## 行星的运动

## 知识点：行星的运动

一、两种对立的学说

1.地心说

(1)地球是宇宙的中心，是静止不动的；

(2)太阳、月亮以及其他行星都绕地球运动；

(3)地心说的代表人物是古希腊科学家托勒密.

2.日心说

(1)太阳是宇宙的中心，是静止不动的，地球和其他行星都绕太阳做匀速圆周运动；

(2)日心说的代表人物是哥白尼.

3.局限性

(1)古人都把天体的运动看得很神圣，认为天体的运动必然是最完美、最和谐的匀速圆周运动.

(2)开普勒研究了第谷的行星观测记录，发现如果假设行星的运动是匀速圆周运动，计算所得的数据与观测数据不符(填“不符”或“相符”).

二、开普勒定律

1.第一定律：所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上.

2.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面积相等.

3.第三定律：所有行星轨道的半长轴的三次方跟它的公转周期的二次方的比都相等.其表达式为＝*k*，其中*a*是椭圆轨道的半长轴，*T*是公转周期，*k*是一个对所有行星都相同的常量.

三、行星运动的近似处理

1.行星绕太阳运动的轨道十分接近圆，太阳处在圆心.

2.行星绕太阳做匀速圆周运动.

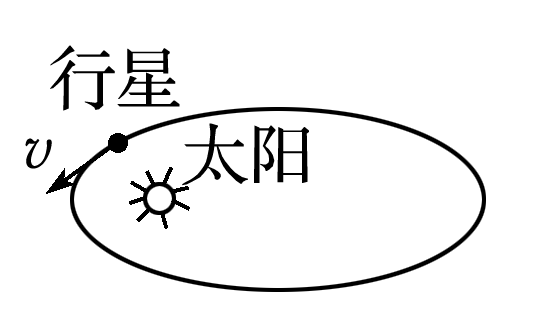
3.所有行星轨道半径*r*的三次方跟它的公转周期*T*的二次方的比值都相等，即＝*k*.

## 技巧点拨

一、开普勒定律的理解

1.开普勒第一定律解决了行星运动的轨道问题

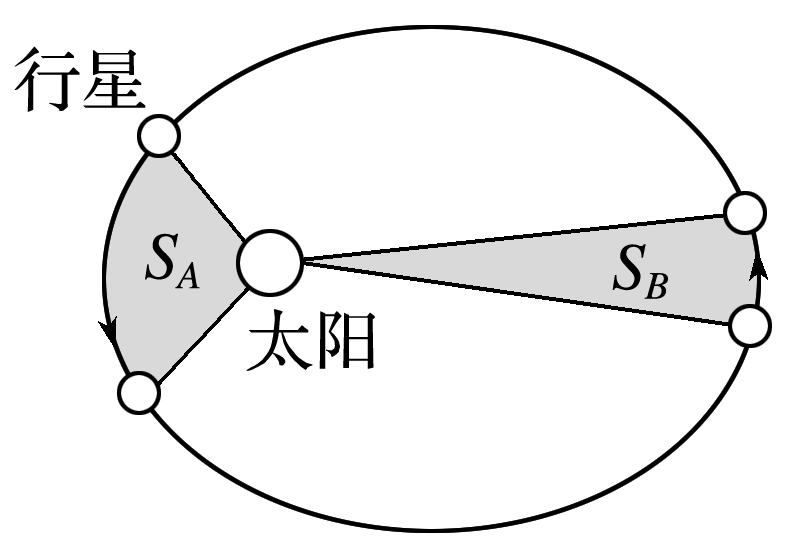
行星绕太阳运行的轨道都是椭圆，如图所示.不同行星绕太阳运动的椭圆轨道是不同的，但所有轨道都有一个共同的焦点——太阳.开普勒第一定律又叫轨道定律.



图

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*SA*＝*SB*，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.开普勒第二定律又叫面积定律.

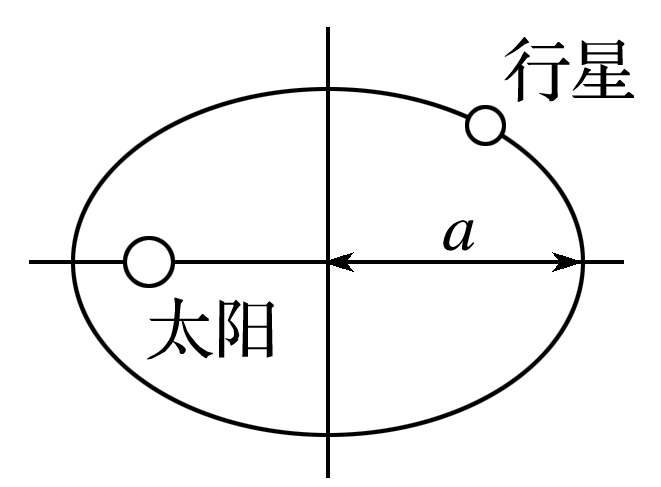


图

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

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＝*k*知椭圆轨道半长轴越长的行星，其公转周期越长.比值*k*是一个对所有行星都相同的常量.开普勒第三定律也叫周期定律.



图

(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*值大小由中心天体决定.

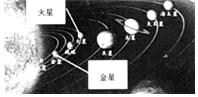
二、开普勒定律的应用

1.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.

2.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，这时椭圆轨道的半长轴取圆轨道的半径.

## 例题精练

1．（湖州期末）如图所示，设行星绕太阳的运动是匀速圆周运动，不考虑行星自转的影响，则（　　）



A．金星绕太阳运动的线速度比火星小

B．金星绕太阳运动的角速度比火星大

C．金星绕太阳运动的加速度比火星小

D．金星绕太阳运动的周期比火星大

【分析】根据行星受太阳吸引的万有引力提供向心力，分析线速度、角速度、加速度和周期随半径的变化关系即可。

【解答】解：设太阳质量M，行星质量m，根据太阳对行星的万有引力提供行星做匀速圆周运动向心力得：

G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo＝mω2r＝m菁优网-jyeoo＝man

则可得：v＝菁优网-jyeoo，半径越大，线速度越小；

菁优网-jyeoo，半径越大，角速度越小；

菁优网-jyeoo，半径越大，周期越大；

an＝菁优网-jyeoo，半径越大，向心速度越小；

金星绕太阳运动半径小于火星绕太阳运动半径，故金星绕太阳运动的线速度、角速度、向心加速度更大，但周期更小，故ACD错误，B正确。

故选：B。

【点评】根据行星受太阳吸引的万有引力提供向心力得出线速度、角速度、向心加速度以及周期和半径的关系，学生在平时要牢记这些关系。

2．（南溪区校级月考）下列关于行星绕太阳运动的说法正确的是（　　）

A．所有行星都在同一椭圆轨道上绕太阳移动

B．离太阳越近的行星运动的周期越短

C．行星在椭圆轨道上绕太阳运动的过程中，其速度与行星和太阳之间的距离有关，距离小的时候速度小，距离大的时候速度大

D．行星绕太阳运动时，太阳位于行星轨道的中心处

【分析】根据开普勒三定律，由开普勒第一定律得到恒星运行轨迹特点，由开普勒第二定律得到运行速度大小关系，由开普勒第三定律得到周期长短关系。

【解答】解：AD、由开普勒第一定律可知：所有行星的运动轨道都为椭圆，太阳在其中一个焦点上；太阳并不在椭圆中心，行星并不在同一椭圆轨道上，故AD错误；

B、根据开普勒第三定律可知：菁优网-jyeoo，当行星离太阳较近时，恒星运动轨迹的长半轴a越小，那么运动周期T越短，故B正确；

C、由开普勒第二定律可知：行星在相同时间扫过的面积相同，那么若距离为r时，速度为v，则扫过的面积菁优网-jyeoo为恒值，故距离小时速度大，距离大时速度小，故C错误。

故选：B。

【点评】本题注意考查开普勒三定律，行星绕太阳虽然是椭圆运动，但我们可以当作圆来处理。注意中心天体不同，开普勒第三定律的k不同。

## 随堂练习

1．（沭阳县期中）下列关于开普勒行星运动定律说法正确的是（　　）

A．所有行星绕太阳运动的轨道都是圆

B．行星离太阳较近的时候，它的运行速度较小

C．所有行星的轨道的半长轴的二次方跟公转周期的三次方的比值都相同

D．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面积相等

【分析】开普勒第一定律是太阳系中的所有行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上。在相等时间内，太阳和运动着的行星的连线所扫过的面积都是相等的。开普勒第三定律中的公式 菁优网-jyeoo＝k，可知半长轴的三次方与公转周期的二次方成正比。

