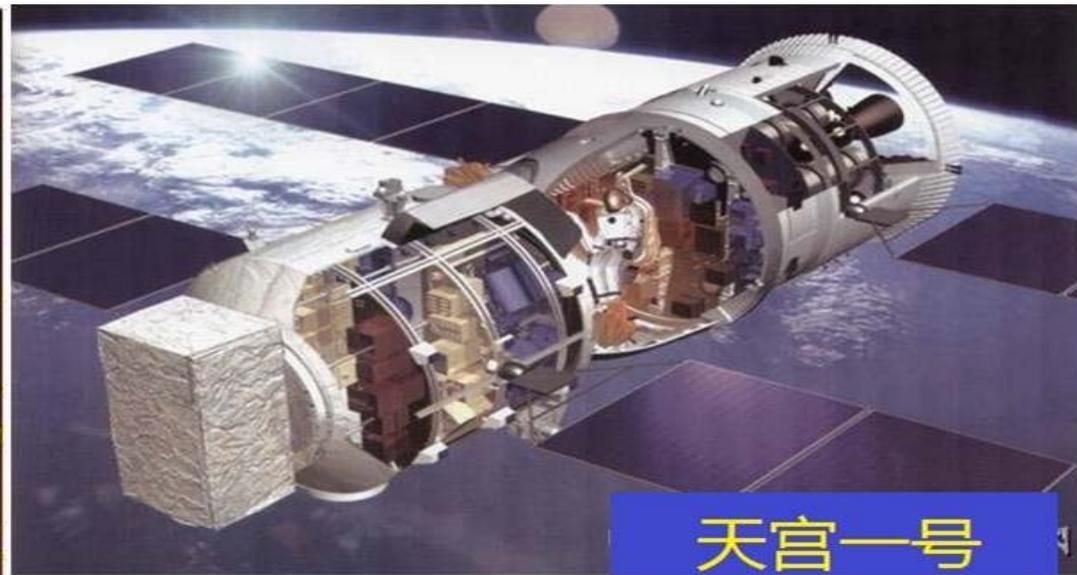
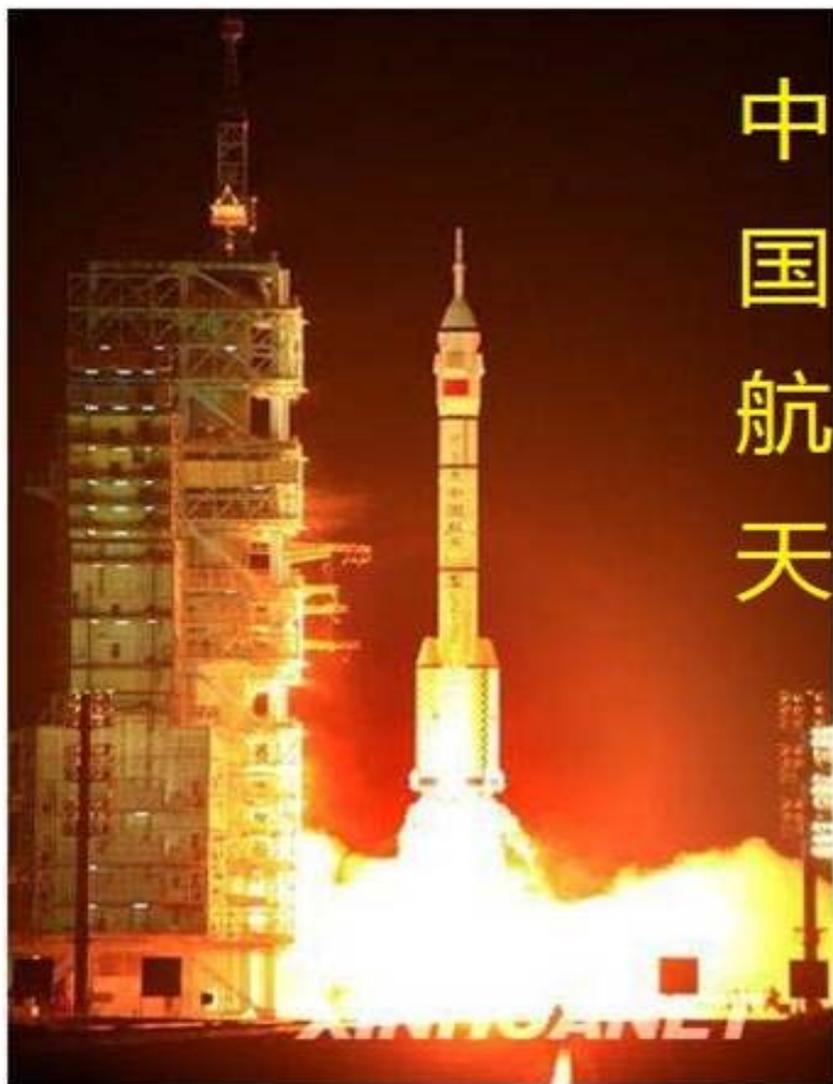
A space shuttle is shown in orbit above the Earth. The shuttle consists of a white orbiter with a red Chinese flag on its side, a white external tank, and a white solid rocket booster. The Earth is visible on the left, showing blue oceans and green landmasses. The background is the dark blue of space with a bright blue glow from the Earth's atmosphere.

