

历年高考物理真题精选之黄金 30 题
专题 08 万有引力定律与航天

一、单选题

1. (2021 江苏 高考真题) 我国航天人发扬“两弹一星”精神砥砺前行, 从“东方红一号”到“北斗”不断创造奇迹。“北斗”第 49 颗卫星的发射迈出组网的关键一步。该卫星绕地球做圆周运动, 运动周期与地球自转周期相同, 轨道平面与地球赤道平面成一定夹角。该卫星 ()

- A. 运动速度大于第一宇宙速度
- B. 运动速度小于第一宇宙速度
- C. 轨道半径大于“静止”在赤道上空的同步卫星
- D. 轨道半径小于“静止”在赤道上空的同步卫星

【答案】 B

【解析】

AB. 第一宇宙速度是指绕地球表面做圆周运动的速度, 是环绕地球做圆周运动的所有卫星的最大环绕速度, 该卫星的运转半径远大于地球的半径, 可知运行线速度小于第一宇宙速度, 选项 A 错误 B 正确;

CD. 根据

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

可知

$$r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$$

因为该卫星的运动周期与地球自转周期相同, 等于“静止”在赤道上空的同步卫星的周期, 可知该卫星的轨道半径等于“静止”在赤道上空的同步卫星的轨道半径, 选项 CD 错误。

故选 B。

2. (2021 山东 高考真题) 从“玉兔”登月到“祝融”探火, 我国星际探测事业实现了由地月系到行星际的跨越。已知火星质量约为月球的 9 倍, 半径约为月球的 2 倍, “祝融”火星车的质量约为“玉兔”月球车的 2 倍。在着陆前, “祝融”和“玉兔”都会经历一个由着陆平台支撑的悬停过程。悬停时, “祝融”与“玉兔”所受陆平台的作用力大小之比为 ()



- A. 9 : 1 B. 9 : 2 C. 36 : 1 D. 72 : 1

【答案】 B

【解析】

悬停时所受平台的作用力等于万有引力，根据

$$F = G \frac{mM}{R^2}$$

可得

$$\frac{F_{\text{祝融}}}{F_{\text{玉兔}}} = G \frac{M_{\text{火}} m_{\text{祝融}}}{R_{\text{火}}^2} : G \frac{M_{\text{月}} m_{\text{玉兔}}}{R_{\text{月}}^2} = \frac{9}{2^2} = \frac{9}{2}$$

故选 B。

3. (2021 广东 高考真题) 2021 年 4 月，我国自主研发的空间站“天和”核心舱成功发射并入轨运行，若核心舱绕地球的运行可视为匀速圆周运动，已知引力常量，由下列物理量能计算出地球质量的是 ()

- A. 核心舱的质量和绕地半径
 B. 核心舱的质量和绕地周期
 C. 核心舱的绕地角速度和绕地周期
 D. 核心舱的绕地线速度和绕地半径

【答案】 D

【解析】

根据核心舱做圆周运动的向心力由地球的万有引力提供，可得

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

可得

$$M = \frac{v^2 r}{G} = \frac{2r^3}{G} = \frac{4}{G T^2} r^3$$

可知已知核心舱的质量和绕地半径、已知核心舱的质量和绕地周期以及已知核心舱的角速度和绕地周期，都不能求解地球的质量；若已知核心舱的绕地线速度和绕地半径可求解地球的质量。

故选 D。

4. (2021 浙江 高考真题) 嫦娥五号探测器是我国首个实施月面采样返回的航天器, 由轨道器、返回器、着陆器和上升器等多个部分组成。为等待月面采集的样品, 轨道器与返回器的组合体环月做圆周运动。已知引力常量 $G=6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ 地球质量 $m_1=6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$, 月球质量 $m_2=7.3 \times 10^{22} \text{ kg}$, 月地距离 $r_1=3.8 \times 10^8 \text{ m}$, 月球半径 $r_2=1.7 \times 10^6 \text{ m}$ 。当轨道器与返回器的组合体在月球表面上方约 200km 处做环月匀速圆周运动时, 其环绕速度约为 ()

