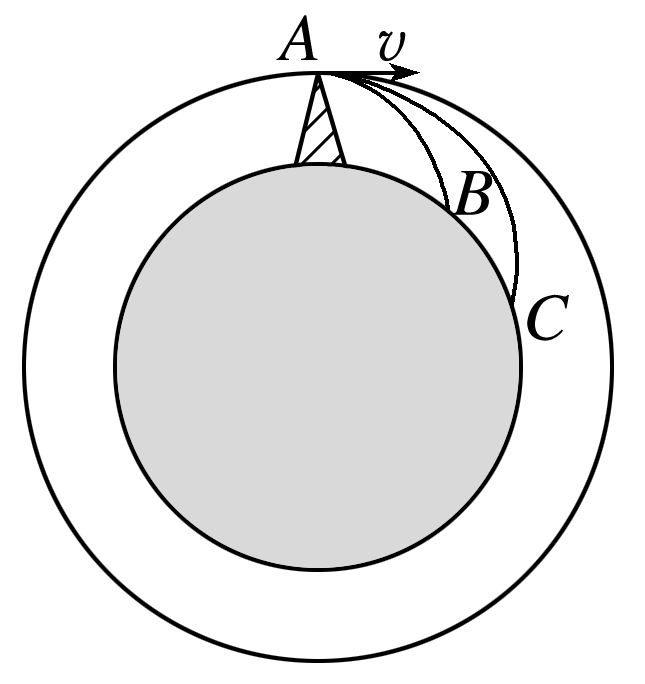
## 宇宙速度与人造地球卫星

## 知识点：宇宙航行

一、宇宙速度

1.牛顿的设想

如图所示，把物体从高山上水平抛出，如果速度足够大，物体就不再落回地面，它将绕地球运动，成为人造地球卫星.



图

2.第一宇宙速度的推导

(1)已知地球质量*m*地和半径*R*，物体绕地球的运动可视为匀速圆周运动，万有引力提供物体运动所需的向心力，即＝*m*，可得*v*＝.

(2)已知地面附近的重力加速度*g*和地球半径*R*，由*mg*＝*m*得：*v*＝.

(3)三个宇宙速度及含义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 数值 | 意义 |
| 第一宇  宙速度 | 7.9 km/s | 物体在地面附近绕地球做匀速圆周运动的速度 |
| 第二宇  宙速度 | 11.2 km/s | 在地面附近发射飞行器使物体克服地球引力，永远离开地球的最小地面发射速度 |
| 第三宇  宙速度 | 16.7 km/s | 在地面附近发射飞行器使物体挣脱太阳引力束缚，飞到太阳系外的最小地面发射速度 |

二、人造地球卫星

1.1957年10月4日，世界上第一颗人造地球卫星发射成功.1970年4月24日，我国第一颗人造地球卫星“东方红1号”发射成功.为我国航天事业作出特殊贡献的科学家钱学森被誉为“中国航天之父”.

2.地球同步卫星的特点

地球同步卫星位于赤道上方高度约36 000 km处，因相对地面静止，也称静止卫星.地球同步卫星与地球以相同的角速度转动，周期与地球自转周期相同.

三、载人航天与太空探索

1.1961年苏联宇航员加加林进入东方一号载人飞船，铸就了人类首次进入太空的丰碑.

2.1969年，美国阿波罗11号飞船发射升空，拉开人类登月这一伟大历史事件的帷幕.

3.2003年10月15日9时，我国神舟五号宇宙飞船把中国第一位航天员杨利伟送入太空，截止到2017年底，我国已经将11名航天员送入太空，包括两名女航天员.

4.2013年6月，神舟十号分别完成与天宫一号空间站的手动和自动交会对接；2016年10月19日，神舟十一号完成与天宫二号空间站的自动交会对接.2017年4月20日，我国发射了货运飞船天舟一号，入轨后与天宫二号空间站进行自动交会对接、自主快速交会对接等3次交会对接及多项实验.

## 技巧点拨

一、三个宇宙速度

1.第一宇宙速度

(1)两个表达式

思路一：万有引力提供向心力，由*G*＝*m*得*v*＝

思路二：重力提供向心力，由*mg*＝*m*得*v*＝

(2)含义

①近地卫星的圆轨道运行速度，大小为7.9 km/s，也是卫星圆轨道的最大运行速度.

②人造卫星的最小发射速度，向高轨道发射卫星比向低轨道发射卫星困难，需要更多能量.

2.第二宇宙速度

在地面附近发射飞行器，使之能够克服地球的引力，永远离开地球所需的最小发射速度，其大小为11.2 km/s.当发射速度7.9 km/s<*v*0<11.2 km/s时，物体绕地球运行的轨迹是椭圆，且在轨道不同点速度大小一般不同.

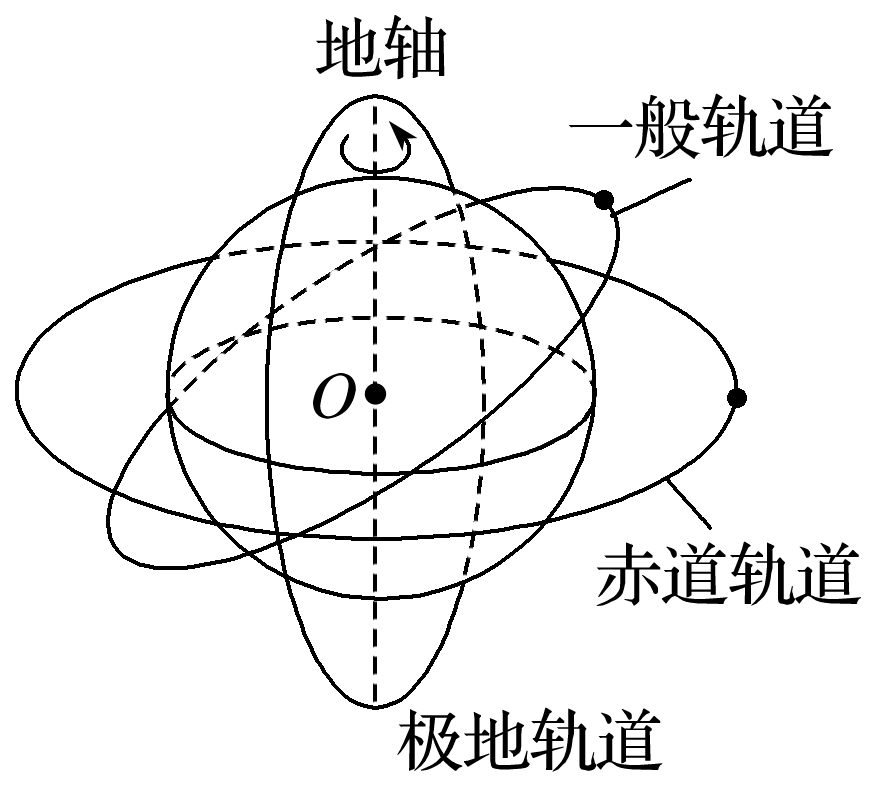
3.第三宇宙速度

在地面附近发射飞行器，使之能够挣脱太阳引力的束缚，飞到太阳系外的最小发射速度，其大小为16.7 km/s.