【解答】解：A、开普勒第一定律可得，所有行星都绕太阳做椭圆运动，且太阳处在所有椭圆的一个焦点上，故A错误；

BD、开普勒第二定律叫面积定律，对同一个行星而言，在相等的时间内扫过的面积相等，因此行星离太阳比较近的时候，运行的速度比较快，故B错误，D正确；

C、开普勒第三定律 菁优网-jyeoo＝k，可知所有行星轨道半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等，故C错误。

故选：D。

【点评】行星绕太阳虽然是椭圆运动，但我们可以当作圆来处理；注意开普勒定律是对同一中心天体下行星运行规律的总结。学生需熟练掌握开普勒三定律的内容是解题的关键。

2．（靖远县期末）某彗星绕太阳运行的轨迹是一个椭圆，其运动周期是月球绕地球运动周期的8倍，则关于该彗星下列说法正确的是（　　）

A．彗星在近日点处的线速度大于在远日点处的线速度

B．彗星的角速度始终不变

C．彗星在近日点处的加速度小于在远日点处的加速度

D．该彗星的椭圆轨道半长轴是月亮的椭圆轨道半长轴的4倍

【分析】根据开普勒第二定律分析角速度与线速度的变化情况；由万有引力定律与牛顿第二定律分析加速度的变化情况；根据开普勒第三定律分析轨道半长轴情况。

【解答】解：A、彗星绕太阳做椭圆运动时，轨道半径在相等时间内扫过的面积相等，要使面积相等，半径越小，在相等时间内，彗星转过的弧长越大，彗星的线速度越大，即在近日点，彗星的线速度大，故A正确；

B、根据开普勒第二定律可知，彗星绕太阳做椭圆运动时，轨道半径在相等时间内扫过的面积相等，要使面积相等，半径越小，在相等时间内彗星转过的圆心角越大，因此彗星的角速度越大，由此可知，彗星的角速度是变化的，故B错误；

C、太阳与彗星的质量不变，在近日点两者间的距离小，由万有引力定律可知，彗星受到的引力大，由牛顿第二定律可知，力越大，加速度越大，所以彗星在近日点的加速度大于在远日点的加速度，故C错误；

D、彗星和月球的中心天体不同，分别是太阳和地球，不能直接利用开普勒第三定律求解，故D错误。

故选：A。

【点评】本题考查了开普勒定律的应用，根据开普勒第二定律可以判断出彗星在近日点与远日点时角速度与线速度的关系。注意开普勒第三定律菁优网-jyeoo，不同中心天体k值不同。

3．（宝山区校级期中）太阳系各行星几乎在同一平面内沿同一方向绕太阳做圆周运动。当地球恰好运行到某地外行星和太阳之间，且三者几乎排成一条直线的现象，天文学称为“行星冲日”。已知地球及各地外行星绕太阳运动的轨道半径如表所示。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 地球 | 火星 | 木星 | 土星 | 天王星 | 海王星 |
| 轨道半径R/AU | 1.0 | 1.5 | 5.2 | 9.5 | 19 | 30 |

根据题中信息，试计算木星相邻两次冲日的时间间隔，哪颗地外行星相邻两次冲日的时间间隔最短的外行星是（　　）

A．火星 B．木星 C．天王星 D．海王星

【分析】行星围绕太阳做匀速圆周运动，根据开普勒第三定律，其轨道半径的三次方与周期T的平方的比值都相等；从一次行星冲日到下一次行星冲日，为地球多转动一周的时间。

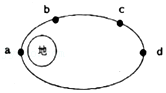
【解答】解：由开普勒第三定律，其轨道半径的三次方与周期T的平方的比值都相等，可知地球的公转周期T最小，海王星的公转周期最大。

设地球外另一行星的周期为T′，则两次冲日时间间隔为t，则菁优网-jyeoo 得t＝菁优网-jyeoo，则T′越大，t越小，即地外行星中，海王星相邻两次冲日的时间间隔最短。故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】题关键是结合开普勒第三定律分析（也可以运用万有引力等于向心力列式推导出），知道相邻的两次行星冲日的时间中地球多转动一周。

4．（徐州期中）开普勒行星运动定律不仅适用于行星绕太阳的运动，也适用于卫星绕行星的运动。如图一颗人造地球卫星沿椭圆轨道绕地球运动，它运动速度最大的位置是（　　）



A．a B．b C．c D．d

【分析】开普勒第二定律：对每一个行星而言，太阳与行星的连线在相同时间内扫过的面积相等。

【解答】解：开普勒第二定律：对每一个行星而言，太阳与行星的连线在相同时间内扫过的面积相等。

设人造卫星到地心的距离为r，根据扇形的面积公式可得S＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，此式可以判断，当面积S和时间t相等时，r越小，v越大；由图可知人造卫星在a点时r最小，故v最大；故A正确，BCD错误；

故选：A。

【点评】准确掌握开普勒三大运动定律，并会应用开普勒第二定律比较人造卫星在各点的速度大小的关系。

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（荔湾区校级月考）如图所示，火星和地球都在围绕太阳运动，其运行轨道均是椭圆，根据开普勒行星运动定律可知（　　）



A．地球靠近太阳的过程中，运行速率将减小

B．火星绕太阳运动过程中，速率可能不变

C．火星绕太阳运行一周的时间比地球的长

D．火星远离太阳的过程中，它与太阳的连线在相等时间内扫过的面积逐渐增大

【分析】火星和地球都在围绕着太阳旋转，遵循开普勒行星运动定律，由开普勒三定律分析．

【解答】解：A、根据开普勒第二定律：对每一个行星而言，地球与太阳的连线在相同时间内扫过的面积相等。地球在此椭圆轨道上运动的速度大小不断变化，离太阳越近速率越大，所以地球靠近太阳的过程中，运行速率将增大，故A错误；

BD、根据开普勒第二定律：对每一个行星而言，行星与太阳的连线在相同时间内扫过的面积相等。火星在此椭圆轨道上运行时，火星与太阳的连线在相等时间内扫过相等的面积，且火星运动的速度大小不断变化，离太阳越近速率越大，离太阳越远速率越小，故BD错误；

C、根据开普勒第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。由于火星椭圆轨道的半长轴比地球椭圆轨道的半长轴大，所以火星绕太阳运行一周的时间比地球的长，故C正确；

故选：C。

【点评】该题以地球和火星为例子考查开普勒定律，正确理解开普勒的行星运动三定律是解答本题的关键。

2．（南阳期中）行星绕恒星做圆周运动的半径的三次方跟它的公转周期的二次方的比值都相等。这个比值的大小（　　）

A．与恒星质量成正比 B．与行星质量成正比

C．与恒星质量成反比 D．与行星质量成反比

【分析】根据万有引力用来提供向心力列式求解即可。

【解答】解：根据万有引力用来提供向心力，G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo

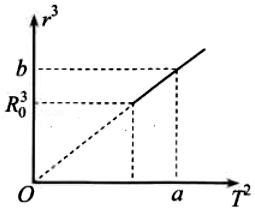
解得：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

则行星绕恒星做圆周运动的半径的三次方跟它的公转周期的二次方的比值与恒星质量成比，故A正确，BCD错误；

故选：A。

【点评】本题主要考查了万有引力定律的应用，根据万有引力用来提供向心力列式表示即可，实则为开普勒第三定律，半径的三次方跟它的公转周期的二次方的比值由中心天体质量决定。

3．（云南模拟）某行星周围的卫星绕其做圆周运动的轨道半径r与运行周期T的关系如图所示。行星的半径为R0，万有引力常量为G，图中a、b为已知量。下列说法正确的是（　　）



A．绕该行星表面运行卫星的周期为菁优网-jyeoo

B．该行星的质量为菁优网-jyeoo

C．该行星的密度为菁优网-jyeoo

D．该行星表面的重力加速度为菁优网-jyeoo

【分析】根据开普勒定律结合图像求解卫星周期，由万有引力提供向心力可得出行星的质量，根据密度公式计算密度，行星表面的物体，万有引力充当重力，可得出行星表面的重力加速度