- A. 16m/s B. $1.1 \times 10^3 \text{ m/s}$ C. $1.6 \times 10^3 \text{ m/s}$ D. $1.4 \times 10^3 \text{ m/s}$

【答案】 C

【解析】

根据

$$G \frac{m_2 m}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

可得

$$v = \sqrt{\frac{Gm_2}{r}} = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22}}{(1.7 \times 10^6 + 200 \times 10^3)}} \text{ m/s} \approx 1.6 \times 10^3 \text{ m/s}$$

故选 C。

5. (2020 天津 高考真题) 北斗问天, 国之夙愿。我国北斗三号系统的收官之星是地球静止轨道卫星, 其轨道半径约为地球半径的 7 倍。与近地轨道卫星相比, 地球静止轨道卫星 ()



- A. 周期大 B. 线速度大 C. 角速度大 D. 加速度大

【答案】 A

【解析】

卫星有万有引力提供向心力有

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

可解得

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

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

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

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

可知半径越大线速度，角速度，加速度都越小，周期越大；故与近地卫星相比，地球静止轨道卫星周期大，故 A 正确，BCD 错误。

故选 A。

6. (2020 浙江 高考真题) 火星探测任务“天问一号”的标识如图所示。若火星和地球绕太阳的运动均可视为匀速圆周运动，火星公转轨道半径与地球公转轨道半径之比为 3:2，则火星与地球绕太阳运动的 ()



- A. 轨道周长之比为 2:3
- B. 线速度大小之比为 $\sqrt{3}:\sqrt{2}$
- C. 角速度大小之比为 $2\sqrt{2}:3\sqrt{3}$
- D. 向心加速度大小之比为 9:4

【答案】 C

【解析】

A. 由周长公式可得

$$C_{\text{地}} = 2\pi r_{\text{地}}$$

$$C_{\text{火}} = 2\pi r_{\text{火}}$$

则火星公转轨道与地球公转轨道周长之比为

$$\frac{C_{\text{火}}}{C_{\text{地}}} = \frac{2\pi r_{\text{火}}}{2\pi r_{\text{地}}} = \frac{3}{2}$$

A 错误；

BCD . 由万有引力提供向心力，可得

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

则有

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

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

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

即

$$\frac{a_{\text{火}}}{a_{\text{地}}} = \frac{r_{\text{地}}^2}{r_{\text{火}}^2} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{v_{\text{火}}}{v_{\text{地}}} = \frac{\sqrt{r_{\text{地}}}}{\sqrt{r_{\text{火}}}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\omega_{\text{火}}}{\omega_{\text{地}}} = \frac{\sqrt{r_{\text{地}}^3}}{\sqrt{r_{\text{火}}^3}} = \frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}}$$

BD 错误，C 正确。

故选 C。

7. (2020 全国 高考真题) 若一均匀球形星体的密度为 ρ ，引力常量为 G ，则在该星体表面附近沿圆轨道绕其运动的卫星的周期是 ()

A. $\sqrt{\frac{3\pi}{G}}$

B. $\sqrt{\frac{4\pi}{G}}$

C. $\sqrt{\frac{1}{3\pi G}}$

D. $\sqrt{\frac{1}{4\pi G}}$

【答案】 A

【解析】

卫星在星体表面附近绕其做圆周运动，则

$$\frac{GMm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R, \quad v = \frac{4\pi}{3} R^3, \quad \frac{M}{V}$$

知卫星该星体表面附近沿圆轨道绕其运动的卫星的周期

$$T = \sqrt{\frac{3\pi}{G}}$$

8. (2021 海南 高考真题) 2021 年 4 月 29 日，我国在海南文昌用长征五号 B 运载火

箭成功将空间站天和核心舱送入预定轨道。核心舱运行轨道距地面的高度为 400km 左右，地球同步卫星距地面的高度接近 36000km 。则该核心舱的 ()

