

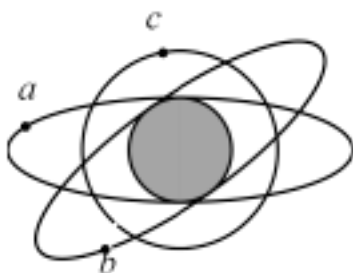
2020-2021 学年人教版（2019）必修第二册

7.4 宇宙航行 课时作业 4（含解析）

1. “天问一号”成功升空，计划飞行约 7 个月抵达火星，并通过 2 至 3 个月的环绕飞行后着陆火星表面，开展探测工作。已知火星第一宇宙速度为 v_1 火星第二宇宙速度为 v_2 ，假设“天问一号”在某高度处绕火星做匀速圆周运动速度为 v ，则（ ）

- A. $v < v_1$ B. $v = v_1$ C. $v_1 < v < v_2$ D. $v > v_2$

2. 2020 年 7 月 31 日北斗三号全球卫星导航系统正式开通，为全球提供导航服务。北斗卫星导航系统包括地球静止轨道卫星 a，倾斜地球同步轨道卫星 b 和中圆轨道卫星 c，如图所示。其中卫星 a 和 b 的周期约 24h，卫星 c 的周期约 12h，下列说法正确的是（ ）



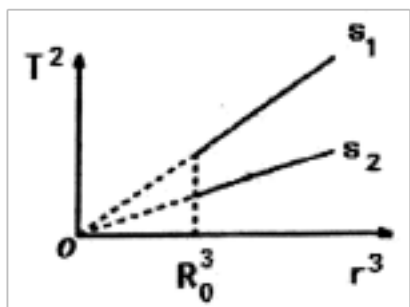
- A. 卫星 a 与卫星 c 的轨道周长之比约为 2: 1
B. 卫星 b 与卫星 c 的角速度大小之比约为 1: 2
C. 卫星 a 与卫星 c 的线速度大小之比约为 2: 1
D. 卫星 b 与卫星 c 的向心加速度大小之比约为 1: 4

3. 2020 年 6 月 23 日，我国在西昌卫星发射中心用长征三号乙火箭成功将北斗三号导航系统最后一颗组网卫星送入地球同步轨道。关于这次卫星与火箭上天的情形叙述正确的是（ ）



- A. 火箭能够起飞，是因为火箭喷出的气体对火箭产生一个向上的作用力
B. 火箭飞出大气层后，由于没有了空气，火箭虽然向后喷气，但无法加速飞行
C. 该卫星进入预定轨道之后完全失重，与地球之间不存在相互作用力
D. 该卫星在轨运行的速度大于地球的第一宇宙速度

4. 宇宙中有两颗相距无限远的恒星 S_1 、 S_2 ，半径均为 R_0 。如图分别是两颗恒星周围行星的公转周期 T^2 与公转半径 r^3 的关系图像，则 ()



- A. 恒星 S_1 的质量小于恒星 S_2 的质量
 B. 恒星 S_1 的密度大于恒星 S_2 的密度
 C. 恒星 S_1 的第一宇宙速度大于恒星 S_2 的第一宇宙速度
 D. 距两恒星表面高度相同的行星， S_1 的行星向心加速度较大

5. 2020年7月23日，我国成功发射“天问1号”火星探测器。已知火星的质量约为地球的0.1倍，半径约为地球的0.5倍，地球的第一宇宙速度约为7.9km/s，则火星的第一宇宙速度约为 ()

- A. 3.5km/s B. 7.9km/s C. 11.2km/s D. 17.7km/s

6. 随着城市夜生活的增多，每晚因为照明消耗的电能占据用电量的很大一部分。为了节省电能，并为城市提供夜间照明，“人造月亮”设想应运而生。假设“人造月亮”和月球都绕地球做匀速圆周运动，“人造月亮”的轨道半径小于月球的轨道半径，则“人造月亮”与月亮相比，具有更大的 ()