【解答】解：A、根据开普勒第三定律；菁优网-jyeoo＝k，且k＝菁优网-jyeoo，可得：T＝菁优网-jyeoo，故A错误；

B、由万有引力提供向心力得：G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，得菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，可得菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，解得：M＝菁优网-jyeoo，故B错误；

C、由ρ＝菁优网-jyeoo，且V＝菁优网-jyeoo

可得：ρ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故C 正确；

D、由G菁优网-jyeoo＝mg 得：g＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故D错误。

故选：C。

【点评】本题为万有引力的直接应用，注意万有引力只能求出中心天体的质量，根据万有引力与重力关系求解重力加速度。

4．（山东模拟）“嫦娥五号”飞到月球后，轨道舱会继续在原轨道绕月运行，假定“嫦娥五号”轨道舱绕月轨道半径近似为月球半径。已知地球密度为月球密度的k倍，则地球近地卫星周期与轨道舱绕月飞行周期的比值为（　　）

A．菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo C．菁优网-jyeoo D．k

【分析】由万有引力提供向心力可得出卫星的周期，根据质量公式计算质量，行星表面的物体，从而得出卫星周期与中心天体密度之间的关系。

【解答】解：近地卫星绕月飞行，万有提供向心力，

则菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooR

可得：T＝菁优网-jyeoo

其中M＝ρ菁优网-jyeooπR3

则T＝2π菁优网-jyeoo＝2π菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

所以菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题为万有引力的直接应用，注意万有引力提供向心力可得出卫星的周期，结合质量公式找出卫星周期的表达式。

5．（龙山区校级月考）根据开普勒行星运动定律，下列说法错误的是（　　）

A．绕地球运行的不同卫星的菁优网-jyeoo的值都相同

B．同一卫星离地球越远，速率越小

C．不同卫星，轨道的半长轴越长，周期越大

D．同一卫星绕不同的行星运行，菁优网-jyeoo的值都相同

【分析】熟记理解开普勒的行星运动三定律：

第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上；

第二定律：对每一个行星而言，太阳与行星的连线在相同时间内扫过的面积相等；

第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等；

开普勒定律也可以推广应用到地球的卫星上。

【解答】解：A、由开普勒第三定律，推广可知绕地球运行的不同卫星的菁优网-jyeoo的值都相同，故A正确；

B、同一卫星离地球越远，根据开普勒第二定律知运行速率越小，故B正确；

C、由开普勒第三定律，不同卫星，轨道的半长轴越长，则周期T越大，故C正确；

D、开普勒第三定律成立的条件是中心天体相同，同一卫星绕不同的行星运行，菁优网-jyeoo的值不相同，故D错误。

本题选择错误的，

故选：D。

【点评】开普勒关于行星运动的三个定律是万有引力定律的发现的基础，是行星运动的一般规律，正确理解开普勒的行星运动三定律是解答本题的关键．

6．（无锡一模）在“金星凌日”的精彩天象中，观察到太阳表面上有颗小黑点缓慢走过，持续时间达六个半小时，那便是金星，如图所示。下面说法正确的是（　　）



A．观测“金星凌日”时可将太阳看成质点

B．地球在金星与太阳之间

C．金星绕太阳公转一周时间小于365天

D．相同时间内，金星与太阳连线扫过的面积等于地球与太阳连线扫过的面积

【分析】当物体的形状、大小对所研究的问题没有影响时，我们就可以把它看成质点；光在同种均匀介质中沿直线传播，金星凌日天象是由光的直线传播形成的；根据开普勒第三定律菁优网-jyeoo＝K分析；根据开普勒第二定律分析。

【解答】解：A、观测“金星凌日”时，如果将太阳看成质点，无法看到“金星凌日”现象，故A错误；

B、“金星凌日”现象的成因是光的直线传播，当金星转到太阳与地球中间且三者在一条直线上时，金星挡住了沿直线传播的太阳光，人们看到太阳上的黑点实际上是金星，由此可知发生金星凌日现象时，金星位于地球和太阳之间，故B错误；

C、根据开普勒第三定律菁优网-jyeoo＝K，可得菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，由题意可知：T地＝365天，R金＜R地，有：T金＜365天，所以金星绕太阳公转一周时间小于365天，故C正确；

D、根据开普勒第二定律，可知在同一轨道内，相同时间内，金星与太阳连线扫过的面积相等，但是不能说金星与太阳连线扫过的面积等于地球与太阳连线扫过的面积，故D错误。

故选：C。

【点评】本题以“金星凌日“为情境载体，考查了光的直线传播、质点、开普勒定律等基础知识，要求学生能够熟练应用相关规律解决此类问题。

7．（历下区校级期中）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．火星与木星公转周期相等

B．火星和木星绕太阳运行速度的大小始终不变

C．太阳位于木星运行椭圆轨道的某焦点上

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

【分析】开普勒的行星运动三定律：

第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上．

第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等．

第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等

【解答】解：A、所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等，则轨道不同周期不同，则A错误

B、对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等，则近日点速度快，远日点速度慢，则B错误

C、所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上，则C正确

D、对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等，为同一星体，则D错误

故选：C。

【点评】正确理解开普勒的行星运动三定律是解答本题的关键．注意第三定律菁优网-jyeoo＝K中，R是半长轴，T是公转周期，K与中心体有关．

8．（渝中区校级期末）太阳系中有一颗绕太阳公转的行星，距太阳的平均距离是地球到太阳平均距离的4倍，则该行星绕太阳公转的周期是（　　）

A．2年 B．4年 C．8年 D．10年

【分析】据开普勒第三定律得出地球和该行星公转半径的三次方与周期的二次方的比值相等，列式求解。

【解答】解：设地球半径为R，则行星的半径为4R；

根据开普勒第三定律得：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

则 T行＝菁优网-jyeooT＝8T；

地球的公转周期为1年，则说明该行星的公转周期为8年；

故选：C。

【点评】解决本题的关键掌握开普勒第三定律，并能正确应用，也可以根据万有引力提供向心力这一思路进行求解。

9．（黔南州月考）两颗行星绕某恒星做匀速圆周运动。若这两颗行星运行的周期之比为3菁优网-jyeoo：1，则它们的轨道半径之比为（　　）

A．3：1 B．9：1 C．27：1 D．1：9

【分析】利用开普勒第三定律，半径的三次方与周期的平方成正比，即可求解.

【解答】解：两行星绕同一天体运动，周期和半径符合开普勒第三定律，即：菁优网-jyeoo＝k，所以菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故轨道半径之比菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故A正确，BCD错误.

故选：A。

【点评】绕着同一天体运动的两个行星，半径和周期符合开普勒第三定律，利用半径的三次方与周期的平方成正比可以直接写出，不用列两个式子相比.

10．（琼山区校级期中）地球的公转轨道接近圆，但彗星的运动轨道是一个非常扁的椭圆如图所示。近日点与太阳中心的距离为r1，远日点到太阳的距离为r2，天文学家哈雷成功预言哈雷彗星的回归，哈雷彗星最近出现的时间是1986年，预测下次飞近地球将在2061年左右。下列说法中正确的是（　　）



A．哈雷彗星椭圆轨道的半长轴是地球公转轨道半径的菁优网-jyeoo倍

B．哈雷彗星椭圆轨道的半长轴是地球公转轨道半径的菁优网-jyeoo倍

C．哈雷彗星在近日点运动的速率为v1与在远日点运动的速率v2之比为1：1

D．哈雷彗星在近日点运动的速率为v1与在远日点运动的速率v2之比为r1：r2

【分析】根据开普勒第三定律 菁优网-jyeoo＝k求解哈雷彗星轨道的半长轴与地球公转半径的关系；

根据开普勒第二定律（面积定律）分析哈雷彗星在近日点运动的速率为与在远日点运动的速率之比。

【解答】解：AB、地球绕太阳公转的周期为1年，哈雷彗星的周期为2061年﹣1986年＝75年，根据开普勒第三定律得菁优网-jyeoo

解得菁优网-jyeoo

故A正确，B错误；

CD．根据开普勒第二定律，取时间微元△t，结合扇形面积公式菁优网-jyeoo，可知菁优网-jyeoo

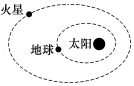
解得菁优网-jyeoo

故CD错误。

故选：A。

【点评】解决本题的关键是利用开普勒第三定律和第二定律处理天体运动的一般规律，多注意总结与灵活应用。

11．（天心区校级期末）如图所示，火星和地球都在围绕着太阳旋转，其运行轨道是椭圆。根据开普勒行星运动定律可知（　　）



A．太阳位于地球运行轨道的中心

B．地球靠近太阳的过程中，运行速率减小

C．火星远离太阳的过程中，它与太阳的连线在相等时间内扫过的面积逐渐增大

D．火星绕太阳运行一周的时间比地球的长

【分析】开普勒的行星运动三定律：

第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上。

第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等。

第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。

【解答】解：A、根据开普勒第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上，而非轨道中心，故A错误；