二、人造地球卫星

1.人造地球卫星

(1)卫星的轨道平面可以在赤道平面内(如同步轨道)，可以通过两极上空(极地轨道)，也可以和赤道平面成任意角度，如图所示.



图

(2)因为地球对卫星的万有引力提供了卫星绕地球做圆周运动的向心力，所以地心必定是卫星圆轨道的圆心.

2.近地卫星

(1)*v*1＝7.9 km/s；*T*＝≈85 min.

(2)7.9 km/s和85 min分别是人造地球卫星做匀速圆周运动的最大线速度和最小周期.

3.同步卫星

(1)“同步”的含义就是和地面保持相对静止，所以其周期等于地球自转周期.

(2)特点

①定周期：所有同步卫星周期均为*T*＝24 h.

②定轨道：同步卫星轨道必须在地球赤道的正上方，运转方向必须跟地球自转方向一致，即由西向东.

③定高度：由*G*()＝*m*(*R*＋*h*)可得，同步卫星离地面高度为*h*＝－*R*≈3.58×104 km≈6*R*.

④定速度：由于同步卫星高度确定，则其轨道半径确定，因此线速度、角速度大小均不变.

⑤定加速度：由于同步卫星高度确定，则其轨道半径确定，因此向心加速度大小也不变.

三、同步卫星、近地卫星、赤道上物体的比较

同步卫星、近地卫星、赤道上物体的比较

1.同步卫星和近地卫星都是万有引力提供向心力，即都满足＝*m*＝*mω*2*r*＝*mr*＝*ma*n.由上式比较各运动量的大小关系，即*r*越大，*v*、*ω*、*a*n越小，*T*越大.

2.同步卫星和赤道上物体都做周期和角速度相同的圆周运动.因此要通过*v*＝*ωr*，*a*n＝*ω*2*r*比较两者的线速度和向心加速度的大小.

## 例题精练

1．（扬州期末）火星的两颗卫星分别为“火卫一”和“火卫二”，它们的轨道近似为圆，已知“火卫一”的轨道半径小于“火卫二”，它们的周期分别为T1和T2，线速度大小分别为v1和v2，则下列关系正确的是（　　）

A．T1＝T2 B．T1＞T2 C．v1＝v2 D．v1＞v2

【分析】卫星围绕火星圆周运动时万有引力提供向心力，由半径关系得出周期关系，再由半径关系分析线速度关系。

【解答】解：根据万有引力提供圆周运动向心力有：

菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo

解得：T＝2菁优网-jyeoo，v＝菁优网-jyeoo

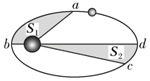
已知“火卫一”的轨道半径小于“火卫二”，则“火卫一”的周期小于“火卫二”，即T1＜T2，

“火卫一”的线速度大于“火卫二”，即v1＞v2，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】该题考查了人造卫星的相关知识，掌握万有引力提供圆周运动向心力，根据周期关系得出半径关系，再由此分析角速度、线速度和向心加速度与半径的关系，掌握规律是解决问题的基础．

2．（扬州期末）如图所示，某卫星绕行星沿椭圆轨道运行，图中S1、S2两部分阴影面积大小相等．则下列关于卫星运动的说法正确的是（　　）



A．卫星在b点的速率等于在d的速率

B．卫星在b点的速率小于在d的速率

C．卫星从a到b的运行时间大于从c到d的运行时间

D．卫星从a到b的运行时间等于从c到d的运行时间

【分析】近行星点的速率大，远行星点的速率小。

根据开普勒第二定律分析a到b和c到d的时间关系。

【解答】解：AB、根据开普勒第二定律知，近行星点的速率大，远行星点的速率小，故卫星在b点的速率大于在d的速率，故AB错误；

CD、根据开普勒第二定律知，S1、S2两个面积大小相等，则卫星从a到b的运行时间等于从c到d的时间，故C错误，D正确。

故选：D。

【点评】该题考查了开普勒的三个定律，注意在开普勒第二定律的灵活运用。

## 随堂练习

1．（连云港期末）2020年1月16日，酒泉卫星发射中心成功发射一颗由“快舟一号甲”火箭运载的5G低轨宽带卫星，也是全球首颗5G卫星，可以有效解决沙漠、海洋等地区网络覆盖和接入难的问题。假设该卫星的轨道为圆形，比地球同步卫星轨道低，该卫星与同步卫星相比，下列说法正确的是（　　）

A．线速度较小 B．角速度较小

C．周期较大 D．向心加速度较大

【分析】人造地球卫星绕地球做匀速圆周运动，根据人造卫星的万有引力等于向心力得到向心加速度、线速度、角速度、周期的表达式，据此分析。

【解答】解：由万有引力提供向心力：菁优网-jyeoo＝m 菁优网-jyeoo＝mω2r＝m（菁优网-jyeoo）2r＝ma

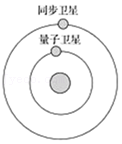
解得：v＝菁优网-jyeoo，T＝菁优网-jyeoo，ω＝菁优网-jyeoo，a＝菁优网-jyeoo

该卫星的轨道比地球同步卫星轨道低，则线速度大、角速度大、周期小、向心加速度大，故ABC错误，D正确。

故选：D。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，由万有引力提供向心力，用不同的物理量来表示出向心力得出各量与半径的关系是解题的关键。

2．（大姚县校级月考）我国首颗由东中校友潘建伟主导的量子卫星于2016年8月16日1点40分成功发射．量子卫星成功运行后，我国将在世界上首次实现卫星和地面之间的量子通信，构建天地一体化的量子保密通信与科学实验体系．如图所示，量子卫星最后定轨在离地面5×102km的预定圆周轨道，已知地球半径约为6.4×103km，同步卫星距地面约3.6×104km，下列说法正确的是（　　）



A．量子卫星的发射速度可能为7.8 m/s

B．量子卫星的环绕速度小于同步卫星的环绕速度

C．量子卫星的向心加速度小于同步卫星的向心加速度

D．量子卫星绕地球的周期小于同步卫星绕地球的周期

【分析】根据万有引力提供向心力，解出周期和向心加速度与轨道半径的关系，根据轨道半径的大小进行讨论。

卫星的轨道半径r比地球半径大，故量子卫星的线速度一定小于第一宇宙速度7.9km/s，但发射速度要大于7.9km/s。

【解答】解：根据万有引力提供向心力，有：

G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoor＝ma＝m菁优网-jyeoo＝mω2r，

得：v＝菁优网-jyeoo，T＝2π菁优网-jyeoo，ω＝菁优网-jyeoo，a＝菁优网-jyeoo

A、7.9km/s是第一宇宙速度，所以量子卫星的发射速度不可能为7.8km/s，它会落向地面，不可能成为地球的卫星，故A错误；

B、半径比较小的量子卫星运行线速度比同步卫星线速度大。故B错误；

C、轨道半径越小，向心加速度越大，量子卫星的向心加速度比同步卫星大，故C错误；

D、轨道半径越大，周期越大，因周期大约90min，小于同步卫星的周期，因此量子卫星离地的高度比同步卫星小，故D正确。

故选：D。

【点评】该题要掌握万有引力提供向心力这个关系，要能根据题意选择恰当的向心力的表达式，并能理解第一宇宙速度的含义．

3．（巨鹿县校级月考）2020年6月23日9时43分，我国在西昌卫星发射中心用“长征三号乙”运载火箭把北斗全球导航系统最后一颗组网卫星成功定点于地球同步轨道，宣布了北斗系统全球组网成功.已知引力常量为G，地球的质量和半径分别为M和R，地球同步轨道离地高度为h，同步卫星的周期为T（近似认为24h），下列说法正确的（　　）