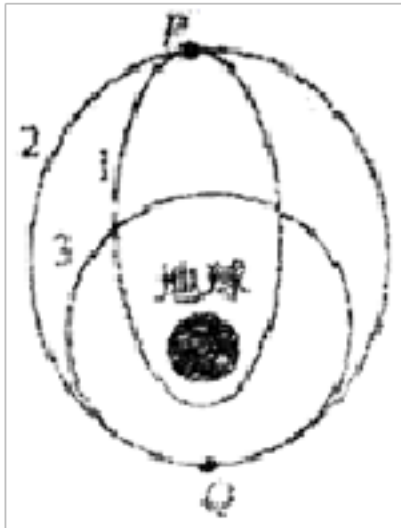
- A. 运行速度 B. 运行周期 C. 向心力 D. 动能

7. 2020年7月31日“北斗三号”全球卫星导航系统正式开通。其中一颗卫星轨道近似为圆，轨道半径为 r ，周期为 T ，地球表面的重力加速度为 g ，地球半径为 R ，万有引力常量为 G ，下列说法正确的有 ()

- A. 该卫星运动的角速度为 $\frac{2}{T}$ B. 该卫星运动的线速度为 $\frac{2R}{T}$
 C. 地球的质量为 $\frac{gr^2}{G}$ D. 地球的质量为 $\frac{4}{GT^2} r^3$

8. 2019年12月27日，长征五号遥三运载火箭在中国文昌航天发射场点火升空，2000多秒后，将质量达到8吨的实践二十号卫星准确送入近地点192千米、远地点6.8万千米的预定转移轨道，之后卫星经七次轨道机动，于2020年1月5日在地球同步轨道成功定点。本次成功发射，对我国大推力运载火箭和新一代大型地球同步卫星平台进行了验证。卫星定点前后的部分轨道可简化为如图所示，轨道1、2都为椭圆，轨道3为地球同步轨道。已知地球的半径为 R ，表面的重力加速度为 g ，自转周期为 T ，

以下说法正确的是 ()



- A. 卫星自轨道 1 转移至轨道 2 需在 P 点加速
 B. 卫星在轨道 3 上正常运行时, 可以在卫星内用天平测量物体的质量

C. T、R、g 三个量之间的关系满足 $T \propto \sqrt{\frac{2R}{g}}$

D. 卫星在轨道 3 上正常运行时的向心加速度为 $\sqrt[3]{\frac{16gR^2}{T^4}}$

9. 引力波探测于 2017 年获得诺贝尔物理学奖。双星的运动是产生引力波的来源之一, 假设宇宙中有一双星系统由 P、Q 两颗星体组成, 这两颗星绕它们连线的某一点在二者万有引力作用下做匀速圆周运动, 测得 P 星的周期为 T, P、Q 两颗星的距离为 l, P、Q 两颗星的轨道半径之差为 r (P 星的轨道半径大于 Q 星的轨道半径), 万有引力常量为 G, 则 ()

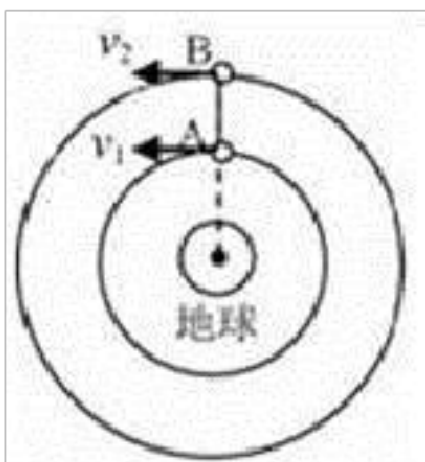
A. Q、P 两颗星的质量差为 $\frac{4\pi^2 r l}{GT^2}$

