac{Mm}{r^2} = ma$ 得： $a = G\frac{M}{r^2}$ ，因为 $r_a < r_b = r_c$ ，所以 $a_a > a_b = a_c$ ，故 C 错误；

D、 $F = G\frac{Mm}{r^2}$ ，因为 $r_a < r_b = r_c$ ， $m_a = m_b < m_c$ ，所以 b 所需向心力最小，故 D 正确。

故选：D。

【点评】本题关键抓住万有引力提供向心力，先列式求解出线速度、角速度、周期和加速度的表达式，再进行讨论。

5. 已知地球赤道上的物体重力加速度为 g ，物体在赤道上随地球自转的向心加速度为 a 。若地球的自转角速度变大，使赤道上物体刚好能“飘”起来（不考虑空气的影响），则地球的自转角速度应为原来的（ ）

A. $\frac{g}{a}$ B. $\sqrt{\frac{g+a}{a}}$ C. $\sqrt{\frac{g-a}{a}}$ D. $\sqrt{\frac{g}{a}}$

【分析】物体在赤道上随地球自转的向心加速度为 a ，根据向心加速度的计算公式列方程；当物体“飘”起来时，不受地面的支持力，由万有引力提供向心力，根据向心加速度公式进行分析。

【解答】解：物体在赤道上随地球自转时，有 $a=R\omega_1^2$

物体随地球自转时，赤道上物体受万有引力和支持力，支持力等于重力，即 $F_{万} - mg = ma$

物体“飘”起来时只受万有引力，故 $F_{万} = ma'$

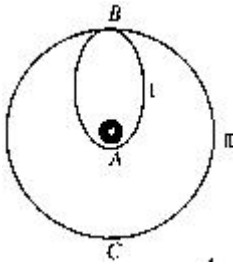
故 $a' = g+a$ ，即当物体“飘”起来时，物体的加速度为 $g+a$ ，则有： $g+a=R\omega_2^2$

联立解得： $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{\frac{g+a}{a}}$ ，故 B 正确、ACD 错误。

故选：B。

【点评】本题直接根据向心加速度的表达式进行比较，关键要知道物体“飘”起来时的加速度，熟悉向心加速度公式 $a=\omega^2r$ 和赤道上物体向心力的来源。

6. 如图所示，从地球表面发射一颗卫星，先让其进入椭圆轨道 I 运动，A、B 分别为椭圆轨道的近地点和远地点，卫星在远地点 B 点火加速变轨后沿圆轨道 II 运动。下列说法中正确的是（ ）



- A. 卫星沿轨道 II 运动的周期小于沿轨道 I 运动的周期
- B. 卫星在轨道 II 上机械能大于在轨道 I 上的机械能
- C. 卫星在轨道 II 上 B 点的加速度大于在轨道 I 上 B 点的加速度
- D. 卫星在轨道 II 上 C 点的加速度大于在轨道 I 上 A 点的加速度

【分析】 根据开普勒第三定律，绕以太阳为焦点的椭圆轨道运行的所有行星，其椭圆轨道半长轴的立方与周期的平方之比是一个常数，解决周期的长短；机械能可以根据除万有引力以外的力做功来判断，其它力所做的功；加速度大小的根据合外力的大小来判断。

【解答】 解：A、根据开普勒第三定律，绕以太阳为焦点的椭圆轨道运行的所有行星，其椭圆轨道半长轴的立方与周期的平方之比是一个常数；后来把开普勒第三定律推广，绕以中心天体为焦点的椭圆轨道运行的所有行星，其椭圆轨道半长轴的立方与周期的平方之比是一个常数，即 $\frac{R^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = C$ ，由此可得椭圆轨道半长轴的越长的卫星周期也越长，

所以卫星沿轨道 II 运动的周期大于沿轨道 I 运动的周期，故 A 错误。

B、卫星在远地点 B 点火加速变轨后沿圆轨道 II 运动，因为在 B 点点火加速，除万有引力外的其它力做正功，所以卫星在轨道 II 上机械能大于在轨道 I 上的机械能，故 B 正确。

C、卫星仅受万有引力作用，所以加速度的大小有万有引力的大小决定，卫星无论是在轨道 II 上 B 点还是在轨道 I 上 B 点，它们是同一个点，万有引力相同，

由牛顿第二定律得： $F = \frac{GMm}{r^2} = ma$ ；所以卫星在轨道 II 上 B 点的加速度等于在轨道 I 上 B 点的加速度，故 C 错误。

D、卫星在轨道 II 上 C 点与在轨道 I 上 A 点相比，C 点离地心的距离 r 大，万有引力小，所以卫星在轨道 II 上 C 点的加速度小于在轨道 I 上 A 点的加速度，故 D 错误。

故选：B。

【点评】 本题考查开普勒定律的应用，当然，也可根据万有引力等于向心力列式求解。

第 15 页 (共 34 页)

第 15 页 (共 34 页)

7. 假设有一载人宇宙飞船在距地面高度为 4200km 的赤道上空绕地球做匀速圆周运动，地球半径约为 6400km，地球同步卫星距地面高度为 36000km，宇宙飞船和地球同步卫星绕地球同向运动，每当二者相距最近时，宇宙飞船就向同步卫星发射信号，然后再由同步卫星将信号发送到地面接收站，某时刻二者相距最远，从此刻开始，在一昼夜的时间内，接收站共接收到信号的次数为（ ）