A．所有绕地球做圆周运动周期是24h的卫星一定是同步卫星

B．所有地球同步卫星受到的向心力大小相等

C．地球同步卫星所在轨道处的重力加速度g＝菁优网-jyeoo

D．同步卫星的周期T＝菁优网-jyeoo

【分析】地球同步卫星的周期是24h，且轨道一定在赤道平面的正上方。地球同步卫星质量一般不同，向心力一般不相等。利用万有引力等于重力求出重力加速度。利用万有引力提供向心力求出周期。

【解答】解：A、地球同步卫星的周期是24h，而且地球同步卫星必须处于赤道的正上方，故A错误；

B、由于地球同步卫星质量未知，根据向心力公式，向心力不一定相等，故B错误；

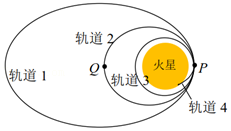
C、对地球同步卫星根据万有引力等于重力：G菁优网-jyeoo＝mg，解得：g＝菁优网-jyeoo，故C正确；

D、根据万有引力提供向心力G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，则T＝菁优网-jyeoo，故D错误。

故选：C。

【点评】本题主要是考查了万有引力定律及其应用；解答此类题目一般要把握两条线：一是在星球表面，忽略星球自转的情况下，万有引力近似等于重力；二是根据万有引力提供向心力列方程进行解答。

4．（东城区校级三模）2020年5月15日中国的火星探测器天问1号成功在火星表明着陆，如图为天问1号的降落器“祝融”运行的降低轨道示意图，由椭圆轨道1、椭圆轨道2、圆轨道3、最终经过轨道4落在火星表面附近，最后启动主发动机进行反冲，稳稳的落在火星表面，P点是它们的内切点。关于探测器的上述运动过程中，下列说法中正确的是（　　）



A．飞船在轨道1和轨道2上运动时的机械能相等

B．飞船在轨道2上由Q点向P点运动的过程中速度增大，机械能减小

C．飞船在轨道1上运行经过P点的速度大于在轨道2上运行经过P点的速度

D．轨道4可以看做平抛运动的轨迹

【分析】根据变轨原理分析飞船机械能的变化；根据开普勒第二定律分析飞船在轨道2上由Q点向P点运动的过程中速度的变化；结合平抛运动的受力特点分析轨道4的轨迹。

【解答】解：A、飞船由轨道1变轨到轨道2必须在P点减速，则飞船在轨道1上运动时的机械能大于在轨道2上运动时的机械能，故A错误；

B、根据开普勒第二定律知飞船在轨道2上由Q点向P点运动的过程中速度增大，由于只有引力做功，所以其机械能不变，故B错误；

C、飞船由轨道1变轨到轨道2必须在P点减速，则飞船在轨道1上运行经过P点的速度大于在轨道2上运行经过P点的速度，故C正确；

D、平抛运动所受的重力看作恒力，而飞船沿轨道4运动时所受的引力是变力，所以轨道4不可以看做平抛运动的轨迹，故D错误。

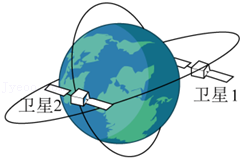
故选：C。

【点评】解决本题的关键要理解变轨原理，知道飞船要做近心运动，必须减速。

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（葫芦岛二模）我国研制的全球首颗搭载主动激光雷达的大气环境监测卫星，将于2021年7月出厂待发射。与地球同步轨道卫星（图中卫星1）不同，大气环境监测卫星（图中卫星2）是轨道平面与赤道平面夹角接近90°的卫星，一天内环绕地球飞14圈，运行轨道均视为圆。下列说法正确的是（　　）



A．卫星1的周期小于卫星2的周期

B．卫星1与卫星2距离地面高度相同

C．卫星1的速度小于卫星2的速度

D．卫星1的向心加速度大于卫星2的向心加速度

【分析】先有题意判断卫星1和卫星2的周期大小。

根据万有引力提供向心力，得到轨道半径、运行速度、向心加速度的关系。

【解答】解：A、卫星1为地球同步卫星，则卫星1的周期为24h，卫星2一天环绕地球飞14圈，故卫星1的周期大于卫星2的周期，故A错误；

B、根据万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo，解得轨道半径：r＝菁优网-jyeoo，故卫星1与卫星2轨道半径不等，距离地面高度不等，故B错误；

C、根据万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo，解得运行速度：v＝菁优网-jyeoo，卫星1的轨道半径大，运行速度小，故C正确；

D、根据万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo＝ma，解得向心加速度：a＝菁优网-jyeoo，卫星1的轨道半径大，向心加速度小，故D错误。

故选：C。

【点评】该题考查万有引力定律及其应用，涉及到人造卫星运行规律的分析，对于地球同步卫星问题要熟记其特点：定周期、定轨道、定高度。

2．（浙江模拟）2021年2月24日6时29分，我国首次火星探测任务“天问一号”探测器成功实施第三次近火制动，进入近火点280km、远火点5.9×104km、周期为2个火星日的火星停泊轨道。已知一个火星日时长约为24小时39分钟，假设火星可视为质量分布均匀的球体，在引力常量G未知的情况下，由以上信息可知（　　）



A．若知道火星的半径，则可求得火星的密度

B．若知道火星的质量，则可求得火星的密度

C．若知道火星的半径，则可求火星的同步卫星的高度

D．若知道火星的质量，则可求得火星表面的重力加速度

【分析】知道火星的半径，可以得到火星停泊轨道的半长轴，根据开普勒第三定律可以求出火星同步卫星的半径。

引力产量G未知，无法求出火星的质量，也无法求出火星的密度，同理，知道质量，但半径未知，无法求出火星的密度。

【解答】解：C、若知道火星的半径，可以得到火星停泊轨道的半长轴，根据开普勒第三定律可知，菁优网-jyeoo＝k，可以求出火星同步卫星的半径，进一步可以得到同步卫星的高度，故C正确；