B. P、Q 两颗星的运动半径之比为 $\frac{l}{r}$

C. P、Q 两颗星的线速度大小之差为 $\frac{2\pi r}{T}$

D. P、Q 两颗星的质量之比为 $\frac{l}{r}$

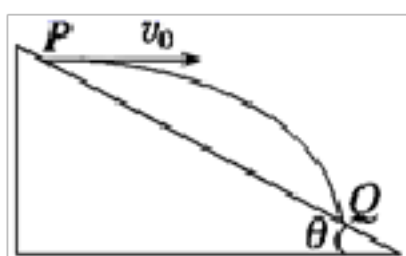
10. 在航天领域中, 悬绳卫星是一种新兴技术, 它要求两颗卫星都在圆周轨道上运动, 且两颗卫星与地心连线始终在一条直线上, 如图所示. 已知悬绳的长度为 L, 其重力不计, 卫星 A、B 的线速度分别为 v_1 、 v_2 , 则下列说法正确的是



- A. 两颗卫星的角速度不相同
- B. 两颗卫星的线速度满足 $v_1 > v_2$
- C. 两颗卫星之间的悬绳一定受到拉力的作用
- D. 假设在 B 卫星轨道上还有一颗卫星 C (图中没有画出), 它们在同一平面内同向运动, 运动一段时间后 B、C 可能相碰

11. 如图所示, 宇航员站在某一质量分布均匀的星球表面一斜坡上的 P 点沿水平方向以初速度 v_0 抛出一个小球, 测得小球经时间 t 落到斜坡上另一点 Q, 斜面的倾角为 θ , 已知该星球半径为 R , 万有引力常量为 G , 求:

- (1) 该星球表面的重力加速度 g ;
- (2) 该星球的第一宇宙速度 v ;
- (3) 人造卫星在该星球表面做匀速圆周运动的最小周期 T 。

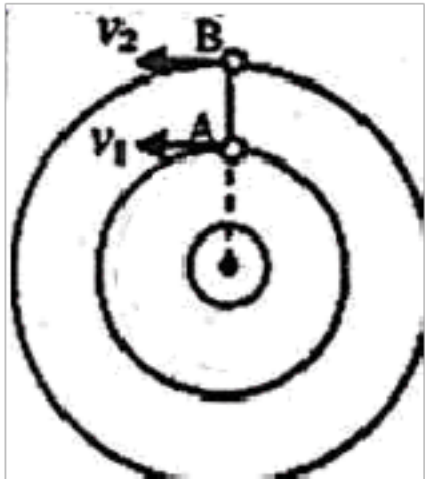


12. 若宇航员登上月球后, 在月球表面做了一个实验: 将一片羽毛和一个铁锤从同一高度由静止同时释放, 二者几乎同时落地. 若羽毛和铁锤是从高度为 h 处下落, 经时间 t 落到月球表面. 已知引力常量为 G , 月球的半径为 R . 求: (不考虑月球自转的影响)

- (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) 月球的密度.

13. 设想人类在某一 X 行星发射了两颗质量均为 m 的“人造 X 星卫星”, 行星可以看做质量 M 、半径 R 的均匀球体, 甲乙两颗卫星的轨道半径分别为 $2R$ 和 $3R$, 在同一平面内, 运行方向相同, 不计两卫星之间的万有引力, 万有引力常量为 G 。

- (1) 试求甲乙两卫星各自的周期;
- (2) 若某时刻两卫星与行星中心正好在一条直线上, 最短经过多长时间, 三者正好又在一条直线上?



14. 如图是卡文迪许扭秤实验装置，此实验被评为两千多年来十大最美物理实验之一。卡文迪许运用最简单的仪器和设备精确测量了万有引力常数 G ，这对天体力学、天文观测学，以及地球物理学具有重要的实际意义。人们还可以在卡文迪许实验的基础上可以“称量”天体的质量。

(1) 已知地球表面重力加速度为 g ，地球半径为 R ，引力常量为 G ，若忽略地球自转的影响，求地球的质量；

(2) 若忽略其它星球的影响，可以将月球和地球看成“双星系统”。已知月球的公转周期为 T ，月球、地球球心间的距离为 L 。结合 (1) 中的信息，求月球的质量。