B、根据开普勒第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等，所以地球靠近太阳的过程中，运行速率将增大，故B错误；

C、根据开普勒第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等。故C错误；

D、根据开普勒第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。由于火星的半长轴比较大，所以火星绕太阳运行一周的时间比地球的长，故D正确；

故选：D。

【点评】该题以地球和火星为例子考查开普勒定律，正确理解开普勒的行星运动三定律是解答本题的关键。

12．（新乡期末）关于天体运动，下列说法正确的是（　　）

A．太阳系中大多数行星的轨道都是圆形

B．在相等的时间内，土星与太阳的连线扫过的面积等于火星与太阳的连线扫过的面积

C．哈雷彗星运动轨迹的半长轴比地球的大，所以哈雷彗星绕太阳运动的周期比地球的小

D．开普勒行星运动三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

【分析】开普勒三定律：轨道定律：所有行星绕恒星的轨道都是椭圆，恒星在椭圆的一个焦点上；面积定律：行星和恒星的连线在相等的时间间隔内扫过相等的面积；周期定律：所有行星绕恒星轨道长半轴的立方与公转周期的平方之比为一定值k（其中k只与中心天体的质量有关）；利用开普勒三定律，逐项分析即可。

【解答】解：A、太阳系内的所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，故A错误；

B、根据开普勒第二定律可知：对太阳系内的任意一个行星来说，它与太阳的连线在相等的时间内扫过相等的面积，是指同一轨道上，不同轨道是不同的，故B错误；

C、根据开普勒第三定律中的公式菁优网-jyeoo＝k，可知半长轴的三次方与公转周期的二次方成正比，哈雷彗星运动轨迹的半长轴比地球的大，所以哈雷彗星绕太阳运动的周期比地球的大，故C错误；

D、根据开普勒第三定律可知：所有行星围绕恒星运转轨迹半长轴的三次方与公转周期的平方之比为一定值k，k只与中心天体的质量有关，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，故D正确；

故选：D。

【点评】本题主要考查开普勒行星运动定律，掌握开普勒行星运动三定律的内容，是解题的关键。

13．（安徽期末）对于开普勒第三定律菁优网-jyeoo＝k，下列说法正确的是（　　）

A．k与a3成正比

B．k与T2成反比

C．k只与中心天体的体积有关

D．该定律不仅适用于行星绕太阳的运动，也适用于卫星绕行星的运动

【分析】开普勒运动定律不仅适用于椭圆运动，也适用于圆周运动，不仅适用于行星绕太阳的运动，也适用于卫星绕行星的运动。式中的k是与中心星体的质量有关的。不同的中心天体，k值是不同的。

【解答】解：ABC、k是由中心星体的质量决定的常数，不同的中心天体k值不同，与行星或卫星的轨道半径和公转周期无关，故ABC错误；

D、开普勒第三定律不仅适用于行星绕太阳的运动，也适用于卫星绕行星的运动，只不过k值不同，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了对开普勒第三定律的理解，开普勒运动定律不仅适用于椭圆运动，也适用于圆周运动，不仅适用于行星绕太阳的运动，也适用于卫星绕行星的运动。式中的k是与中心星体的质量有关的。

14．（商洛期末）关于天体运动，下列说法正确的是（　　）

A．太阳系中大多数行星的轨道都是圆形

B．在相等的时间内，土星与太阳的连线扫过的面积等于火星与太阳的连线扫过的面积

C．开普勒行星运动三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

D．哈雷彗星运动轨迹的半长轴比地球的大，所以哈雷彗星绕太阳运动的周期比地球的小

【分析】开普勒三定律：

①轨道定律：所有行星绕恒星的轨道都是椭圆，恒星在椭圆的一个焦点上。

②面积定律：行星和恒星的连线在相等的时间间隔内扫过相等的面积。

③调和定律（周期定律）：所有行星绕恒星轨道长半轴的立方与公转周期的平方之比为一定值k（其中k只与中心天体的质量有关）。

利用开普勒三定律，逐项分析即可。

【解答】解：A、太阳系内的所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，故A错误；

B、根据开普勒第二定律可知：对太阳系内的任意一个行星来说，它与太阳的连线在相等的时间内扫过相等的面积，是指同一轨道上，不同轨道是不同的，故B错误；

C、根据开普勒第三定律可知：所有行星围绕恒星运转轨迹半长轴的三次方与公转周期的平方之比为一定值k，k只与中心天体的质量有关，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，故C正确；

D、根据开普勒第三定律中的公式菁优网-jyeoo，可知半长轴的三次方与公转周期的二次方成正比。哈雷彗星运动轨迹的半长轴比地球的大，所以哈雷彗星绕太阳运动的周期比地球的大，故D错误。

故选：C。

【点评】本题主要考查开普勒行星运动定律，掌握开普勒行星运动三定律的内容，是解题的关键。

15．（新华区校级期末）关于开普勒三定律，下列说法正确的是（　　）

A．所有行星绕太阳运动的椭圆轨道没有公共的焦点

B．所有行星绕太阳运动的公转速率均保持不变

C．若木星的卫星绕木星运动的半径为R1，周期为T1，地球同步卫星绕地球运动的半径为R2，周期为T2，则菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

D．开普勒第三定律适用于任何行星（或卫星）绕同一中心天体的运动

【分析】熟记理解开普勒的行星运动三定律：

第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上。

第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等。

第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。

【解答】解：A、所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上，故A错误；

B、行星绕太阳运动的轨道半径越大，则运动的速率越小，故B错误。

C、开普勒第三定律菁优网-jyeoo，K与中心天体有关，中心天体不一样，则K不一样，而卫星绕木星运动，与地球同步卫星绕地球运动中心天体不同，故半径的三次方与周期的二次方比值不同，故C错误。

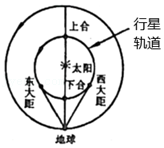
D、开普勒第三定律适用于任何行星（或卫星）绕同一中心天体的运动，故D正确；

故选：D。

【点评】熟记开普勒行星运动三定律，并能熟练应用，注意开普勒第三定律菁优网-jyeoo，K与中心天体有关，中心天体不一样，则K不一样。

**二．多选题（共15小题）**

16．（湖北期中）水星是地球上最难观测的行星，因为它离太阳太近，总是湮没在太阳的光辉里。2021年1月24日出现了水星东大距，为观测水星的最佳时间。在地球上观测，若太阳与地内行星（金星、水星）可视为质点，太阳和地球的连线与地内行星和地球的连线夹角有最大值时叫大距，地内行星在太阳东边时为东大距，在太阳西边时为西大距，如图所示。地内行星与地球可认为在同一平面内的圆轨道上运动，且公转绕行方向相同。已知水星到太阳的平均距离约为0.4天文单位（1天文单位为太阳与地球间的平均距离），金星到太阳的平均距离约为0.7天文单位。不计行星间相互作用的引力，则下列说法正确的是（　　）



A．地球的公转周期约为水星的2.5倍

B．水星公转的线速度比金星公转的线速度大

C．在相等时间内，水星和太阳的连线扫过的面积与金星和太阳的连线扫过的面积相等

D．金星相邻两次东大距的时间间隔比水星相邻两次东大距的时间间隔长

【分析】由开普勒第三定律可得公转周期比值；由万有引力提供向心力可确定线速度表达式，可确定其的比值；根据开普勒第二定律解释C选项；根据开普勒第三定律，结合题意分析D选项。

