

# 江苏省仪征中学 2021-2022 学年度第一学期高一物理学科导学案

## 7.1 行星的运动

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 授课日期：2022.03.10

本课在课程标准中的表述：了解物理学史，了解发现天体运动的规律。

### [学习目标]

- 1.了解地心说与日心说的主要内容.
- 2.理解开普勒行星运动定律，知道开普勒第三定律中  $k$  值的大小只与中心天体有关.
- 3.知道行星运动在中学阶段的研究中的近似处理.

### [课前预习]

#### 一、两种对立的学说

##### 1. 地心说

地心说认为\_\_\_\_\_是宇宙的中心，是静止不动的，太阳、月球以及其他星体都绕\_\_\_\_\_运动.

##### 2. 日心说

日心说认为\_\_\_\_\_是静止不动的，地球和其他行星都绕\_\_\_\_\_运动.

#### 二、开普勒定律

1. 开普勒第一定律：所有行星绕太阳运动的轨道都是\_\_\_\_\_，太阳处在\_\_\_\_\_上.

2. 开普勒第二定律：对任意一个行星来说，它与太阳的连线在相等的时间内扫过的\_\_\_\_\_.

3. 开普勒第三定律：所有行星轨道的\_\_\_\_\_跟它的\_\_\_\_\_的比都相等. 其表达式为  $\frac{a^3}{T^2}=k$ ,

其中  $a$  代表椭圆轨道的半长轴， $T$  代表公转周期，比值  $k$  是一个对所有行星\_\_\_\_\_的常量.

#### 三、行星运动的近似处理

行星的轨道与圆十分接近，在中学阶段的研究中我们可按圆轨道处理. 这样就可以说：

1. 行星绕太阳运动的轨道十分接近圆，太阳处在\_\_\_\_\_

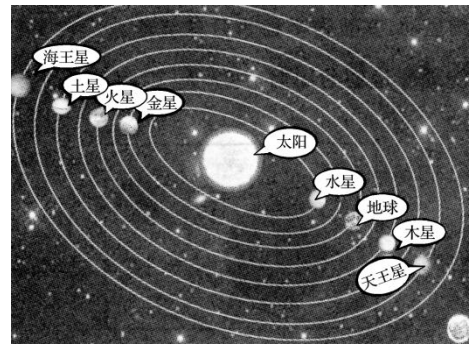
2. 行星绕太阳做\_\_\_\_\_运动.

3. 所有行星\_\_\_\_\_的三次方跟它的公转周期  $T$  的二次方的\_\_\_\_\_，即  $\frac{r^3}{T^2}=k$ .

### [课堂学习]

#### 一、对开普勒定律的理解

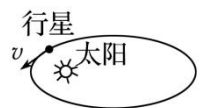
**[导学探究]** 如图为行星绕太阳转动的示意图，观察各行星的运动轨迹，它们是规则的圆形吗？它们绕太阳一周的时间分别为：水星约 88 天、金星约 225 天、地球约 365 天、火星约 687 天、木星约 11.9 年、土星约 29.7 年、天王星约 84.3 年、海王星约 165.2 年，据此猜测行星绕太阳运动的周期与它们到太阳的距离有什么样的定性关系？



#### [知识深化]

1. 开普勒第一定律解决了行星运动的轨道问题

行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，如图所示. 不同行星绕太阳运动的椭圆轨道是不同的，但所有轨道都有一个共同的焦点——太阳. 开普勒第一定律又叫轨道定律.

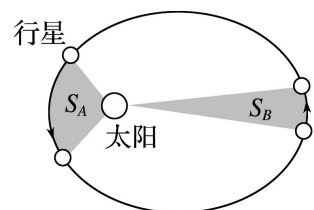


2. 开普勒第二定律比较了某个行星在椭圆轨道上不同位置的速度大小问题

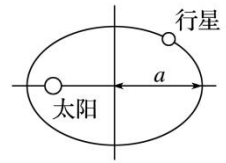
(1)如图所示，在相等的时间内，面积  $S_A=S_B$ ，这说明离太阳越近，行星在相等时间内经过的弧长越长，即行星的速率越大. 离太阳越远，行星速率越小. 开普勒第二定律又叫面积定律.

(2)近日点、远日点分别是行星距离太阳最近、最远的点. 同一行星在近日点时速度最大，在远日点时速度最小.