- A. 角速度比地球同步卫星的小
- B. 周期比地球同步卫星的长
- C. 向心加速度比地球同步卫星的大
- D. 线速度比地球同步卫星的小

【答案】 C

【解析】

核心舱和地球同步卫星都是受万有引力提供向心力而做匀速圆周运动，有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r = ma = m \omega^2 r$$

可得

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

而核心舱运行轨道距地面的高度为 400km 左右，地球同步卫星距地面的高度接近 36000km ，有 $r_{\text{舱}} < r_{\text{同}}$ ，故有

$$\omega_{\text{舱}} > \omega_{\text{同}}, T_{\text{舱}} < T_{\text{同}}, a_{\text{舱}} > a_{\text{同}}, v_{\text{舱}} > v_{\text{同}}$$

则核心舱角速度比地球同步卫星的大，周期比地球同步卫星的短，向心加速度比地球同步卫星的大，线速度比地球同步卫星的大，故 ABD 错误，C 正确；

故选 C。

9. (2021 湖北 高考真题) 2021 年 5 月，天问一号探测器软着陆火星取得成功，迈出了我国星际探测征程的重要一步。火星与地球公转轨道近似为圆，两轨道平面近似重合，且火星与地球公转方向相同。火星与地球每间隔约 26 个月相距最近，地球公转周期为 12 个月。由以上条件可以近似得出 ()

- A. 地球与火星的动能之比
- B. 地球与火星的自转周期之比
- C. 地球表面与火星表面重力加速度大小之比
- D. 地球与火星绕太阳运动的向心加速度大小之比