- A. 4 次 B. 6 次 C. 7 次 D. 8 次

【分析】地球同步卫星与宇宙飞船均绕地球做圆周运动，则它们的半径的三次方之比与公转周期的二次方之比相等。当它们从相距最近到相距最远，转动的角度相差 $(2n\pi + \pi)$ ($n=0、1、2、\dots$)。

【解答】解：据开普勒第三定律 $\frac{R_1^3}{R_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$ (1)

$R_1 = 4200\text{km} + 6400\text{km}$ $R_2 = 36000\text{km} + 6400\text{km}$ (2)

可知载人宇宙飞船的运行周期 T_1 与地球同步卫星的运行周期 T_2 之比为 $\frac{1}{8}$ ，又已知地球同步卫星的运行周期为一天即 24h，因而载人宇宙飞船的运行周期 $T_1 = \frac{24}{8}\text{h} = 3\text{h}$

由匀速圆周运动的角速度 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ，所以宇宙飞船的角速度为 $\frac{2\pi}{3}\text{h}^{-1}$ ，同步卫星的角速度为 $\frac{\pi}{12}\text{h}^{-1}$

当两者与太阳的连线是一条直线且位于地球异侧时，相距最远，

此时追击距离为 π 即一个半圆，追击时间为 $\frac{\pi}{(\frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{12})}\text{h} = \frac{12}{7}\text{h}$ 。

此后，追击距离变为 2π 即一个圆周，同理，追击时间为 $\frac{2\pi}{(\frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{12})}\text{h} = \frac{24}{7}\text{h}$ 。

可以得到 24h 内共用时 $\frac{156}{7}\text{h}$ 完成追击 6.5 次，即 7 次距离最近，因而发射了 7 次信号。

故 C 正确，ABD 错误；

故选：C。

【点评】从相距最近再次相距最近，它们转动的角度相差 360 度；当从相距最近到再次相距最远时，它们转动的角度相差 180 度。

8. 地球赤道上有一物体随地球自转，所受的向心力为 F_1 ，向心加速度为 a_1 ，线速度为 v_1 ，角速度为 ω_1 ；绕地球表面附近做圆周运动的人造卫星（高度忽略），所受的向心力为 F_2 ，向心加速度为 a_2 ，线速度为 v_2 ，角速度为 ω_2 ；地球的同步卫星所受的向心力为 F_3 ，向心加速度为 a_3 ，线速度为 v_3 ，角速度为 ω_3 ；地球表面的重力加速度为 g ，第一宇宙速度为 v ，假设三者质量相等，则（ ）

- A. $F_1=F_2>F_3$ B. $g=a_2>a_3>a_1$
 C. $v_1=v_2=v>v_3$ D. $\omega_1=\omega_3=\omega_2$

【分析】题中涉及三个物体：地球赤道上有一随地球的自转而做圆周运动物体 1、绕地球表面附近做圆周运动的人造卫星 2、地球同步卫星 3；物体 1 与人造卫星 2 转动半径相同，物体 1 与同步卫星 3 转动周期相同，人造卫星 2 与同步卫星 3 同是卫星，都是万有引力提供向心力；分三种类型进行比较分析即可。

【解答】解：A、根据题意三者质量相等，轨道半径 $r_1=r_2<r_3$

物体 1 与人造卫星 2 比较，由于赤道上物体受引力和支持力的合力提供向心力，而近地卫星只受万有引力，故 $F_1<F_2$ ，故 A 错误；

BD、物体 1 和卫星 3 周期相等，则角速度相等，即 $\omega_1=\omega_3$ ，而加速度 $a=r\omega^2$ ，则 $a_3>$

a_1 ，卫星 2 和卫星 3 都靠万有引力提供向心力，根据 $G\frac{Mm}{r^2}=mr\omega^2=ma$ ， $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ， a

$=\frac{GM}{r^2}$ ，知轨道半径越大，角速度越小，向心加速度越小，则 $a_2>a_3$ ， $\omega_2>\omega_3$ 。对于近地

卫星，有 $G\frac{Mm}{R^2}=mg=ma_2$ ，向心加速度等于表面的重力加速度，即 $g=a_2$ ，所以 $g=a_2>a_3$

$>a_1$ ， $\omega_1=\omega_3<\omega_2$ ，故 B 正确，D 错误；
 C、由 A 选项的分析知道向心力 $F_1<F_2$ ，根据向心力公式 $F=m\frac{v^2}{R}$ ，由于 m 、 R 一定，故 $v_1<v_2$ ，故 C 错误；

故选：B。

【点评】本题关键要将物体 1、人造卫星 2、同步卫星 3 分为三组进行分析比较，最后再综合；一定不能将三个物体当同一种模型分析，否则会使问题复杂化。

9. 如图所示，a 为地球赤道上的物体，随地球表面一起转动，b 为近地轨道卫星，c 为同步轨道卫星，d 为高空探测卫星。若 a、b、c、d 绕地球转动的方向相同，且均可视为匀速

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/658034057137006100>