3. 开普勒第三定律比较了不同行星周期的长短问题



(1)如图所示,由 $\frac{a^3}{T^2}=k$ 知椭圆轨道半长轴越长的行星,其公转周期越长.比值 $k$ 是一个与太阳有关而与行星无关的常量.开普勒第三定律也叫周期定律.



(2)该定律不仅适用于行星绕太阳的运动,也适用于卫星绕地球的运动,对于地球卫星,常量 $k$ 只与地球有关,而与卫星无关,也就是说 $k$ 值的大小由中心天体决定.

例 1: 火星和木星沿各自的椭圆轨道绕太阳运行,根据开普勒行星运动定律可知( )

- A. 太阳位于木星运行轨道的中心
- B. 火星绕太阳运行速度的大小始终相等
- C. 火星和木星公转周期之比的二次方等于它们轨道半长轴之比的三次方
- D. 相同时间内,火星与太阳连线扫过的面积等于木星与太阳连线扫过的面积

针对训练 1: 地球沿椭圆轨道绕太阳运行,月球沿椭圆轨道绕地球运行.下列说法正确的是( )

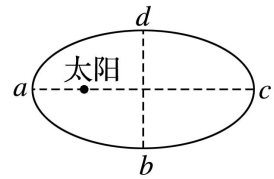
- A. 地球位于月球运行轨道的中心
- B. 地球在近日点的运行速度大于其在远日点的运行速度
- C. 地球与月球公转周期平方之比等于它们轨道半长轴立方之比
- D. 相同时间内,地球与太阳连线扫过的面积等于月球与地球连线扫过的面积

## 二、开普勒定律的应用

- 当比较一个行星在椭圆轨道不同位置的速度大小时,选用开普勒第二定律;当比较或计算两个行星的周期问题时,选用开普勒第三定律.
- 由于大多数行星绕太阳运动的轨道与圆十分接近,因此,在中学阶段的研究中我们可以按圆轨道处理,且把行星绕太阳的运动看作是匀速圆周运动,写成 $\frac{r^3}{T^2}=k$ .

例 2: 某行星沿椭圆轨道绕太阳运行,如图所示,在这颗行星的轨道上有 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 四个对称点.若该行星运动的周期为 $T$ ,则该行星( )

- A. 从 $a$ 到 $b$ 的运动时间等于从 $c$ 到 $d$ 的运动时间
- B. 从 $d$ 经 $a$ 到 $b$ 的运动时间等于从 $b$ 经 $c$ 到 $d$ 的运动时间
- C.  $a$ 到 $b$ 的时间 $t_{ab} > \frac{T}{4}$
- D.  $c$ 到 $d$ 的时间 $t_{cd} > \frac{T}{4}$



例 3: 某人造地球卫星绕地球做匀速圆周运动,其轨道半径为月球绕地球运动半径的 $\frac{1}{9}$ ,设月球绕地球运动的周期为 27 天,则此卫星的运转周期为( )

- A.  $\frac{1}{9}$  天
- B.  $\frac{1}{3}$  天
- C. 1 天
- D. 9 天

针对训练 2: 如图所示是中国“天问一号”探测器拍摄的火星影像图.已知火星绕日公转一年,相当于地球上的两年,假设火星和地球均绕太阳做匀速圆周运动,则火星与太阳之间的距离约为地球与太阳之间距离的( )

- A.  $\frac{1}{2}$
- B.  $\sqrt[3]{\frac{1}{4}}$
- C.  $\sqrt[3]{4}$  倍
- D. 2 倍



**[课后作业]** 完成课后作业

**[课后感悟]** \_\_\_\_\_

# 江苏省仪征中学 2021—2022 学年度第一学期高一物理学科作业

## 7.1 行星的运动

研制人：熊小燕

审核人：邱勇

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 时间：2022.03.10 作业时长：30 分钟

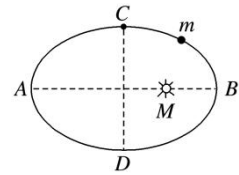
### [基础练习]

1. 下列对开普勒行星运动定律的理解正确的是( )
- A. 所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，这些椭圆有一个共同的焦点，太阳就在此焦点上
  - B. 行星靠近太阳时运动速度小，远离太阳时运动速度大
  - C. 行星轨道的半长轴越长，其自转的周期就越大
  - D. 行星椭圆轨道的半长轴的三次方与公转周期的二次方之比为常数，此常数的大小与太阳和行星均有关

2. 关于开普勒行星运动定律，下列理解错误的是( )