【答案】 D

【解析】

A. 设地球和火星的公转周期分别为 T_1 、 T_2 ，轨道半径分别为 r_1 、 r_2 ，由开普勒第

三定律可得

$$\frac{r_1^3}{r_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$$

可求得地球与火星的轨道半径之比，由太阳的引力提供向心力，则有

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

得

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

即地球与火星的线速度之比可以求得，但由于地球与火星的质量关系未知，因此不能求得地球与火星的动能之比，A 错误；

B. 则有地球和火星的角速度分别为

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}$$

$$\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2}$$

由题意知火星和地球每隔约 26 个月相距最近一次，又火星的轨道半径大于地球的轨道半径，则

$$\omega_1 t_1 = \omega_2 t_2 + 2\pi$$

由以上可解得

$$T_2 = \frac{156}{7} \text{ 月}$$

则地球与火星绕太阳的公转周期之比

$$T_1 : T_2 = 7 : 13$$

但不能求出两星球自转周期之比，B 错误；

C. 由物体在地球和火星表面的重力等于各自对物体的引力，则有

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

得

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

由于地球和火星的质量关系以及半径关系均未知，则两星球表面重力加速度的关系不可求，C 错误；

D. 地球与火星绕太阳运动的向心加速度由太阳对地球和火星的引力产生，所以向心

加速度大小则有

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

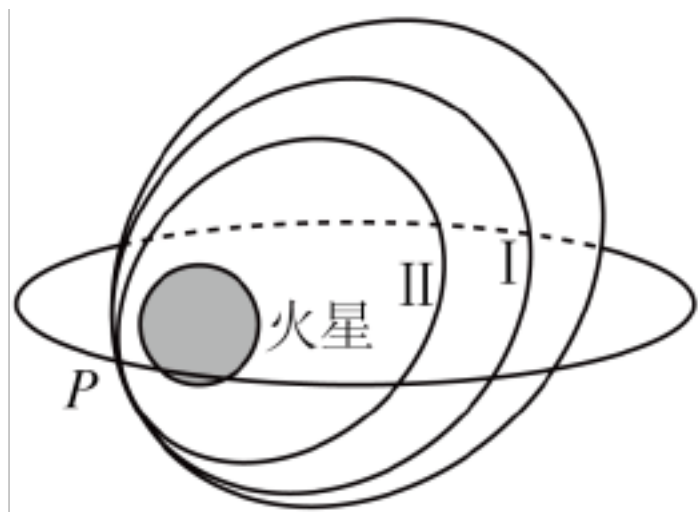
得

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

由于两星球的轨道半径之比已知，则地球与火星绕太阳运动的向心加速度之比可以求得，D 正确。

故选 D。

10. (2021 天津 高考真题) 2021 年 5 月 15 日，天问一号探测器着陆火星取得成功，迈出了我国星际探测征程的重要一步，在火星上首次留下国人的印迹。天问一号探测器成功发射后，顺利被火星捕获，成为我国第一颗人造火星卫星。经过轨道调整，探测器先沿椭圆轨道Ⅰ运行，之后进入称为火星停泊轨道的椭圆轨道Ⅱ运行，如图所示，两轨道相切于近火点 P，则天问一号探测器 ()



A. 在轨道Ⅰ上处于受力平衡状态

B. 在轨道Ⅱ运行周期比在Ⅰ时短

C. 从轨道Ⅰ进入Ⅱ在 P 处要加速

D. 沿轨道Ⅱ向 P 飞近时速度增大

【答案】 D

【解析】

A. 天问一号探测器在轨道Ⅰ上做变速圆周运动，受力不平衡，故 A 错误；

B. 根据开普勒第三定律可知，轨道Ⅱ的半径大于轨道Ⅰ的半长轴，故在轨道Ⅱ运行周期比在Ⅰ时长，故 B 错误；

C. 天问一号探测器从轨道Ⅰ进入Ⅱ，做近心运动，需要的向心力要小于提供的向心力，故要在 P 点点火减速，故 C 错误；

D. 在轨道Ⅱ向 P 飞近时，万有引力做正功，动能增大，故速度增大，故 D 正确。

故选 D。

11. (2021 北京 高考真题) 2021 年 5 月，“天问一号”探测器成功在火星软着陆，

我国成为世界上第一个首次探测火星就实现“绕、落、巡”三项任务的国家。“天问一号”在火星停泊轨道运行时，近火点距离火星表面 $2.8 \times 10^2 \text{ km}$ 、远火点距离火星表面 $5.9 \times 10^5 \text{ km}$ ，则“天问一号”（　　）