6.5 宇宙航行

驻马店市一高 李忠坡



一、牛顿的设想

已知地球质量为 M ，物体质量为 m ，物体到地心的距离为 r ，当物体绕地球做匀速圆周运动时，轨道半径为 r

$$F = ma$$

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

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

一、牛顿的设想

当 r 近似等于地球半径 R 时

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

$$v = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{6.40 \times 10^6}} \text{ m/s}$$

$$\approx 7.9 \text{ km/s}$$

二、宇宙速度

1. 第一宇宙速度

(1) 定义：人造卫星在地球表面附近绕地球做匀速圆周运动的速度。

(2) 大小：约7.9 km/s。

例. 已知地球的半径 $R = 6400 \text{ km}$, 地球表面附近的重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, 利用已有知识求地球的第一宇宙速度 v_1 。

解: 设卫星的质量为 m , 重力提供向心力, 则

$$mg = m \frac{v_1^2}{R}$$

地球表面的第一宇宙速度为

$$\begin{aligned} v_1 &= \sqrt{gR} \\ &\approx 7.9 \text{ km / s} \end{aligned}$$

练习

1. 第一宇宙速度是(**AB**)

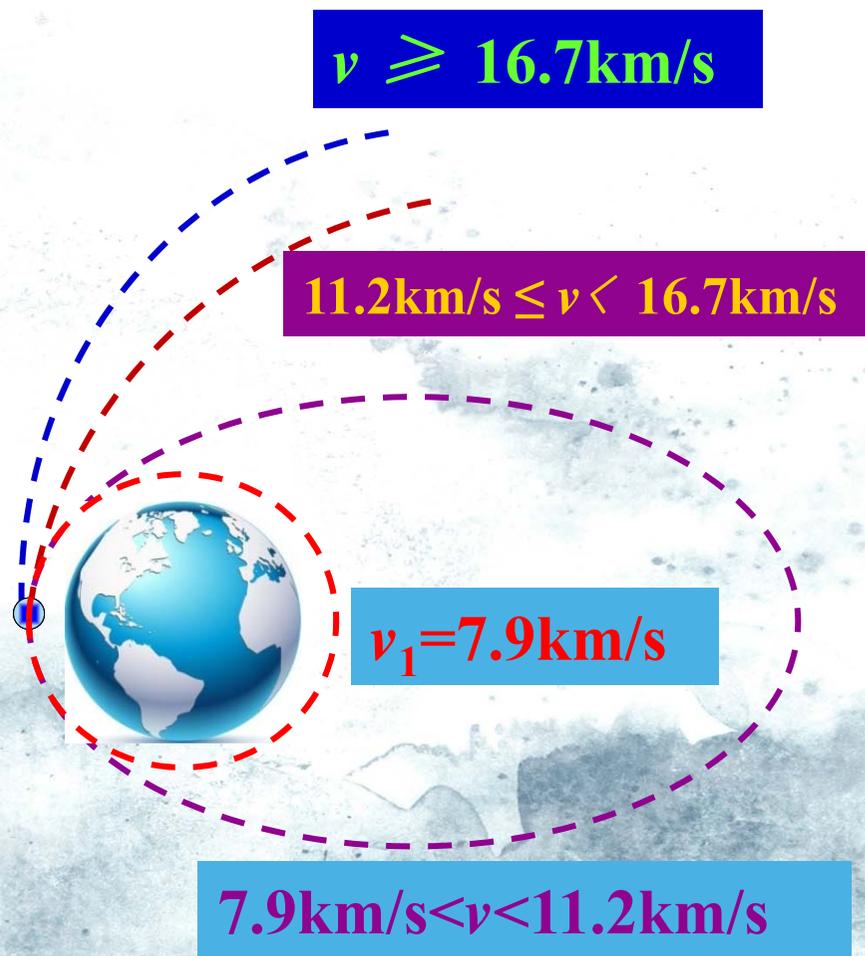
A. 人造地球卫星在近地圆形轨道上的运行速度

B. 人造地球卫星的最小发射速度

C. 人造地球卫星绕地球做圆周运动的最小速度

D. 人造地球卫星绕地球运动的最大速度

在地面附近发射的飞行器，如果它的速度大于7.9km/s会怎样呢？



二、宇宙速度

- 2. 第二宇宙速度：** 当卫星在地球表面的发射速度大于或等于 **11.2km/s** 时，就会脱离地球的束缚，不再绕地球运行，这个速度叫做第二宇宙速度。
- 3. 第三宇宙速度：** 当卫星在地球表面的发射速度大于或等于 **16.7km/s** 时，就会摆脱太阳的束缚，飞到太阳系以外的宇宙空间去，这个速度叫做第三宇宙速度。

三、人造卫星的运行规律

人造卫星绕地球做匀速圆周运动的各物理量与轨道半径的关系？