- A. 行星绕太阳运动的轨道都是椭圆
- B. 开普勒第三定律中的  $T$  表示自转周期
- C. 远日点速度比近日点速度小
- D. 绕同一天体运动的多个天体，运动半径越大的天体，其公转周期越大

3. 如图所示是行星  $m$  绕太阳  $M$  运行情况的示意图， $A$  点是远日点， $B$  点是近日点， $CD$  是椭圆轨道的短轴。下列说法中正确的是( )



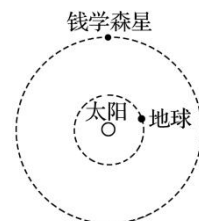
- A. 行星运动到  $A$  点时速度最大
- B. 行星运动到  $C$  点或  $D$  点时速度最小
- C. 行星从  $C$  点顺时针运动到  $B$  点的过程中做加速运动
- D. 行星从  $B$  点顺时针运动到  $D$  点的时间与从  $A$  点顺时针运动到  $C$  点的时间相等

4. 木星和地球都绕太阳公转，木星的公转周期约为 12 年，地球与太阳的距离为 1 天文单位，则木星与太阳的距离约为( )

- A. 2 天文单位
- B. 5.2 天文单位
- C. 10 天文单位
- D. 12 天文单位

5. 1980 年 10 月 14 日，中国科学院紫金山天文台发现了一颗绕太阳运行的小行星，2001 年 12 月 21 日，经国际小行星中心和国际小行星命名委员会批准，将这颗小行星命名为“钱学森星”。若将地球和“钱学森星”绕太阳的运动都看作匀速圆周运动，它们的运行轨道如图所示。已知“钱学森星”绕太阳运行一周的时间约为 3.4 年，设地球绕太阳运行的轨道半径为  $R$ ，则“钱学森星”绕太阳运行的轨道半径约为( )

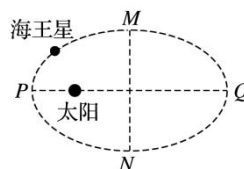
- A.  $\sqrt[3]{3.4}R$
- B.  $\sqrt{3.4}R$
- C.  $\sqrt[3]{11.56}R$
- D.  $\sqrt{11.56}R$



### [能力练习]

6. 如图所示，海王星绕太阳沿椭圆轨道运动，运动的周期为  $T_0$ ， $P$  为近日点， $Q$  为远日点， $M$ 、 $N$  为轨道短轴的两个端点。若只考虑海王星和太阳之间的相互作用，则海王星在从  $P$  经  $M$ 、 $Q$  到  $N$  的运动过程中( )

- A. 从  $P$  到  $M$  所用的时间等于  $\frac{T_0}{4}$   
 B. 从  $Q$  到  $N$  做减速运动  
 C. 从  $P$  到  $Q$  阶段, 速率逐渐变小  
 D. 从  $M$  到  $N$  所用时间等于  $\frac{T_0}{2}$



7. 为了探测引力波, “天琴计划” 预计发射地球卫星  $P$ , 其轨道半径约为地球半径的 16 倍; 另一地球卫星  $Q$  的轨道半径约为地球半径的 4 倍.  $P$  与  $Q$  的周期之比约为( )

- A. 2 : 1                                      B. 4 : 1  
 C. 8 : 1                                      D. 16 : 1

8. 某行星绕太阳沿椭圆轨道运动, 远日点离太阳的距离为  $a$ , 近日点离太阳的距离为  $b$ , 过远日点时行星的速率为  $v_a$ , 则过近日点时行星的速率为( )

- A.  $v_b = \frac{b}{a}v_a$                               B.  $v_b = \sqrt{\frac{a}{b}}v_a$   
 C.  $v_b = \frac{a}{b}v_a$                               D.  $v_b = \sqrt{\frac{b}{a}}v_a$

### [提升练习]

★9. 地球的公转轨道接近圆, 但彗星的运动轨道则是一个非常扁的椭圆. 天文学家哈雷曾经在 1682 年跟踪过一颗彗星, 他算出这颗彗星轨道的半长轴约等于地球公转半径的 18 倍, 并预言这颗彗星将每隔一定时间就会再次出现.

- (1)若这颗彗星在近日点的线速度大小为  $v_1$ , 在远日点的线速度大小为  $v_2$ , 则  $v_1$  \_\_\_\_\_  $v_2$ ; (选填 “>” “=” 或 “<”)  
 (2)这颗彗星最近出现的时间是 1986 年, 它下次飞近地球大约是 \_\_\_\_\_ 年.