- A. 在近火点的加速度比远火点的小 B. 在近火点的运行速度比远火点的小
C. 在近火点的机械能比远火点的小 D. 在近火点通过减速可实现绕火星做圆周运动

【答案】 D

【解析】

A. 根据牛顿第二定律有

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

解得

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

故在近火点的加速度比远火点的大，故 A 错误；

B. 根据开普勒第二定律，可知在近火点的运行速度比远火点的大，故 B 错误；

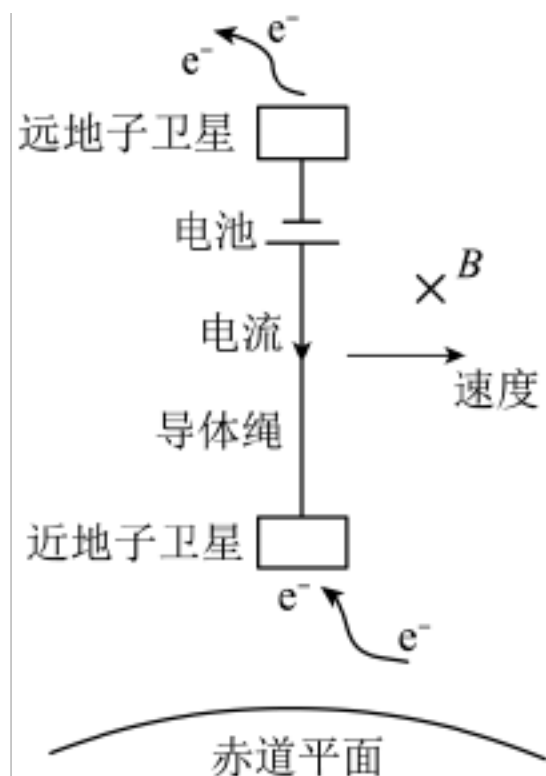
C. “天问一号”在同一轨道，只有引力做功，则机械能守恒，故 C 错误；

D. “天问一号”在近火点做的是离心运动，若要变为绕火星的圆轨道，需要减速，故 D 正确。

故选 D。

12. (2021 山东 高考真题) 迷你系绳卫星在地球赤道正上方的电离层中，沿圆形轨道绕地飞行。系绳卫星由两子卫星组成，它们之间的导体绳沿地球半径方向，如图所示。在电池和感应电动势的共同作用下，导体绳中形成指向地心的电流，等效总电阻为 r 。导体绳所受的安培力克服大小为 f 的环境阻力，可使卫星保持在原轨道上。

已知卫星离地平均高度为 H ，导体绳长为 L ， $L \ll H$ ，地球半径为 R ，质量为 M ，轨道处磁感应强度大小为 B ，方向垂直于赤道平面。忽略地球自转的影响。据此可得，电池电动势为（　　）



A. $BL\sqrt{\frac{GM}{R-H}} = \frac{fr}{BL}$

B. $BL\sqrt{\frac{GM}{R-H}} = \frac{fr}{BL}$

C. $BL\sqrt{\frac{GM}{R-H}} = \frac{BL}{fr}$

D. $BL\sqrt{\frac{GM}{R-H}} = \frac{BL}{fr}$

【答案】 A

【解析】

根据

$$G \frac{Mm}{(R-H)^2} = m \frac{v^2}{(R-H)}$$

可得卫星做圆周运动的线速度

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

根据右手定则可知，导体绳产生的感应电动势相当于上端为正极的电源，其大小为

$$E' = BLv$$

因导线绳所受阻力 f 与安培力 F 平衡，则安培力与速度方向相同，可知导线绳中的电流方向向下，即电池电动势大于导线绳切割磁感线产生的电动势，可得

$$f = B \frac{E - E'}{r} L$$

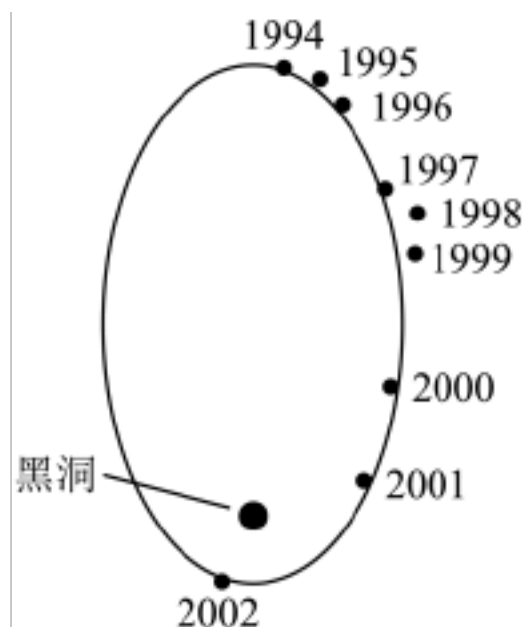
解得

$$E = BL\sqrt{\frac{GM}{R-H}} = \frac{fr}{BL}$$

故选 A。

13. (2021 全国 高考真题) 科学家对银河系中心附近的恒星 S2 进行了多年的持续观测，给出 1994 年到 2002 年间 S2 的位置如图所示。科学家认为 S2 的运动轨迹是

半长轴约为 1000AU （太阳到地球的距离为 1AU ）的椭圆，银河系中心可能存在超大质量黑洞。这项研究工作获得了2020年诺贝尔物理学奖。若认为S2所受的作用力主要为该大质量黑洞的引力，设太阳的质量为 M ，可以推测出该黑洞质量约为（ ）



- A. $4 \times 10^4 M$ B. $4 \times 10^6 M$ C. $4 \times 10^8 M$ D. $4 \times 10^{10} M$

