

等量关系二:星体的质量等于密度与体积的乘积,有 $M_{\text{地}} = \rho_{\text{地}} \cdot$

$$\frac{4}{3}\pi(kR_1)^3, M_{\text{太}} = \rho_{\text{太}} \cdot \frac{4}{3}\pi R_2^3, \text{两式联立有 } \frac{M_{\text{地}}}{M_{\text{太}}} = \frac{\rho_{\text{地}}}{\rho_{\text{太}}} \cdot k^3 \cdot \frac{R_1^3}{R_2^3}.$$

等量关系三:由角直径相等,结合相似三角形可得 $\frac{R_1}{r_1} = \frac{R_2}{r_2}$.

联立上述等量关系式,解得 $\frac{\rho_{\text{地}}}{\rho_{\text{太}}} = \frac{1}{k^3} \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2$, **D 正确**.

刷原创

1. C 【解析】将该球视为一个密度为 ρ_0 、质量为 M 的小球叠加一个密度为 ρ_0 、质量为 $\frac{M}{2}$ 的右半球,设质量为 $\frac{M}{2}$ 的右半球对 B 处的质点引力大小为 F_0 ,则有 $F = G \frac{Mm}{r^2} + F_0$. 将该球视

为一个密度为 $2\rho_0$ 、质量为 $2M$ 的小球去掉一个密度为 ρ_0 、质量

为 $\frac{M}{2}$ 的左半球,根据对称性可知该左半球对 A 处的质点引

力大小也为 F_0 ,整个球对 A 处的质点引力大小为 $F_1 = G \frac{2Mm}{r^2} - F_0 = G \frac{2Mm}{r^2} - \left(F - G \frac{Mm}{r^2} \right) = G \frac{3Mm}{r^2} - F$, 其中 $M = \rho_0 \frac{4\pi R^3}{3}$, 解得 $F_1 = \frac{4\pi GR^3 \rho_0 m}{r^2} - F$, 故 **C 正确**.

2. BD 【解析】为使探测器成为沿地球轨道运行的人造行星,在地球表面的发射速度应大于等于第二宇宙速度, **A 错误**;

根据开普勒第三定律得 $\frac{T_{\text{火}}^2}{R_{\text{火}}^3} = \frac{T_{\text{地}}^2}{R_{\text{地}}^3}$, 解得 $T_{\text{火}} \approx 671$ 天, **B 正确**; 椭

圆轨道的半长轴 $a = \frac{R_0 + 1.5R_0}{2} = 1.25R_0$, 根据开普勒第三定

律得 $\frac{T_{\text{椭}}^2}{a^3} = \frac{T_{\text{地}}^2}{R_0^3}$, 探测器沿椭圆轨道从地球轨道转移到火星轨道

所用的时间约为 $t = \frac{T_{\text{椭}}}{2} \approx 255$ 天, **C 错误**; 从探测器点火到追

上火星的过程中,火星转过的圆心角为 $\alpha = \frac{t}{T_{\text{火}}} \times 360^\circ \approx 137^\circ$,

则 $\theta = 180^\circ - 137^\circ = 43^\circ$, **D 正确**.

第5章 科学进步无止境

第1~3节 初识相对论/相对论中的神奇时空/探索宇宙的奥秘

刷基础

1. B 【解析】根据光速不变原理,在一切惯性参考系中测量到真空中的光速 c 都一样,而卢克所处的参考系为惯性参考系,因此卢克观测到的光速为 $1.0c$. 故 **B 正确**.

2. C 【解析】火车中的人认为,车厢是个惯性系,光向前向后传播的速度相等,光源在车厢中央,闪光同时到达前后两壁,则在火车上的人看来,小猫和小鸡同时出生,故 **A、B 错误**;地面上的人认为,地面是一个惯性系,光向前向后传播的速度相等,向前传播的路程长些,到达前壁的时刻晚些,故在地面上的人看来,小猫先出生,故 **C 正确, D 错误**.

3. D 【解析】根据狭义相对论,在运动方向上长度变短,故隧道长度变短,在垂直运动方向上长度不变,故隧道口为圆形, **D 正确**.

方法总结 长度收缩效应的规律及判定

(1) 物体静止长度 l_0 和运动长度 l 之间的关系为 $l = l_0$

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

(2) 相对于地面以速度 v 运动的物体,从地面上看:

① 沿着运动方向上的长度变短了,速度越大,变短得越多;

② 在垂直于运动方向上长度不变.

4. C 【解析】甲时钟放在地面上,在地面上的人看来,甲时钟没有变化;乙、丙两时钟放在两个火箭上,根据爱因斯坦相对论可知,乙、丙时钟变慢,由于 $v_{\text{乙}} < v_{\text{丙}}$,丙时钟比乙时钟走得更慢,所以甲时钟走得最快,丙时钟走得最慢, **C 正确**.

5. A 【解析】根据狭义相对论可知,飞船相对该考生以 $0.3c$ 的速度匀速飞过时,飞船上的观察者认为该考生考完这场考试

所用的时间 $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c} \right)^2}} > t_0$, 可知飞船上的观察者认为该

考生考完这场考试所用的时间大于 100 分钟,选项 **A 正确**.

6. A 【解析】牛顿力学适用于宏观低速运动的物体,对微观高速运动的粒子不再适用,所以原子核外电子的运动,经典的牛顿力学不再适用;超音速飞行的歼-20 战斗机在空中的运动、月球绕地球的运动、小明在投篮时篮球在空中的运动,都属于宏观低速运动的物体的运动,牛顿力学适用. 故选 **A**.

模块素养检测

刷速度

1. C 【解析】小明从最低点以大小相等的速度 v 做圆周运动,由牛顿第二定律可知 $T = mg + m \frac{v^2}{l}$, 抓住 A 点时的半径 l 较大,则 T 较小,由牛顿第三定律可知,抓住 A 点时对绳子的拉力较小,故 **A 错误**;角速度为 $\omega = \frac{v}{l}$, 因抓 A 点时半径 l 较大,

则角速度较小,故 **B 错误**;向心加速度为 $a_n = \frac{v^2}{l}$, 因抓 A 点时半径 l 较大,则向心加速度较小,故 **C 正确**;设荡起的最大高度为 h , 由动能定理可知 $-mgh = 0 - \frac{1}{2}mv^2$, 可得 $h = \frac{v^2}{2g}$, 则无论抓住 A 点还是 B 点,最终能荡起的最大高度相同,故 **D 错误**.