A、引力产量G未知，无法求出火星的质量，也无法求出火星的密度，故A错误；

BD、若知道火星的质量，但火星的半径未知，无法求出火星的密度和表面的重力加速度，故BD错误。

故选：C。

【点评】该题考查了万有引力定律的综合应用，解决本题的关键知道万有引力提供向心力，并能灵活运用。

3．（淮安模拟）北斗卫星导航系统空间段由5颗静止轨道卫星和30颗非静止轨道卫星组成，关于其中的静止轨道卫星，下列判断正确的是（　　）

A．其发射速度需大于11.2km/s，绕行速度小于7.9km/s

B．其反射的电磁波信号可以直接传播到北极点和南极点

C．若不加以干预，在空间阻力的作用下，其动能可能增大

D．若要回收该卫星，需使其点火加速

【分析】地球同步卫星相对地球静止，其周期、角速度与地球自转的周期、角速度相等，同步卫星位于赤道平面内。

根据万有引力提供向心力，结合卫星变轨原理分析。

【解答】解：A、静止轨道卫星是地球的同步卫星，发射速度要小于第二宇宙速度11.2km/s，稳定运行时，绕行速度一定小于绕地球表面做匀速圆周运动的速度，即第一宇宙速度7.9km/s，故A错误；

B、同步卫星在赤道平面内运行，反射的电磁波信号不能直接传播到北极点和南极点，故B错误；

C、在空间阻力的作用下，速度减小，做近心运动，到达低轨道上时，根据万有引力提供向心力可知，菁优网-jyeoo，解得线速度v＝菁优网-jyeoo，动能菁优网-jyeoo，故动能增大，故C正确；

D、要回收该卫星，需要点火减速，做近心运动，故D错误。

故选：C。

【点评】该题考查了人造卫星的相关知识，解决本题的关键掌握万有引力提供向心力这一重要理论，知道线速度、周期、角速度、向心加速度与轨道半径的关系，并能灵活运用。

4．（肥东县校级模拟）2021年4月29日，“天和核心舱”成功进入预定轨道，标志着中国空间站在轨组装建造全面展开。未来空间站轨道高度约400km，运行轨道近似圆周，已知地球表面的重力加速度g＝10m/s2，地球半径约为R＝6.4×103km.假设空间站在赤道上空，则在空间站绕地球运行一周的过程中，宇航员看不到太阳的时间约为（　　）

A．24h B．12h C．45min D．5min

【分析】根据万有引力提供向心力结合向心力公式、万有引力和重力的关系求解周期，由此分析宇航员看不到太阳的时间。

【解答】解：中国空间站轨道近似为圆，中国空间站围绕地球做匀速圆周运动，设其周期为T，则有：菁优网-jyeoo＝m（R+h）菁优网-jyeoo

又因为GM＝R2g

解得：T＝菁优网-jyeoo

已知R＝6.4×103km＝6.4×106m，h＝400km＝4×105m

代入数据可得T＝5.5×103s＝92min，所以宇航员看不到太阳的时间约为46min，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】解决本题的关键知道天体运动靠万有引力提供向心力，然后选择合适的向心力公式即可，注意相对于地球半径来说，空间站离地距离很小，可视为近地卫星进行处理即可。

5．（和平区校级二模）2018年4月，中国首个空间实验室“天宫一号”坠入大气层焚毁。“天宫一号”是中国首个“目标飞行器”，其主要目的在于和神舟飞船（称“追踪飞行器”）配合完成交会对接飞行测试，为建设空间站积累经验。其在轨工作1630天，失联759天，在地球引力下轨道高度不断衰减，最终于4月2日早晨8点15分坠入大气层焚毁。据报道，该次坠落没有造成任何危险。“天宫一号”空间实验室于2011年9月在酒泉发射升空，设计寿命两年轨道平均高度约为350km。作为中国空间站的前身，在役期间，“天宫一号”先后与神舟八号、九号、十号飞船配合完成六次交会对接任务，共计接待6名航天员，完成多项科学实验。设“天宫一号”飞行器的轨道半径为r，地球表面重力加速度为g，地球半径为R，地球自转周期为T，对于“天宫一号”在服役运行过程中，下列说法正确的是（　　）

A．根据题中数据，可求出地球的质量菁优网-jyeoo，地球质量也可表达为菁优网-jyeoo

B．进行对接时，“神舟八号”飞船需要从自身所处的低轨道减速才能与处于高轨道的“天宫一号”完成对接

C．“天宫一号”飞行器运动的周期是菁优网-jyeoo

D．“天宫一号”的航天员在一天内可以看到日出的次数是菁优网-jyeoo

【分析】“天宫一号”的周期不等于地球自转周期，不能根据万有引力提供向心力，结合自转周期求出地球的质量。

根据变轨的原理判断如何实现对接。

根据万有引力提供向心力和万有引力等于重力求出“天宫一号”飞行器的周期。

根据自转周期和“天宫一号”的周期求出宇航员一天内看到日出的次数。

【解答】解：A、“天宫一号”的周期与地球自转周期不等，不能根据菁优网-jyeoo，求出地球质量M＝菁优网-jyeoo，故A错误。

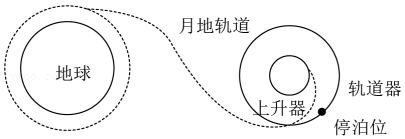
B、“神舟八号”飞船与“天宫一号”进行对接时，“神舟八号”飞船需要从低轨道加速，使得万有引力小于向心力，做离心运动，实现对接，故B错误。

C、根据万有引力提供向心力可知，菁优网-jyeoo＝mr菁优网-jyeoo，GM＝gR2得，“天宫一号”飞行器运动的周期T0＝2菁优网-jyeoo，故C错误。

D、“天宫一号”在地球自转周期内，转动的圈数N＝菁优网-jyeoo，则天宫一号的航天员在一天内可以看到日出的次数是N＝菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：D。

【点评】该题考查了人造卫星的相关知识，解决本题的关键掌握万有引力定律的两个重要理论：1、万有引力等于重力，2、万有引力提供向心力，并能灵活运用，难度中等。

6．（江苏模拟）2020年12月6日，嫦娥五号上升器成功与轨道器和返回器组合体交会对接，并将样品容器安全转移至返回器中．这是我国首次实现月球轨道交会对接．如图，上升器进入环月飞行轨道开始，通过远程导引和近程自主控制，轨道器和返回器组合体逐步靠近上升器，以抱抓的方式捕获上升器，5时42分，完成交会对接，并将样本转移至轨道器中后，上升器圆满完成使命与轨道器分离．为避免成为太空垃圾，影响国际社会后续月球探测任务，上升器受控离轨落月．已知地球的半径为R，地球表面的重力加速度为g，轨道器轨道半径为r，月球质量大约是地球的菁优网-jyeoo，月球半径大约是地球的菁优网-jyeoo．下列有关说法中正确的是（　　）