【答案】 B

【解析】

可以近似把S2看成匀速圆周运动，由图可知，S2绕黑洞的周期 $T=16$ 年，地球的公转周期 $T_0=1$ 年，S2绕黑洞做圆周运动的半径 r 与地球绕太阳做圆周运动的半径 R 关系是

$$r = 1000R$$

地球绕太阳的向心力由太阳对地球的引力提供，由向心力公式可知

$$G \frac{Mm}{R^2} = mR \left(\frac{2\pi}{T_0} \right)^2$$

解得太阳的质量为

$$M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT_0^2}$$

同理S2绕黑洞的向心力由黑洞对它的万有引力提供，由向心力公式可知

$$G \frac{M_x m}{r^2} = m r \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$$

解得黑洞的质量为

$$M_x = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

综上所述可得

$$M_x = 3.90 \times 10^6 M$$

故选B。

14. (2021 全国 高考真题) 2021 年 2 月, 执行我国火星探测任务的“天问一号”探测器在成功实施三次近火制动后, 进入运行周期约为 1.8×10^8 s 的椭圆形停泊轨道, 轨道与火星表面的最近距离约为 2.8×10^6 m。已知火星半径约为 3.4×10^6 m, 火星表面处自由落体的加速度大小约为 3.7 m/s^2 , 则“天问一号”的停泊轨道与火星表面的最远距离约为 ()

- A. 6×10^6 m B. 6×10^7 m C. 6×10^8 m D. 6×10^9 m

【答案】 C

【解析】

忽略火星自转则

$$\frac{GMm}{R^2} = mg \quad \text{①}$$

可知

$$GM = gR^2$$

设与为 1.8×10^8 s 的椭圆形停泊轨道周期相同的圆形轨道半径为 r , 由万引力提供向心力可知

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

设近火点到火星中心为

$$R_1 = R + d_1 \quad \text{③}$$

设远火点到火星中心为

$$R_2 = R + d_2 \quad \text{④}$$

由开普勒第三定律可知

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{\left(\frac{R_1 + R_2}{2}\right)^3}{T^2} \quad \text{⑤}$$

由以上分析可得

$$d_2 = 6 \times 10^7 \text{ m}$$

故选 C。

15. (2021 河北 高考真题) “祝融号”火星车登陆火星之前, “天问一号”探测器沿椭圆形的停泊轨道绕火星飞行, 其周期为 2 个火星日, 假设某飞船沿圆轨道绕火星飞行, 其周期也为 2 个火星日, 已知一个火星日的时长约为一个地球日, 火星质量约为地球质量的 0.1 倍, 则该飞船的轨道半径与地球同步卫星的轨道半径的比值

约为 ()

- A. $\sqrt{4}$ B. $\sqrt{\frac{1}{4}}$ C. $\sqrt{\frac{5}{2}}$ D. $\sqrt{\frac{2}{5}}$

【答案】 D

【解析】

绕中心天体做圆周运动，根据万有引力提供向心力，可得

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

则

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{GM}}, \quad R = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$$

由于一个火星日的时长约为一个地球日，火星质量约为地球质量的 0.1 倍，则飞船的轨道半径

$$R_{\text{飞}} = \sqrt[3]{\frac{GM_{\text{火}} (2T)^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{G \cdot 0.1 M_{\text{地}} \cdot 4 \frac{4\pi^2 R_{\text{同}}^3}{GM_{\text{地}}}}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{2}{5}} R_{\text{同}}$$

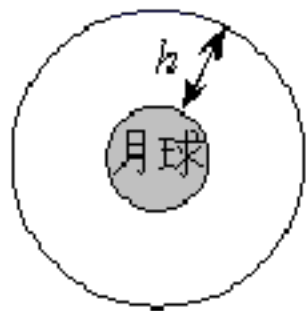
则

$$\frac{R_{\text{飞}}}{R_{\text{同}}} = \sqrt[3]{\frac{2}{5}}$$

故选 D。

16. (2014 山东 高考真题) 2013 年我国相继完成“神十”与“天宫”对接、“嫦娥”携“玉兔”落月两大航天工程。某航天爱好者提出“玉兔”回家的设想：如图，将携带“玉兔”的返回系统由月球表面发射到 h 高度的轨道上，与在该轨道绕月球做圆周运动的飞船对接，然后由飞船送“玉兔”返回地球。设“玉兔”质量为 m，月球为 R，月面的重力加速度为 g_月。以月面为零势能面。“玉兔”在 h 高度的引力