【解答】解：A.根据开普勒第三定律可知：

菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo≈4

地球的公转周期约为水星的4倍，故A错误；

B.根据菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

可知：v＝菁优网-jyeoo

可得水星公转的线速度比金星公转的线速度大，故B正确；

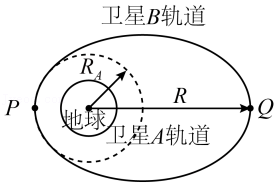
C.根据开普勒第二定律，因水星和金星绕太阳运行的轨道不同，则在相等时间内，水星和太阳的连线扫过的面积与金星和太阳的连线扫过的面积不相等，故C错误；

D.根据开普勒第三定律，因金星的轨道半径较大，则周期长，则金星两次东大距的间隔时间比水星长，故D正确。

故选：BD。

【点评】本题主要考查开普勒三大定律以及万有引力提供向心力的表达式，对学生获取信息的能力有较高的要求。

17．（杭州期中）如图所示是卫星A、B绕地球运动的轨道示意图，其中卫星A做匀速圆周运动，轨道半径分别RA，卫星B沿椭圆轨道运动，椭圆轨道与卫星A的圆轨道相切于P点，椭圆轨道远地点到地心距离为R。已知卫星A绕地球运动周期为T，且卫星绕地球运动与行星绕太阳运动具有相似的规律，则（　　）



A．卫星B沿椭圆轨道运动时，在P点时的速度比在Q点时小

B．卫星B的周期比卫星A的周期大

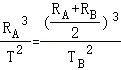
C．卫星B从P第一次到Q的时间为菁优网-jyeoo

D．卫星B从P第一次到Q的时间为菁优网-jyeoo

【分析】根据开普勒第二定律可判断近地点和远地点的速度大小，根据开普勒第三定理可以比较不同轨道上的周期大小关系，既而求解出卫星从P第一次到Q的时间。

【解答】解：A、根据开普勒第二定律，卫星与地球的连线在相等的时间内扫过的面积相等，故卫星B在近地点的速度比远地点的速度大，即在P点时的速度比在Q点时大，故A错误；

B、根据开普勒第三定律，绕同一中心天体运动，轨道半长轴的三次方与周期的平方的比值是一个定值，由图得，卫星B的轨道半长轴大于卫星A的轨道半径，故卫星B的周期大于卫星A的周期，故B正确；

CD、根据开普勒第三定律得：，卫星从P第一次到Q的时间为菁优网-jyeoo，联立解得：菁优网-jyeoo，故C错误，D正确；

故选：BD。

【点评】本题考查开普勒定律，注意开普勒第三定律：绕同一中心天体运动，轨道半长轴的三次方与周期的平方的比值是一个定值。

18．（蚌山区校级期中）关于行星绕太阳运动，根据开普勒第三定律菁优网-jyeoo＝k，下列说法中正确的有（　　）

A．k是一个仅与中心天体有关的常量

B．T表示行星的公转周期

C．若地球绕太阳运转的半长轴为a1，周期为T1，月亮绕地球运转的半长轴为a2，周期为T2，由开普勒第三定律可得菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

D．离太阳越近的行星的运动周期越短

【分析】开普勒第一定律是太阳系中的所有行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上．

在相等时间内，太阳和运动着的行星的连线所扫过的面积都是相等的．

开普勒第三定律中的公式菁优网-jyeoo，可知半长轴的三次方与公转周期的二次方成正比．

【解答】解：A、结合万有引力定律可知，开普勒第三定律菁优网-jyeoo＝k中k是一个与行星无关的常量，与恒星的质量有关，故A正确。

B、开普勒第三定律中的公式菁优网-jyeoo，可知半长轴的三次方与公转周期的二次方成正比，所以T表示行星的公转周期，故B正确

C、开普勒第三定律中的公式菁优网-jyeoo是行星绕太阳运动的情况；地球与月亮公转时的环绕的中心天体不同，所以菁优网-jyeoo≠菁优网-jyeoo，故C错误；

D、根据开普勒第三定律中的公式菁优网-jyeoo，离太阳越近的行星的运动周期越短。故D正确。

故选：ABD。

【点评】行星绕太阳虽然是椭圆运动，但我们可以当作圆来处理，同时值得注意是周期是公转周期．

19．（龙岗区期末）关于开普勒行星运动的公式菁优网-jyeoo＝k，下列理解正确的是（　　）

A．T表示行星运动的自转周期

B．T表示行星运动的公转周期

C．k是一个与行星无关的常量

D．若地球绕太阳运转轨道的半长轴为a地，周期为T地；月球绕地球运转轨道的半长轴为a月，周期为T月，则菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

【分析】开普勒第三定律：对于同一天体系统，行星轨道半长轴的三次方与其公转周期的平方成正比。

【解答】解：开普勒行星运动的公式菁优网-jyeoo＝k；

AB、T表示行星运动的公转周期，故A错误，B正确；

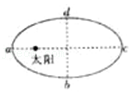
C、k是与中心天体质量有关，与行星无关的常量，故C正确；

D、地球绕太阳运转，中心天体是太阳，月球绕地球运转，中心天体是地球，故公式中的k不同，故D错误；

故选：BC。

【点评】要识记开普勒第三定律内容与公式，注意公式中的常数k对同一天体系统是相同的，对不同的天体系统是不同的；a表示行星轨道半长轴的，轨道是圆时，表示轨道半径。

20．（新华区校级期末）如图所示，某行星绕太阳运动的轨道为一椭圆，ac和bd分别为椭圆的长轴和短轴。若行星运动周期为T，经过ab段、bc段，cd段和da段所用时间分别为tab、tbc、tcd和tda，则（　　）



A．tab＞tbc B．tbc＞tad C．tbc＝菁优网-jyeoo D．tab+tbc＝菁优网-jyeoo

【分析】行星绕太阳运动遵循开普勒行星运动定律，根据开普勒第二定律，结合几何关系即可解答。

【解答】解：A、根据开普勒第二定律知，行星离太阳越近，运动越快，则tab＜tbc，故A错误；

B、根据对称性可知，tad＝tab，则知tbc＞tad，故B正确；

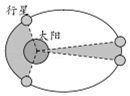
C、由于行星在bc段运动比在ab段运动慢，结合对称性可知，tbc＞菁优网-jyeoo，故C错误；

D、根据对称性可知，tab+tbc＝tda+tcd，则tab+tbc＝菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：BD。

【点评】解决本题的关键要掌握开普勒行星运动定律，能根据开普勒第二定律比较行星运动的快慢，结合对称性分析运动时间与周期的关系。

21．（大兴区期末）下列关于开普勒行星运动定律及相关结论，说法正确的是（　　）



A．所有行星围绕太阳的运动轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的行星一个焦点上

B．对于任意一个行星，它与太阳的连线在相等的时间内扫过相等的面积

C．对于任意一个行星，在近日点的速率小于在远日点的速率

D．距离太阳越远的行星运行周期越长

【分析】开普勒的行星运动三定律：

第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上。

第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等。

第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。其表达式菁优网-jyeoo。

【解答】解：A、开普勒第一定律的内容为所有行星分别沿不同大小的椭圆轨道绕太阳运动，太阳处于椭圆的一个焦点上，故A正确；

B、开普勒第二定律的内容为对于任意一个行星来说，它与太阳的连线在相等的时间内扫过相等的面积，故B正确；

C、根据面积定律可知，对于任意行星在近日点的速率大于在远日点的速率，故C错误；

D、开普勒第三定律内容为所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等，菁优网-jyeoo，故距离太阳越远的行星运行周期越长，故D正确。

故选：ABD。

【点评】正确理解开普勒的行星运动三定律是解答本题的关键。注意理解面积定律是对确定的一颗行星，不是不同行星。知道行星在远日点的速率小于在近日点的速率。

22．（郑州月考）下列说法正确的是（　　）

A．地球绕太阳运动的轨道是一个椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上

B．火星与木星公转周期之比的平方等于它们轨道半长轴之比的三次方

C．海王星是牛顿运用万有引力定律，经过大量计算而发现的，被人们称为“笔尖上的行星”

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

【分析】第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上。

第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等。

第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。

【解答】解：A、所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上，故A正确；

B、所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值相等，故B正确；

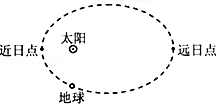
C、海王星是运用万有引力定律发现的，是法国数学家勒威耶经过大量的计算后发现的，但不是牛顿运用万有引力定律计算而发现的，故C错误；

D、相同时间内，火星与太阳连线扫过的面积不等于木星与太阳连线扫过的面积。开普勒第二定律是对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等，故D错误。