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad \Rightarrow \quad v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$

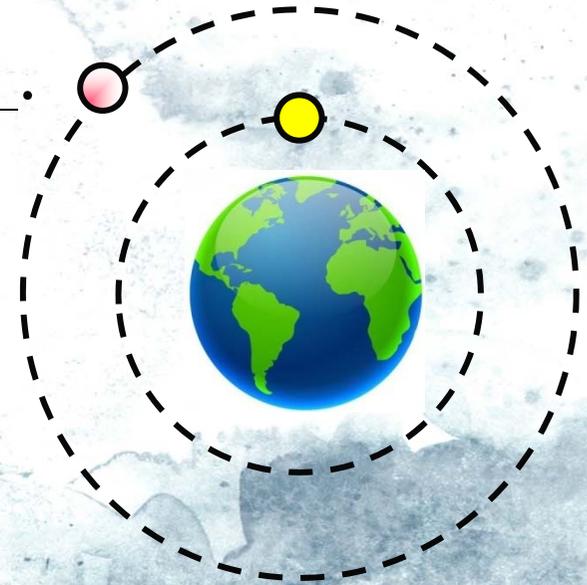
$$G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r \quad \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}} \quad \Rightarrow \quad \omega \propto \frac{1}{\sqrt{r^3}}$$

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} \quad \Rightarrow \quad T \propto \sqrt{r^3}$$

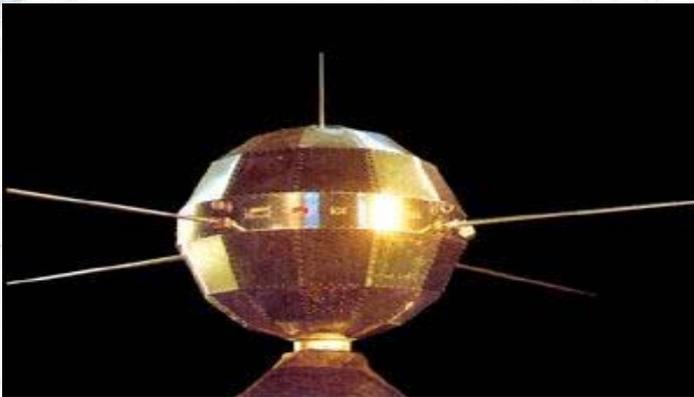
三、人造卫星的运行规律

思考：对于绕地球运动的人造卫星

- (1) 离地面越高，向心加速度越 小 .
- (2) 离地面越高，线速度越 小 .
- (3) 离地面越高，周期越 大 .
- (4) 离地面越高，角速度越 小 .
- (5) 离地面越高，向心力越 ? .



四、梦想成真



1970年4月24日

我国第一颗人造卫星升空



2007年10月24日

嫦娥一号月球探测器发射成功



2003年10月15日
神舟五号 杨利伟
(中国遨游太空第一人)



2008年9月25日
神舟七号翟志刚、刘伯明
景海鹏



2017年11月5日
我国以“一箭双星”的方式
成功发射第24颗第25颗北斗
导航卫星，全球组网。

板书设计

一、牛顿的设想

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

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

二、宇宙速度

1. 第一宇宙速度: $v_1 = 7.9\text{km/s}$
2. 第二宇宙速度: $v_2 = 11.2\text{km/s}$
3. 第三宇宙速度: $v_3 = 16.7\text{km/s}$

三、人造卫星的运行规律

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

$$G \frac{Mm}{r^2} = mr\omega^2$$

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

四、梦想成真