A．月球的第一宇宙速度约为1.68km/s

B．轨道器与地心的连线在单位时间内扫过的面积为菁优网-jyeoo

C．搭载月壤的上升器离开月球时一直是完全失重状态

D．返回舱取月壤后，重新在月球上起飞的过程中，机械能守恒

【分析】根据万有引力提供向心力求出月球的第一宇宙速度与地球的第一宇宙速度之比，从而求得月球的第一宇宙速度；根据万有引力提供向心力求出轨道器的线速度大小，再由运动学公式和几何知识相结合求轨道器与月心的连线在单位时间内扫过的面积；根据加速度方向判断上升器的运动状态；根据除重力以外的力做功情况，判断机械能是否守恒。

【解答】解：A、根据万有引力提供向心力得G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，得v＝菁优网-jyeoo，则月球的第一宇宙速度与地球的第一宇宙速度之比：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo≈0.21

故月球的第一宇宙速度为v月＝0.21v地＝0.213×7.9km/s≈1.68km/s，故A正确；

B、轨道器绕地球做匀速圆周运动，设线速度大小为v，根据G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo

在地球表面上，根据万有引力等于重力，得G菁优网-jyeoo＝m′g，联立以上两式得v＝菁优网-jyeoo

轨道器与地心的连线在单位时间内扫过的面积为S＝菁优网-jyeoor（v×1）＝菁优网-jyeoor菁优网-jyeoo，故B错误；

C、搭载月壤的上升器离开月球时向上加速，加速度竖直向上，处于超重状态，故C错误；

D、返回舱取月壤后，重新在月球上起飞的过程中，向上加速，升力对它做功，其机械能不守恒，故D错误。

故选：A。

【点评】本题考查人造卫星的相关知识，要明确万有引力提供向心力和万有引力等于重力这两条基本思路，理解第一宇宙速度的含义。

7．（海淀区校级三模）“天和一号”是中国载人航天工程中第一个空间站核心舱，已于2021年4月29日在海南文昌由长征五号B运载火箭发射升空，这是中国空间站建造的重要起点。入轨后，“天和一号”的航天员将在天内多次看到日出日落的神奇现象。则下列关于“天和一号”在轨飞行时的描述正确的是（　　）

A．离地面的高度大于地球同步卫星的高度

B．运行的向心加速度小于轨道所在处的引力加速度

C．运行速度小于第一宇宙速度

D．航天员可以利用天平测量物体的质量

【分析】根据开普勒第三定律分析周期与轨道半径的关系。

根据万有引力提供向心力分析。

根据第一宇宙速度的定义分析。

根据完全失重的规律分析。

【解答】解：A、“天和一号”的航天员将在一天内多次看到日出日落，说明核心舱的周期小于地球同步卫星的周期，根据开普勒第三定律可知，菁优网-jyeoo＝k，则核心舱的离地高度小于地球同步卫星的高度，故A错误；

B、核心舱运行过程中，万有引力提供向心力，则运行的向心加速度等于轨道处的引力加速度，故B错误；

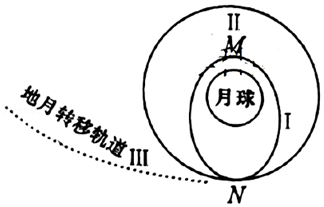
C、第一宇宙速度是近地卫星绕地球表面做圆周运动的运行速度，是圆周运动的最大运行速度，则核心舱的运行速度小于第一宇宙速度，故C正确；

D、核心舱在轨运行时，处于完全失重状态，与重力有关现象消失，不能用天平测量物体的质量，故D错误。

故选：C。

【点评】该题考查了人造卫星的相关知识，明确万有引力提供向心力，掌握第一宇宙速度的定义，以及完全失重的含义是解题的关键。

8．（浙江模拟）2020年人类面临前所未有的巨大挑战，在超难模式下，中国航天不断创造奇迹。其中嫦娥五号完美完成中国航天史上最复杂任务后于2020年12月17日成功返回，最终收获1731克样本。图中椭圆轨道Ⅰ、100公里环月轨道Ⅱ及月地转移轨道Ⅲ分别为嫦娥五号从月球返回地面过程中所经过的三个轨道示意图，下列关于嫦娥五号从月球返回过程中有关说法正确的是（　　）



A．在轨道Ⅱ上运行时的周期小于轨道上运行时的周期

B．在轨道Ⅰ运行时的加速度大小始终大于轨道Ⅱ上时的加速度大小

C．在N点时嫦娥五号经过点火加速才能从Ⅱ轨道进入Ⅲ轨道返回

D．在地月转移轨道上飞行的过程中可能存在不受万有引力的瞬间

【分析】根据开普勒第三定律分析。

同一位置，只受万有引力，加速度相等。

圆周运动的卫星加速后做离心运动，减速后做向心运动。

【解答】解：A、根据开普勒第三定律可知，菁优网-jyeoo＝k，嫦娥五号在轨道II上的半长轴大，则运行周期大于在轨道I上的运行周期，故A错误；

B、在N点时，轨道I和轨道II相交，此时运行的加速度大小相等，故B错误；

C、在N点，嫦娥五号要想做离心运动，从轨道II变轨到轨道III，需要加速离心，故C正确；

D、在地月转移轨道上飞行的过程中，嫦娥五号受到地球和月球的万有引力作用，故D错误。

故选：C。

【点评】该题考查了人造卫星的相关知识，解决本题的关键掌握万有引力定律的两个重要理论：1、万有引力等于重力，2、万有引力提供向心力，并能灵活运用。

9．（姜堰区模拟）2021年5月15日，我国首次火星探测任务“天问一号”探测器在火星表面预选着落区着落，迈出了我国星际探测征程的重要一步。后续，祝融号火星车将开展巡视探测。已知火星直径约为地球直径的50%，火星质量约为地球质量的10%，近地卫星的周期约1.5小时，下列说法正确的是（　　）

菁优网：http://www.jyeoo.com

A．“天问一号”在火星表面圆轨道上的环绕周期大于1小时

B．“天问一号”的发射速度大于7.9km/s小于11.2km/s

C．“天问一号”在火星表面圆轨道上的绕行速度大于7.9km/s

D．火星表面的重力加速度大于9.8m/s2

【分析】根据万有引力与重力的关系求解火星表面的重力加速度；

“天问一号”已经脱离地球的吸引，但没有挣脱太阳的吸引，由此分析发射速度大小；

由万有引力提供向心力得到线速度的表达式，由此分析“天问一号”在火星表面圆轨道上的绕行速度；

根据万有引力提供向心力结合向心力计算公式分析“天问一号”在火星表面圆轨道上的环绕周期。

【解答】解：A、根据万有引力提供向心力可得：菁优网-jyeoo＝mR菁优网-jyeoo，解得：T＝菁优网-jyeoo，设在地球表面圆轨道运行的卫星周期为T地，在火星表面圆轨道运行的卫星周期为T火

则：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，则“天问一号”绕火星表面转动的周期T火＝菁优网-jyeooT地，近地卫星周期约为1.5小时，所以T火≈95min＞1h，故A正确；