故选：AB。

【点评】开普勒关于行星运动的三定律是万有引力定律得发现的基础，是行星运动的一般规律，正确理解开普勒的行星运动三定律是解答本题的关键。

23．（阿勒泰地区期末）地球围绕太阳沿椭圆轨道运动，地球从远日点向近日点运动过程中，下列说法正确的是（　　）



A．速度变小 B．速度变大 C．加速度变小 D．加速度变大

【分析】从远日点向近日点运动过程中，地球距离太阳越来越近，引力做正功，根据动能定理可知，动能增加，即速度变大，但机械能守恒。

根据万有引力提供向心力分析加速度的变化。

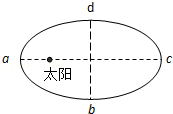
【解答】解：A、从远日点向近日点运动过程中，地球距离太阳越来越近，引力做正功，根据动能定理可知，动能增加，即速度变大，故A错误，B正确。

C、根据万有引力提供向心力得：菁优网-jyeoo，可知地球从远日点向近日点运动过程中，万有引力增大，向心加速度增大。故C错误，D正确。

故选：BD。

【点评】本题要知道从远日点向近日点运动过程中，地球距离太阳越来越近，引力做正功，动能增大，但机械能守恒。

24．（榆阳区校级二模）如图所示，在某行星的轨道上有a、b、c、d四个对称点，若行星运动周期为T，则行星（　　）



A．从b到c的运动时间等于从d到a的时间

B．从d经a到b的运动时间小于从b经c到d的时间

C．从a到b的时间tab＜菁优网-jyeoo

D．从c到d的时间tcd＜菁优网-jyeoo

【分析】根据开普勒行星运动第二定律，即面积定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等，即可求解．

【解答】解：

根据开普勒第二定律知：在相等时间内，太阳和运动着的行星的连线所扫过的面积都是相等的。据此，行星运行在近日点时，与太阳连线距离短，故运行速度大，在远日点，太阳与行星连线长，故运行速度小。即在行星运动中，远日点的速度最小，近日点的速度最大。

图中a点为近日点，所以速度最大，c点为远日点，所以速度最小。

A、那么从b到c的运动时间大于从d到a的时间，故A错误；

B、从d经a到b的运动时间小于从b经c到d的时间，故B正确；

C、从a到b的时间tab＜菁优网-jyeoo，故C正确；

D、从c到d的时间tcd＞菁优网-jyeoo，故D错误。

故选：BC。

【点评】对开普勒第二定律的理解．远日点连线长，在相等时间扫过相同面积，故速度小，近日点连线短，在相等时间扫过相同面积，故速度大．

25．（钦州期末）有关开普勒关于行星运动的描述，下列说法中正确的是（　　）

A．所有的行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上

B．所有的行星绕太阳运动的轨道都是圆，太阳处在圆心上

C．所有的行星轨道的半长轴的二次方跟公转周期的三次方的比值都相等

D．不同的行星绕太阳运动的椭圆轨道是不同的

【分析】熟记理解开普勒的行星运动三定律：

第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上．

第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等．

第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等

【解答】解：A、B：第一定律的内容为：所有行星分别沿不同大小的椭圆轨道绕太阳运动，太阳处于椭圆的一个焦点上。故A正确，B错误。

C、由第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。故C错误。

D、由第一定律知道所有行星分别沿不同大小的椭圆轨道绕太阳运动，故D正确。

故选：AD。

【点评】正确理解开普勒的行星运动三定律是解答本题的关键

26．（洛南县校级期中）有关开普勒关于行星运动的描述，下列说法中正确的是（　　）

A．所有的行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上

B．所有的行星绕太阳运动的轨道都是圆，太阳处在圆心上

C．所有的行星轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等

D．不同的行星绕太阳运动的椭圆轨道是不同的

【分析】熟记理解开普勒的行星运动三定律：

第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上．

第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等．

第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等．

【解答】解：A、B：第一定律的内容为：所有行星分别沿不同大小的椭圆轨道绕太阳运动，太阳处于椭圆的一个焦点上。

故A正确，B错误。

C、由第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。故C正确。

D、由第一定律知道所有行星分别沿不同大小的椭圆轨道绕太阳运动，故D正确。

故选：ACD。

【点评】正确理解开普勒的行星运动三定律是解答本题的关键．

27．（南山区校级期中）我国计划于2020年发射火星探测器，若探测器绕火星的运动、地球和火星绕太阳的公转均视为匀速圆周运动，相关数据如表，则下列判断正确的是（　　）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 行星 | 行星半径/m | 行星质量/kg | 行星公转轨道半径 | 行星公转周期 |
| 地球 | 6.4×106 | 6.0×1024 | R地＝1.5×1011m | T地 |
| 火星 | 3.4×106 | 6.4×1023 | R火＝2.3×1011m | T火 |

A．T地＞T火

B．火星的第一宇宙速度小于地球的第一宇宙速度

C．火星表面的重力加速度小于地球表面重力加速度

D．探测器绕火星运动周期的平方与其轨道半径的立方之比与菁优网-jyeoo相等

【分析】根据万有引力提供向心力得出周期与轨道半径的关系，结合轨道半径的大小比较周期的大小，根据万有引力提供向心力得出第一宇宙速度的表达式，结合中心天体质量和半径的关系比较第一宇宙速度，根据万有引力等于重力得出重力加速度的表达式，结合中心天体质量和半径的关系比较重力加速度，根据开普勒第三定律分析周期和轨道半径的关系。

【解答】解：A、地球和火星绕太阳做圆周运动，根据G菁优网-jyeoo＝mr菁优网-jyeoo得，T＝菁优网-jyeoo，火星的轨道半径大于地球的轨道半径，则火星的周期大于地球的周期，即T地＜T火，故A错误；

B、根据G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，可得第一宇宙速度v＝菁优网-jyeoo，菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeookg/m≈1.9×1017kg/m，菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeookg/m≈9.4×1017kg/m，由于火星质量与火星半径之比小于地球质量与地球半径之比，则火星的“第一宇宙速度”小于地球的第一宇宙速度，故B正确；

C、根据G菁优网-jyeoo＝mg，可得g＝菁优网-jyeoo，由于火星质量与火星半径平方之比小于地球质量与地球半径平方比，则火星表面的重力加速度小于地球表面的重力加速度，故C正确；

D、根据开普勒第三定律，可知菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，由于探测器是绕火星运动，火星绕太阳运动，中心天体不一样，所以探测器绕火星运动周期的平方与其轨道半径的立方之比与菁优网-jyeoo不相等，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查了万有引力定律的基本运用，掌握万有引力定律的两个重要理论：万有引力等于重力和万有引力提供向心力，并能灵活运用。

28．（蛟河市校级期中）下列关于行星运动的说法，不正确的是（　　）

A．行星轨道的半长轴越长，自转周期就越长

B．行星轨道的半长轴越长，公转周期就越长

C．水星轨道的半长轴最短，公转周期就最长

D．海王星离太阳“最远”，公转周期就最长

【分析】熟记理解开普勒的行星运动第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。其表达式菁优网-jyeoo＝k。

【解答】解：AB、所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等。其表达式菁优网-jyeoo＝k，行星轨道的半长轴越长，公转周期就越长。故A不正确，B正确；

C、水星轨道的半长轴最短，公转周期就最小，故C不正确；

D、海王星离太阳“最远”，公转周期就最长，故D正确；

本题选不正确的，故选：AC。

【点评】正确理解开普勒的行星运动第三定律是解答本题的关键，知道T是公转周期。

29．（汉中期末）科幻电影《流浪地球》中讲述了人类想方设法让地球脱离太阳系的故事。地球流浪途中在接近木星时被木星吸引，当地球快要撞击木星的危险时刻，点燃木星产生强大气流推开地球拯救了地球。若逃逸前，地球、木星沿各自的椭圆轨道绕太阳运行，且航天器在地球表面的重力为G1，在木星表面的重力为G2，地球与木星均可视为球体，其半径分别为R1、R2，则下列说法正确的是（　　）