15. 某宇航员在地球表面离地面高 h 处以一定的初速度水平抛出一个小球，小球的水平位移为 x ；宇航员到达某星球后，在星球上离星球表面也为 h 高处以同样的初速度水平抛出一个小球，小球的水平位移为 $2x$ ，已知该星球的半径是地球半径的一半，地球表面重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，地球的第一宇宙速度为 7.9km/s ，不计空气阻力，求：

(1) 该星球表面的重力加速度大小；（结果保留两位有效数字）

(2) 若要在该星球上发射一颗卫星，该星球的第一宇宙速度为多少。（结果保留两位有效数字）

16. 航空航天技术是一个国家综合国力的反映，我国已于 2020 年 7 月 23 日成功发射“天问一号”火星探测器。假设航天员登上火星后进行科学探测与实验，航天员在火星表面以速度 v_0 竖直上抛一小球，经 t 时间小球返回抛出点。已知火星的半径为 R ，引力常量为 G ，不计阻力。

(1) 求火星表面的重力加速度 g ；

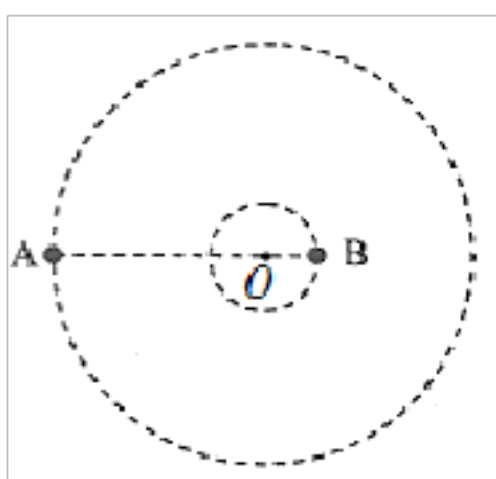
(2)求火星的第一宇宙速度大小；

(3)求火星探测器绕火星表面附近环绕的周期 T 。

17. 如图, 质量分别为 m 和 M 的两个星球 A 和 B 在引力作用下都绕 O 点做匀速圆周运动, 星球 A 和 B 两者中心之间距离为 L 。已知 A、B 的中心和 O 三点始终共线, A 和 B 分别在 O 的两侧。引力常数为 G 。

(1)求两星球做圆周运动的周期。

(2)在地月系统中, 若忽略其它星球的影响, 可以将月球和地球看成上述星球 A 和 B, 月球绕其轨道中心运行周期记为 T_1 。但在近似处理问题时, 常常认为月球是绕地心做圆周运动的, 这样算得的运行周期 T_2 。已知地球和月球的质量分别为 $5.98 \times 10^{24} \text{kg}$ 和 $7.35 \times 10^{22} \text{kg}$ 。求 T_2 与 T_1 两者平方之比。(结果保留 3 位小数)



18. 中国北斗卫星导航系统是中国自行研制的全球卫星导航系统。如图所示为其中一颗北斗卫星的轨道示意图。已知该卫星绕地球做匀速圆周运动的周期为 T , 地球半径为 R , 地球表面附近的重力加速度为 g , 引力常量为 G 。求:

(1)地球的质量 M ;

(2)第一宇宙速度 v_1 的表达式;