B、“天问一号”已经脱离地球的吸引，但没有挣脱太阳的吸引，所以其发射速度大于11.2km/s小于16.7km/s，故B错误；

C、由万有引力提供向心力有：菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，解得：v＝菁优网-jyeoo，则有：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，则v火＝菁优网-jyeoov地＜7.9km/s，故C错误；

D、根据万有引力与重力的关系可得：菁优网-jyeoo＝mg，解得星球表面的重力加速度为：g＝菁优网-jyeoo，所以菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝10%×菁优网-jyeoo＝0.4，所以火星表面的重力加速度g火＝0.4×9.8m/s2＜9.8m/s2，故D错误；

故选：A。

【点评】解决天体（卫星）运动问题的基本思路：（1）在地面附近万有引力近似等于物体的重力，F引＝mg，整理得GM＝gR2；（2）天体运动都可近似地看成匀速圆周运动，其向心力由万有引力提供，即F引＝F向，根据相应的向心力表达式进行分析。

10．（临川区校级三模）2020年7月23日，中国“天问一号”探测器发射升空，开启了火星探测之旅。已知火星的直径约为地球的一半，质量约为地球的菁优网-jyeoo，自转轴倾角、自转周期与地球很接近，但公转周期是地球的两倍。由以上信息判断下列说法正确的是（　　）

A．火星的表面重力加速度约为地球的0.8倍

B．火星的第一宇宙速度约为3.7km/s

C．火星公转轨道的半长轴约为地球的2倍

D．火星的同步卫星轨道半径约为地球的菁优网-jyeoo

【分析】根据重力等于万有引力列式，得到星球表面重力加速度表达式，再求解火星表面与地球表面重力加速度之比；根据万有引力提供向心力，求火星的第一宇宙速度；根据开普勒第三定律求火星和地球公转半径关系；根据万有引力提供向心力求火星的同步卫星轨道半径与地球的同步卫星轨道半径关系。

【解答】解：A、设星球的质量为M，半径为R，星球表面重力加速度为g，根据重力等于万有引力得mg＝G菁优网-jyeoo，得g＝菁优网-jyeoo

则火星表面与地球表面重力加速度之比：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo×22＝菁优网-jyeoo≈0.44，则火星的表面重力加速度约为地球的0.44倍，故A错误；

B、根据mg＝m菁优网-jyeoo得星球的第一宇宙速度为v＝菁优网-jyeoo，则火星的第一宇宙速度与地球的第一宇宙速度之比：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo≈0.47，则火星的第一宇宙速度为v火＝0.47v地＝0.47×7.9km/s≈3.7km/s，故B正确；

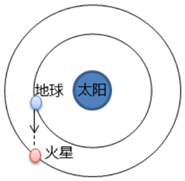
C、根据开普勒第三定律菁优网-jyeoo＝k得火星公转轨道的半长轴与地球公转轨道的半长轴之比：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，即火星公转轨道的半长轴为地球的菁优网-jyeoo倍，故C错误；

D、星球同步卫星的运行周期等于星球的自转周期，根据万有引力提供向心力，得G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoor，得星球同步卫星的轨道半径：r＝菁优网-jyeoo，因为火星的自转周期与地球接近，则火星的同步卫星轨道半径与地球的同步卫星轨道半径之比：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故D错误。

故选：B。

【点评】解答本题时，要建立运动模型，抓住万有引力提供向心力和万有引力等于重力这两条思路进行处理。要熟练运用比例法进行解答。

11．（重庆模拟）2020年7月23日，我国自主研制的第一颗火星探测器“天问一号”在海南文昌航天发射场发射升空，之所以选择这天，是因为地球与火星必须处于特定位置（如图所示）才能发射。此时间被称为“发射窗口期”。设定火星与地球绕太阳运动的轨道在同一平面内，且均可视为匀速圆周运动，已知火星绕太阳运动的轨道半径的为地球绕太阳运动的轨道半径的1.52倍，则相邻两次“发射窗口期”的时间间隔约为（　　）（菁优网-jyeoo）



A．360天 B．540天 C．680天 D．780天

【分析】根据万有引力提供向心力，列式可得周期的表达式，求得地球和火星的周期之比，这样可以解出火星的周期。

两星转过的角度之差△θ＝2π时，火星与地球相邻再次相距最近，从而求出时间．

【解答】解：设行星质量为m，太阳质量为M，行星与太阳的距离为r，火星的周期为T1，地球的周期为T2。

行星绕太阳做近似匀速圆周运动，万有引力提供向心力，则根据牛顿第二定律有：菁优网-jyeoo

则得 T2＝菁优网-jyeoo

已知火星绕太阳运动的轨道半径的为地球绕太阳运动的轨道半径的1.52倍，地球的周期为T2＝1年，则火星的周期为T1＝2.8年

设经时间t两星又一次运动到“发射窗口期”，

根据θ＝ωt

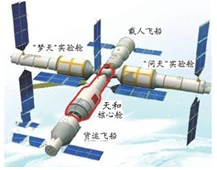
则两星转过的角度之差△θ＝（ 菁优网-jyeoo）t＝2π

得t＝1.6年≈584天，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】该题考查了万有引力定律的相关知识，也可运用开普勒周期定律求解火星的运动周期．这种方法，很好理解，关键确定相距最近的条件。

12．（顺德区模拟）从申请加入国际空间站被拒，到成为全球第三个独立自主拥有全套载人航天技术的国家，中国航天人克难攻坚，成果斐然。2021年4月29日，长征运载火箭在海南文昌成功将空间站“天和”核心舱送入高度约400km的预定轨道，中国空间站在轨组装建造全面展开。今年还将发射“问天”和“梦天”两个实验舱，完成与核心舱对接，并再发射“天舟”货运飞船、“神舟”载人飞船各两艘，为空间站送去乘组和物资，最终完成中国第一座空间站“天宫”的建造。下列说法正确的是（　　）



A．卫星发射选在文昌会比在西昌更省燃料

B．空间站绕地飞行周期大于24小时

C．空间站绕地飞行速度大于第一宇宙速度

D．要实现实验舱与核心舱的对接，需要把实验舱送入核心舱轨道后再加速追上核心舱

【分析】空间站以及实验舱内的物体均处于完全失重状态，相互接触物体间弹力为零，利用万有引力提供向心力找出周期表达式，实现“问天”、“梦天”实验舱从低轨道与“天和”核心舱对接需要加速。

【解答】解：A、文昌比西昌更接近于地球赤道，绕地球自转具有更大线速度，那么使卫星达到发射需要的速度时消耗的能量少一些，故A正确；

B、空间站绕地球飞行的高度远小于同步卫星的高度，则空间站绕地飞行的周期远小于同步卫星的周期（24h），故B错误；

C、第一宇宙速度是最大的卫星环绕速度，空间站的速度应小于第一宇宙速度，故C错误；

D、要实现“问天”、“梦天”实验舱与“天和”核心舱对接，则先让实验舱预留在低轨迹，适当时机使让实验舱做离心运动，只有让实验舱加速，实验舱才会做离心运动.从低轨道到高轨道与“天和”核心船对接，故D错误。