A．地球逃逸前，其在相等时间内与太阳连线扫过的面积相等

B．木星与地球的第一宇宙速度之比为菁优网-jyeoo

C．地球与木星绕太阳公转周期之比的立方等于它们轨道半长轴之比的平方

D．地球与木星的质量之比为菁优网-jyeoo

【分析】（1）根据开普勒第二定律判断；

（2）根据万有引力等于向心力求出第一宇宙速度表达式；

（3）开普勒第三定律菁优网-jyeoo＝k判断；

（4）探测器在火星和地球上质量不变，根据重力等于万有引力求质量求解地球质量和木星质量即可；

【解答】解：A根据开普勒第一定律知，地球与太阳的连线在相同的时间内扫过的面积相等，故A正确；

B．根据菁优网-jyeoo知，第一宇宙速度为菁优网-jyeoo，所以地球与木星的第一宇宙速度之比为菁优网-jyeoo，故B错误；

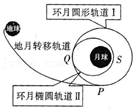
C．根据开普勒第三定律知，地球与木星绕太阳公转周期的平方之比等于它们轨道半长轴的立方之比；故C错误；

D．根据菁优网-jyeoo知，星球的质量为菁优网-jyeoo，所以地球和木星的质量之比为菁优网-jyeoo，故D正确；

故选：AD。

【点评】解决该题的关键是熟记开普勒三定律，熟记万有引力定律，会推导第一宇宙速度；

30．（湖北月考）2018年12月8日，在西昌卫星发射中心由长征三号乙运载火箭成功发射嫦娥四号。如图所示为嫦娥四号发射及运行图。嫦娥四号被发射后，沿地月转移轨道运动到P点，实施近月制动，进入了距月球表面约100公里的环月圆形轨道Ⅰ，在此轨道上运行速度为v。适当时机在Q点再次制动，进入近月点距月球表面约15公里、远月点距月球表面约100公里环月椭圆轨道Ⅱ，运行到近月点S点制动实施降月。关于嫦娥四号的运行及变轨，下列说法正确的是（　　）



A．嫦娥四号在地球上发射速度可能小于7.9km/s

B．嫦娥四号分别在环月轨道Ⅰ、Ⅱ上经过Q点时的速度相同

C．嫦娥四号在环月轨道Ⅰ上运动时的机械能大于在轨道Ⅱ上运动时的机械能

D．嫦娥四号在轨道Ⅰ上运行时的周期大于在轨道Ⅱ上运动时的周期

【分析】根据开普勒第三定律分析周期关系。卫星在轨道上运动，由万有引力产生加速度，根据万有引力大小判断加速度的大小；轨道越高，机械能越大；根据开普勒第三定律，在椭圆轨道的近地点的速度大于远地点的速度。

【解答】解：A、地球第一宇宙速度7.9km/s是发射卫星的最小速度，所以嫦娥四号在地球上发射速度不可能小于7.9km/s，故A错误；

B、从Ⅰ轨道上Q点减速后，才能进入Ⅱ轨道，所以嫦娥四号分别在环月轨道Ⅰ上经过Q点时的速度大于嫦娥四号分别在环月轨道Ⅱ上经过Q点时的速度，故B错误；

C、嫦娥四号分别在环月轨道Ⅰ、Ⅱ上经过Q点势能相等，则机械能EⅠ＞EⅡ，故C正确；

D、由开普勒第三定律知菁优网-jyeoo，其中RⅠ＞RⅡ，则TⅠ＞TⅡ，故D正确。

故选：CD。

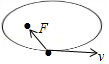
【点评】理解宇宙速度的物理意义和卫星变轨原理是解决本题的关键，应用“越远越慢”这一规律可以方便解决此类问题。

**三．填空题（共10小题）**

31．（湖北期中）开普勒行星运动三定律不仅适用于行星绕太阳的运动，也适用于卫星绕行星的运动。“东方红一号”卫星是我国于1970年4月24日发射的第一颗人造地球卫星，由“长征一号”运载火箭送入近地点441km、远地点2368km的椭圆轨道，则“东方红一号”卫星在近地点的速度　大于　（填“大于”、“等于”或“小于”）在远地点的速度。已知地球同步卫星距地面高度为3.6×104km，周期为24h，地球视为半径为6.4×103km的球体，则“东方红一号”卫星运行的周期为　2　h（结果保留一位有效数字）。

【分析】根据开普勒第二定律分析近地点与远地点的速度大小；

已知地球同步卫星距做圆周运动的半径和周期，由“东方红一号”卫星近地点和远地点的距离得知它的椭圆轨道半长轴的大小，再根据开普勒第三定律知：菁优网-jyeoo，得出“东方红一号”卫星运行的周期。

【解答】解：“东方红一号”卫星由近日点向远日点运动过程中，其受到地球的万有引力与它运动的速度成钝角，如图所示：速度一直在减小，故“东方红一号”卫星在近地点的速度大于在远地点的速度；

设“东方红一号”卫星的半长轴大小为a，运动周期为T1，由近日点和远日点的距离可以得出菁优网-jyeoo，

设同步卫星的周期为T，半径为r，地球半径为R，由题意可知：T＝24h，r＝R+h＝4.24×104km，

由开普勒第三定律得：

菁优网-jyeoo，故“东方红一号”卫星运行的周期为2h；

故答案为：大于；2。

【点评】本题着重考查学生对开普勒运动定律的理解与应用，特别是开普勒第三定律可以适用绕同一中心天体运行椭圆轨道的卫星也适用在圆轨道的卫星，本题计算量较大容易出错。

32．（凉州区校级期中）宇宙飞船围绕太阳在近似圆周的轨道运动，若其轨道半径是地球轨道半径的9倍，则它们飞船绕太阳运行的周期是　27　 年．

【分析】开普勒第三定律中的公式菁优网-jyeoo＝k，可知半长轴的三次方与公转周期的二次方成正比．

【解答】解：开普勒第三定律中的公式菁优网-jyeoo＝k，周期T＝菁优网-jyeoo，

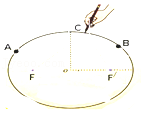
飞船围绕太阳在近似圆形的轨道上运动，若轨道半径是地球轨道半径的9倍，

所以飞船绕太阳运行的周期是地球绕太阳周期的27倍，即小行星绕太阳运行的周期是27年．

故答案为：27．

【点评】本题考查开普勒第三定律，要知道开普勒第三定律公式菁优网-jyeoo＝k，其中k与环绕天体无关，由中心天体决定．

33．（湖南学业考试）如图所示，是按课本要求用图钉和细绳画椭圆，这就可以形象地表示行星的轨道和太阳的位置．如果太阳处在焦点F上，行星在A点的速率　大于　（填“大于”或“小于”）行星在B 点的速率，已知行星与太阳的连线在C到A所扫过的面积S1与连线在B到C的所扫过的面积S2相等，则行星从C到A的时间t1　等于　行星从B到C的时间t2（填“等于”或“不等于”）．



【分析】开普勒第二定律的内容，对任意一个行星来说，它与太阳的连线在相等时间内扫过相等的面积． 行星沿着椭圆轨道运行，太阳位于椭圆的一个焦点上．如果时间间隔相等，即t2﹣t1＝t4﹣t3，那么面积A＝面积C由此可知行星在远日点B的速率小，在近日点C的速率大．

【解答】解：根据开普勒第二定律，对任意一个行星来说，它与太阳的连线在相等时间内扫过相等的面积．

由于A点更靠近太阳，所以VA＞VC，即A点的速率大．

行星与太阳的连线在C到A所扫过的面积S1与连线在B到C的所扫过的面积S2相等，根据开普勒第二定律可知，行星从C到A的时间与B到C的时间相等，即t1＝t2 ．

故答案为：大于；等于

【点评】考查了开普勒第二定律，明确开普勒定律的内容：

第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上．

第二定律：对每一个行星而言，太阳行星的连线在相同时间内扫过的面积相等．

第三定律：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等．

34．（玉林期末）开普勒第一定律：所有行星绕　太阳　运动的轨道都是　椭圆　，太阳处在椭圆的一个　焦点　上。

【分析】这是对开普勒三定律的考查，涉及第一个定律。

【解答】解：

开普勒三定律的第一个说：所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上；

故答案为：太阳、椭圆、焦点，

【点评】考查基本的定律，虽然考查的是第一个，但是应该把其他几个都掌握好。

35．（南岔区校级期中）开普勒第一定律：所有行星绕太阳运动的轨道都是　椭圆　，太阳处在　椭圆的一个焦点上　。

【分析】这是对开普勒三定律的考查，涉及第一个定律。

【解答】解：

开普勒三定律的第一个说：所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上

故答案为：．椭圆，椭圆的一个焦点上。

【点评】考查基本的定律，虽然考查的是第一个，但是应该把其他几个都掌握好。

36．（雁塔区校级期末）地球和木星绕太阳运动的轨道都可以看做是圆形，已知木星的轨道半径约为地球轨道半径的5倍，则木星绕太阳运动的周期为　11.2　年．

【分析】根据开普勒第三定律，有菁优网-jyeoo＝k比较可得出木星绕太阳运行的周期．

【解答】解：根据开普勒第三定律，有：菁优网-jyeoo＝k

知：T2＝菁优网-jyeoo木星围绕太阳在近似圆形的轨道上运动，若轨道半径是地球轨道半径的5倍，则可知木星绕太阳运行的周期是地球周期的11.2倍，即小行星绕太阳运行的周期是11.2年．