(3)该北斗卫星的轨道距离地面的高度 h 。



参考答案

1. A

【详解】

火星的第一宇宙速度是卫星在火星表面做匀速圆周运动的最小发射速度,最大运行速度,“天问一号”在某高处绕火星做匀速圆周运动,则运行速度小于第一宇宙速度,即

$$v < v_1$$

火星的第二宇宙速度是卫星脱离火星引力束缚的最小发射速度,“天问一号”没有摆脱火星引力的束缚,运行速度小于第一宇宙速度

$$v < v_1$$

第一宇宙速度小于第二宇宙速度,即

$$v_1 < v_2$$

综上所述满足

$$v < v_1 < v_2$$

故 A 正确, BCD 错误。

故选 A。

2. B

【详解】

A. 根据开普勒第三定律可得 $\frac{r^3}{T^2} = k$ 可知, 中圆卫星和同步卫星轨道半径之比为

$$\frac{r_{中}^3}{r_{同}^2} = \frac{T_{中}^2}{T_{同}^2}$$

解得

$$\frac{r_{中}}{r_{同}} = \frac{1}{\sqrt[3]{4}}$$

根据周长计算公式 $C = 2\pi r$ 可得周长之比也为 $\frac{1}{\sqrt[3]{4}}$, 故 A 错误;

B. 根据

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

得

$$\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$$

卫星 b 与卫星 c 的角速度大小之比约为 1:2, 故 B 正确;

C. 根据

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

得

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

卫星 a 与卫星 c 的线速度大小之比约为 $\sqrt{2}:1$, 故 C 错误;

D. 根据

$$\frac{GMm}{r^2} = ma$$

得

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

卫星 b 与卫星 c 的向心加速度大小之比约为 $1:(\sqrt{4})^2$, 故 D 错误。

故选 B。

3. A

【详解】

A. 火箭能够起飞, 是因为火箭喷出的气体对火箭产生一个向上的作用力, 故 A 正确;

B. 火箭飞出大气层后, 虽然没有空气, 但火箭向后喷气, 火箭对喷出的气体有向后的作用力, 根据牛顿第三定律, 喷出的气体对火箭有一个向前的反作用力, 使火箭可以加速飞行, 故 B 错误;

C. 该卫星进入预定轨道之后完全失重, 与地球之间万有引力恰好能够提供向心力, 故 C 错误;

D. 根据

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

得

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

近地卫星在地球表面附近运行时的速度等于第一宇宙速度，与近地卫星相比，北斗三号导航进入同步轨道后，轨道半径变大，线速度变小，该卫星在轨运行的速度小于地球的第一宇宙速度，故 D 错误。

故选 A。

4. A

【详解】

A. 由题图可知，当绕恒星运动的行星的环绕半径相等时， S_1 的行星运动的周期比较大，根据公式：

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

故周期越大则质量越小，所以恒星 S_1 的质量小于恒星 S_2 的质量。故 A 正确；

B. 两颗恒星的半径相等，则根据 $M = \rho V$ 半径 R_0 相等则它们的体积相等，所以质量大的 S_2 的密度大，故 B 错误；

C. 根据万有引力提供向心力，则： $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ ，所以： $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ，由于恒星 S_1 的质

量小于恒星 S_2 的质量，所以恒星 S_1 的第一宇宙速度小于恒星 S_2 的第一宇宙速度。故 C 错误；

D. 距恒星表面一定高度的行星，向心加速度大小设为 a ，根据牛顿第二定律，有：

$ma = G \frac{Mm}{r^2}$ ，由于恒星 S_1 的质量小于恒星 S_2 的质量，所以 S_1 的行星向心加速度较小，故

D 错误；

故选 A。

5. A

【详解】

根据万有引力用来提供向心力

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

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

由题意可知

$$\frac{v_{\text{火}}}{v_{\text{地}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{火}} R_{\text{地}}}{M_{\text{地}} R_{\text{火}}}} = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

所以

$$v_{\text{火}} = \frac{\sqrt{5}}{5} v_{\text{地}} = 3.5 \text{ km/s}$$

故 A 正确，BCD 错误；

故选 A。

6. A

【详解】

AB . 根据万有引力提供向心力，由向心力公式得

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

解得

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

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

可见轨道半径 r 越小， v 越大， T 越小，故 A 正确，B 错误；

CD . 由于不知道“人造月亮”与月亮的质量关系，故无法比较向心力大小和动能大小，故 CD 错误。

故选 A。

7. AD

【详解】

A . 根据圆周运动的规律可知，卫星运动的角速度

$$= \frac{2\pi}{T}$$

故 A 正确；

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/305243110343012004>