故选：A。

【点评】注意物体处于完全失重状态时，仍然受到重力作用，重力全部提供向心力，实验舱应从低轨道加速与核心舱对接。

13．（湖北模拟）2021年2月24日6时29分，天问一号火星探测器成功实施第三次近火制动，进入近火点到火星表面的距离为280km、远火点到火星表面的距离为5.9×104km、周期为2个火星日的火星停泊轨道，探测器将在停泊轨道上运行约3个月。已知火星的半径为R＝3.4×106m，火星表面的重力加速度为0.38g（g为地球表面的重力加速度，取10m/s2），菁优网-jyeoo≈1.6，下列说法正确的是（　　）

A．探测器在停泊轨道上相对火星静止不动

B．探测器在从近火点向远火点运动的过程中速度越来越小，机械能也减小

C．探测器在远火点运动的速率大于3.6km/s

D．若能发射火星的同步卫星，则同步卫星的轨道半径约为2×104km

【分析】理解火星停泊轨道的含义。

根据开普勒第二定律分析。

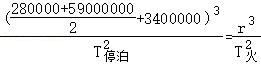
假设探测器绕火星做匀速圆周运动，轨道半径为远火点与火星球心距离，根据万有引力提供向心力分析运行速度。

根据开普勒第三定律分析。

【解答】解：A、探测器在火星停泊轨道上的运行周期为2个火星日，则探测器在停泊轨道上相对火星运动，不是相对火星静止不动，故A错误；

B、根据开普勒第二定律可知，探测器从近火点向远火点运动的过程中，速度逐渐减小，由于只受万有引力作用，机械能守恒，故B错误；

C、已知火星的半径为R＝3.4×106m，远火点到火星表面的距离为h＝5.9×104km＝59000000m，假设探测器绕火星做匀速圆周运动，轨道半径为远火点与火星球心距离，根据万有引力提供向心力可知，菁优网-jyeoo，解得运行速度：v＝菁优网-jyeoo，根据黄金代换式可知，GM＝gR2，联立解得：v＝0.86km/s，根据卫星变轨原理可知，探测器在远火点的速度小于0.86km/s，故C错误；

D、近火点到火星表面的距离为280km＝280000m，同步卫星的周期与火星自转周期相等，根据开普勒第三定律可知，，解得r＝2×104km，故D正确。

故选：D。

【点评】该题考查了人造卫星的相关知识，明确万有引力提供向心力，灵活运用开普勒第二定律、第三定律是解题的关键。

14．（高州市二模）2020年7月23日12时41分，火星探测器“天问一号”成功发射，标志着我国已经开启了探索火星之旅。“天问一号”首先进入圆轨道环绕火星做匀速圆周运动，然后调整姿态悬停在火星上空，再向下加速、减速，“天问一号”着陆火星表面并执行任务。已知地球与火星的质量比为a，地球与火星的半径比为b。则下列说法正确的是（　　）

A．地球与火星表面的重力加速度的比值为菁优网-jyeoo

B．地球与火星的近地卫星周期的比值为菁优网-jyeoo

C．地球与火星的第一宇宙速度的比值为菁优网-jyeoo

D．“天问一号”在环绕火星运动、悬停、向下加速以及减速的过程中，处于失重状态

【分析】根据万有引力与重力的关系求解星球表面的重力加速度。

根据万有引力提供向心力求解卫星的运行周期。

根据重力提供向心力求解第一宇宙速度。

根据超重和失重的本质分析。

【解答】解：A、对于处在星体表面的物体，万有引力与重力的关系为菁优网-jyeoo，整理得菁优网-jyeoo，则地球与火星表面的重力加速度的比值为菁优网-jyeoo，故A错误；

B、对于近地卫星，由菁优网-jyeoo，整理得菁优网-jyeoo，则地球与火星的近地卫星周期的比值为菁优网-jyeoo，故B错误；

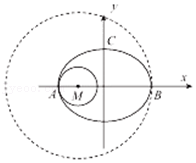
C、根据重力提供向心力可知，mg＝m菁优网-jyeoo，解得星球的第一宇宙速度为菁优网-jyeoo，则地球与火星的第一宇宙速度的比值为菁优网-jyeoo，故C正确；

D、“天问一号”在环绕火星运动时处于完全失重状态，悬停时处于平衡状态，向下加速时处于失重状态，向下减速时处于超重状态，故D错误。

故选：C。

【点评】解决天体（卫星）运动问题的基本思路：（1）在地面附近万有引力近似等于物体的重力，F引＝mg，整理得GM＝gR2；（2）天体运动都可近似地看成匀速圆周运动，其向心力由万有引力提供，即F引＝F向，根据相应的向心力表达式进行分析。

15．（辽宁模拟）如图为一退役卫星绕地球M运动的示意图，卫星先绕虚线圆轨道运行，在B点处变轨进入椭圆轨道，A、B分别为椭圆轨道的近地点和远地点，A点与地球球心的距离为a，B点与地球球心的距离为b，半短轴的长度为c。当退役卫星运动到A点时，再次变轨进入大气层以实现回收太空垃圾的目的，则下列说法中正确的是（引力常量为G，地球质量为M）（　　）



A．退役卫星沿椭圆轨道从B点经C点运动到A点的过程中，速率先减小后增大

B．退役卫星在C点的加速度大小a＝菁优网-jyeoo

C．若要将退役卫星带回地球大气层，微型电力推进器需提供动力使其加速运动

D．退役卫星在A点变轨刚要进入大气层的速度比虚线圆轨道的速度小

【分析】卫星机械能是否变化要看是否有外力对卫星做功，当万有引力刚好提供卫星所需向心力时卫星正好可以做匀速圆周运动，若是供大于需，则卫星做逐渐靠近圆心的运动，若是供小于需，则卫星做逐渐远离圆心的运动。根据功能关系知万有引力做功从而改变轨道和速度。

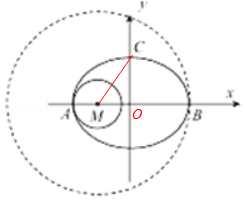
【解答】解：A、卫星从B到C再到A，同于万有引力一直做正功，所以动能一直增大，速度一直增大，故A错误；

B、当卫星在C点时，在△MOC中由几何关系可得：rC2＝（菁优网-jyeoo）2+c2，卫星在C点的加速度由地球对它的万有引力产生的，所以a＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故B正确；