故答案为：11.2

【点评】本题考查开普勒第三定律的应用，要注意在物理学中如果要求一个物理量之比，我们应该把这个物理量先用已知的物理量表示出来，再进行作比．

37．（岢岚县校级期中）已知两行星绕太阳运动的半长轴之比为b，则他们的公转周期之比为　b菁优网-jyeoo：1　．

【分析】根据开普勒第三定律得，菁优网-jyeoo，中心天体相同，则地球和该行星公转半径的三次方与周期的二次方的比值相同，即可求解．

【解答】解：由开普勒第三定律得：菁优网-jyeoo，它们的公转周期的平方之比等于b3：1；

则它们的公转周期之比为b菁优网-jyeoo：1．

故答案为：b菁优网-jyeoo：1

【点评】考查开普勒第三定律的应用，注意适用条件是同一个中心天体，不难属于基础题．

38．（迎泽区校级期中）人类认识行星运动规律的曲折过程给我们的启示：从地心说的直接经验开始，到日心说的转变，不是简单的参考系的变化，而是人类思想的一次重大解放，此次人类的视野超越了地球．在此基础上德国天文学家　开普勒　仔细整理了丹麦天文学家　第谷　留下的长期观测资料，并进行了详细的分析．为了解释计算结果与其导师观测数据间的8’差异，他摒弃了保留在人们心目中所钟爱的完美图形（即行星做匀速圆周运动的假设），提出了行星的运动轨道是椭圆的新观点．经过10多年的悉心研究，终于发现了后来以他的名字命名的行星运动定律．从此他也得到了“天空的立法者”的光荣称号．

【分析】本题考查了物理学史，人类认识行星运动规律出现的几位物理学家及其事迹．

【解答】解：德国天文学家 开普勒仔细整理了丹麦天文学家 第谷留下的长期观测资料，并进行了详细的分析得出了开普勒三定律．故答案为：开普勒 第谷

【点评】了解部分物理学史，知道部分科学家的事迹，难度较小．

39．（碑林区校级学业考试）400年前，一位德国天文学家提出了行星运动的三大定律，揭开了行星运动的奥秘．这位天文学家是　开普勒　．

【分析】发现行星运动的三个定律的天文学家开普勒，从而即可分析解答．

【解答】解：开普勒在第谷观测的天文数据的基础上，研究总结得出了行星运动的三个定律，

且开普勒三定律的第一个说：所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上；

故答案为：开普勒

【点评】对于物理学上重大发现、发明，要加强记忆，可以培养学习兴趣，还能学到科学精神．

40．（金安区校级期中）地球绕太阳运行的轨道半长轴为1.50×1011 m，周期为365天；月球绕地球运行的轨道半长轴为3.8×108 m，周期为27.3天；则对于绕太阳运动的行星菁优网-jyeoo的值为　3.4×1018m3/s2　，对于绕地球运动的卫星菁优网-jyeoo的值为　9.8×1012m3/s2　。

【分析】据开普勤第三定律得环绕天体轨道半长轴的三次方和公转周期的二次方之比为一定值，故根据地球绕太阳运动可以求得绕太阳运行的行星的K值，同理绕地球人的造卫星的K值亦可以由月球绕地球运动求得。

【解答】解：1天＝24×3600s

地球绕太阳运动的菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝3.4×1018 m3/s2

月球绕地球运动的菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝9.8×1012 m3/s2

根据开普勤第三定律可得：绕太阳运动的行星菁优网-jyeoo＝3.4×1018 m3/s2；绕地球运动的卫星菁优网-jyeoo＝9.8×1012 m3/s2。

故答案为3.4×1018m3/s2；9.8×1012m3/s2

【点评】注意时间单位的换算，以及比值是有单位的。熟悉开普勒第三定律，由地球得到其它行星绕太阳运动的菁优网-jyeoo，由月球绕地球运动得到所有卫星绕地于运动的菁优网-jyeoo。

**四．计算题（共2小题）**

41．（广陵区校级月考）关于行星的运动，开普勒第三定律指出：行星绕太阳运动的椭圆轨道的半长轴a的三次方与它的公转周期T的二次方成正比，即菁优网-jyeoo＝k，k是一个对所有行星都相同的常量。

（1）将行星绕太阳的运动按匀速圆周运动处理，请推导太阳系中该常量k的表达式。（已知引力常量为G，太阳的质量为M）

（2）开普勒定律不仅适用于太阳系，它对一切具有中心天体的引力系统（如地月系统）都成立。经测定月地距离为r1＝3.8×108m，月球绕地球运动的周期T1＝2.4×106S。

①推导地球质量M地的表达式。

②估算其数值。（G＝6.67×10﹣11N•m2/kg2，结果保留一位有效数字）

【分析】考察牛顿万有引力的运用，要熟记向心力的几种变换式，题设给出周期则用周期的变换式，通过变换式即可推导出常数k的表达式和地球质量的表达式

【解答】解：

（1）万有引力提供向心力有菁优网-jyeoo①

又菁优网-jyeoo②

联立得菁优网-jyeoo

（2）菁优网-jyeoo变形得菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

代入数据计算得菁优网-jyeoo

答：（1）菁优网-jyeoo

（2）①菁优网-jyeoo

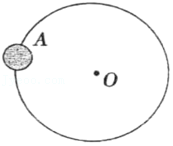
②菁优网-jyeoo

【点评】该题属于较为简单的推导题，万有引力提供向心力，看清题设要推导的量进而选择合适的变换式，通过周期及半径推导出星球的质量和密度是常见的题型，要熟练掌握和理解其推导过程

42．（市中区校级月考）2019年4月人类首张黑洞照片公布，再一次激起了人们对浩瀚宇宙深入探索的热情，经长期观测发现，宇宙中绕某恒星O运行的行星A可看成做匀速圆周运动，如图所示，行星A的轨道半径为R0．周期为T0，但其实际运行的轨道与圆轨道总存在一些偏离，且周期性地每隔t0时间发生一次最大的偏离（总体上行星仍然可看成匀速圆周运动）。天文学家认为形成这种现象的原因可能是A行星在远离恒星方向的外侧与其共面的圆形轨道上可能还存在着一颗未知轨道半径的行星B（认为B近似做匀速圆周运动），已知t0＝菁优网-jyeooT0，则

（1）请说明A、B两行星的圆周运动方向是否相同；

（2）求行星B的轨道半径。



【分析】（1）A、B周期性发生一次最大的偏离，且间隔时间t0＝菁优网-jyeooT0，说明它们做圆周运动方向相反。

（2）A、B周期性地“相遇”（指A、B、O在同一侧共线），t0为它们“相遇”的周期，由菁优网-jyeoo＝2π，可以算出 TB和T0的关系，再根据开普勒第三定律求出行星B的轨道半径。

【解答】解：（1）A、B周期性地每隔t0时间发生一次最大的偏离，且t0＝菁优网-jyeooT0，即它们“相遇”（指A、B、O在同一侧共线）周期小于T0，说明它们做圆周运动方向相反。

（2）A行星发生最大偏离时，A、B行星与恒星在同一直线上且位于恒星同一侧，设行星B的运行周期为T、半径为R，则有：

菁优网-jyeoo＝2π TB＝8T0

根据开普勒第三定律：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

解得：RB＝4R0

答：（1）A、B做圆周运动方向相反。

（2）行星B的轨道半径为4R0。

【点评】本题考查了圆周运动周期、开普勒定律等知识点。关键点：正确理解t0＝菁优网-jyeooT0，这个条件是解决本题的关键。