势能可表示为 $E_p = G \frac{Mm}{R+h}$ ，其中 G 为引力常量，M 为月球质量，若忽略月球的自转，从开始发射到对接完成需要对“玉兔”做的功为 ()



$$A. \frac{mg_{\text{月}}}{R+h}(h+2R) \quad B. \frac{mg_{\text{月}}}{R+h}(h+\frac{1}{2}R)$$

$$C. \frac{mg_{\text{月}}}{R+h}(h+\frac{\sqrt{2}}{2}R) \quad D. \frac{mg_{\text{月}}}{R+h}(h+\sqrt{2}R)$$

【答案】 B

【解析】

根据万有引力提供向心力，得：

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{v^2}{R+h}$$

在月球表面上，由重力等于万有引力，则得：

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg_{\text{月}}$$

即有 $GM = g_{\text{月}} R^2$

“玉兔”绕月球做圆周运动的动能

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

联立以上三式解得： $E_k = \frac{mg_{\text{月}} R^2}{2(R+h)}$

“玉兔”在 h 高度的引力势能为 $E_p = \frac{GMmh}{R(R+h)} = \frac{mg_{\text{月}} Rh}{R+h}$

根据功能关系得：从开始发射到对接完成需要对“玉兔”做的功为

$$W = E_p - E_k = \frac{mg_{\text{月}} R}{R+h} (h + \frac{1}{2}R)$$

故应选 B.

点睛：先根据万有引力提供向心力，以及重力等于万有引力，求出“玉兔”绕月球做圆周运动的动能，再根据功能关系求解需要对“玉兔”做的功。

17. (2020 海南 高考真题) 2020 年 5 月 5 日，长征五号 B 运载火箭在中国文昌航天发射场成功首飞，将新一代载人飞船试验船送入太空，若试验船绕地球做匀速圆周运动，周期为 T ，离地高度为 h ，已知地球半径为 R ，万有引力常量为 G ，则 ()

A. 试验船的运行速度为 $\frac{2\pi R}{T}$

B. 地球的第一宇宙速度为 $\frac{2\pi}{T} \sqrt{\frac{R+h^3}{R}}$

C. 地球的质量为 $\frac{2 R h^3}{G T^2}$

D. 地球表面的重力加速度为 $\frac{4^2 R h^2}{R T^2}$

【答案】 B

【解析】

A. 试验船的运行速度为 $\frac{2(R+h)}{T}$ ，故 A 错误；

B. 近地轨道卫星的速度等于第一宇宙速度，根据万有引力提供向心力有

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

根据试验船受到的万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm_{\text{船}}}{(R+h)^2} = m_{\text{船}} \left(\frac{2}{T}\right)^2 (R+h)$$

联立两式解得第一宇宙速度

$$v = \frac{2}{T} \sqrt{\frac{R h^3}{R}}$$

故 B 正确；

C. 根据试验船受到的万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm_{\text{船}}}{(R+h)^2} = m_{\text{船}} \left(\frac{2}{T}\right)^2 (R+h)$$

解得

$$M = \frac{4^2 R h^3}{G T^2}$$

故 C 错误；

D. 地球重力加速度等于近地轨道卫星向心加速度，根据万有引力提供向心力有

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

根据试验船受到的万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm_{\text{船}}}{(R+h)^2} = m_{\text{船}} \left(\frac{2}{T}\right)^2 (R+h)$$

联立两式解得重力加速度

$$g = \frac{4^2 R h^3}{R^2 T^2}$$

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/168143005031007005>