C、若卫星需要返回大气层，即卫星做近心运动，那么必须减速，故C错误；

D、由于在A点变轨进入大气层时要减速，但虚线圆轨道的速度远小于A点的速度，则vA＞v虚，故D错误。

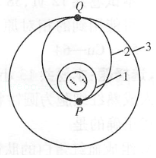
故选：B。



【点评】卫星变轨问题，要抓住确定轨道上运行机械能守恒，在不同轨道上的卫星其机械能不同，轨道越大机械能越大。

**二．多选题（共15小题）**

16．（十一模拟）火星探测项目是我国继载人航天工程、探月工程之后又一个重大空间探索项目，也是我国首次开展的地外行星空间环境探测活动。据报道，我国将于2020年发射火星探测器。假设图示三个轨道是探测器绕火星飞行的轨道，其中轨道1、轨道3是圆形轨道，轨道是椭圆轨道，三个轨道在同一平面内，轨道2与轨道1相切于P点，与轨道3相切于Q点，探测器在轨道2上运行时，在P点的速率为v1、在Q点的速率为v2。T1、T2分别表示探测器在轨道1、轨道3上运行的周期，R1、R2分别表示轨道1、轨道3的半径。引力常量为G，不计探测器在变轨过程中的质量变化，则下列说法正确的是（　　）



A．探测器在轨道2上运行的周期T＝菁优网-jyeoo

B．探测器在轨道1上运动时，它的向心加速度a＝菁优网-jyeoo

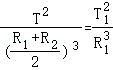
C．火星的质量小于菁优网-jyeoov1

D．探测器在轨道3上运行时的动能小于在P点时的动能

【分析】根据开普勒第三定律分析周期与轨道半径的关系。

根据探测器变轨原理分析。

根据万有引力提供向心力分析。

【解答】解：A、根据开普勒第三定律可知，，探测器在轨道2上的运行周期：T＝菁优网-jyeoo，故A错误；

B、根据探测器的变轨原理可知，探测器在轨道1运动时，它的速度小于v1，向心加速度a＜菁优网-jyeoo，故B错误；

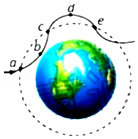
C、探测器在轨道1上运动时，菁优网-jyeoo，其中菁优网-jyeoo，可得M＜菁优网-jyeoo，故C正确；

D、探测器在轨道3上运行时的动能小于在轨道1上运行时的动能，探测器在轨道1上运行时的动能小于在轨道2上P点的动能，则探测器在轨道3上运行时的动能小于探测器在P点时的动能，故D正确。

故选：CD。

【点评】该题考查了人造卫星的相关知识，以火星探测器为载体，考查了学生的理解能力和推理能力，利用开普勒第三定律、牛顿第二定律和万有引力定律即可求解。

17．（咸阳一模）我国已掌握“半弹道跳跃式高速再入返回技术”，为实现“嫦娥”飞船月地返回任务奠定基础。如图所示，假设与地球同球心的虚线球面为地球大气层边界，虚线球面外侧没有空气，返回舱从a点无动力滑入大气层，然后经b点从c点“跳”出，再经d点从e点“跃入”实现多次减速，可避免损坏返回舱。d点为轨迹最高点，离地面高h，已知地球质量为M，半径为R，引力常量为G。则返回舱（　　）



A．在d点加速度等于菁优网-jyeoo

B．在d点速度等于菁优网-jyeoo

C．虚线球面上的a、c两点离地面高度相等，所以va＝vc

D．虚线球面上的c、e两点离地面高度相等，所以vc＝ve

【分析】根据万有引力提供向心力，结合牛顿第二定律列式求解d点加速度大小。

根据万有引力提供向心力分析线速度。

克服阻力做功时，动能减小。

【解答】解：A、在d点时，万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo＝ma，其中：r＝R+h，加速度大小：a＝菁优网-jyeoo，故A正确；

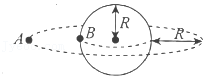
B、根据万有引力提供向心力可知，菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，其中：r＝R+h，在d点时，万有引力大于所需的向心力，做近心运动，故速度大小：v＜菁优网-jyeoo，故B错误；

CD、从a到c由于空气阻力做负功，动能减小，c到e过程中只有万有引力做功，机械能守恒，a、c、e点时速度大小应该满足va＞vc＝ve，故C错误，D正确。

故选：AD。

【点评】该题考查了人造卫星的相关知识，解决本题的关键知道卫星在大气层中受到空气阻力作用，在大气层以外不受空气阻力，结合动能定理、机械能守恒进行求解。

18．（永州模拟）如图所示，赤道上空的卫星A距地面高度为R，质量为m的物体B静止在地球表面的赤道上，卫星A绕行方向与地球自转方向相同。已知地球半径也为R，地球自转角速度为ω0，地球的质量为M，引力常量为G，若某时刻卫星A恰在物体B的正上方，下列说法正确的是（　　）



A．物体B受到地球的引力为mR菁优网-jyeoo

B．卫星A的线速度为菁优网-jyeoo

C．卫星A再次到达物体B上方的时间为菁优网-jyeoo

D．卫星A与物体B的向心加速度之比为菁优网-jyeoo

【分析】分析物体B和卫星A的受力情况，物体B受到万有引力和地面的支持力作用，合力充当向心力，卫星A受到的万有引力提供向心力。

根据卫星追及原理分析。

根据牛顿第二定律比较加速度。

【解答】解：A、物体B静止在地球表面，受到万有引力和地面的支持力作用，合力充当向心力，故万有引力大于向心力，不等于菁优网-jyeoo，故A错误；

B、卫星A受到的万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，解得卫星A的线速度：v＝菁优网-jyeoo，故B正确；

C、根据万有引力提供向心力可知，菁优网-jyeoo＝mω2（2R），卫星A的角速度：ωA＝菁优网-jyeoo，此时A和B恰好相距最近，当他们下次相距最近时间满足：（ωA﹣ωB）t＝2π，因此联立解得：t＝菁优网-jyeoo，故C错误；

D、卫星A的向心加速度：aA＝菁优网-jyeoo，物体B的向心加速度：aB＝菁优网-jyeoo，因此向心加速度之比为菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：BD。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，意在考查学生对万有引力定律和圆周运动知识的综合应用能力，向心力的公式选取要根据题目提供的已知物理量或所求解的物理量选取应用，难度适中。

19．（怀仁市期中）假设地球可视为质量均匀分布的球体，已知地球表面的重力加速度在两极的大小为g0，在赤道的大小为g，地球半径为R，引力常数为G，则（　　）

A．地球同步卫星距地表的高度为（菁优网-jyeoo﹣1）R

B．地球的质量为菁优网-jyeoo

C．地球的第一宇宙速度为菁优网-jyeoo

D．地球密度为菁优网-jyeoo

【分析】质量为m的物体在两极所受地球的引力等于其所受的重力，在赤道的物体所受地球的引力等于其重力和向心力的矢量和，根据牛顿第二定律和万有引力定律列式后联立求解即可。

【解答】解：AB、质量为m的物体在两极所受地球的引力等于其所受的重力，故：菁优网-jyeoo，

所以地球的质量：M＝菁优网-jyeoo

在赤道，引力为重力和向心力的矢量和，故：mg+m菁优网-jyeoo，

联立解得：T＝2菁优网-jyeoo

同步卫星受到的万有引力提供向心力，则：G菁优网-jyeoo，解得：h＝（菁优网-jyeoo）R，故A正确，B错误；

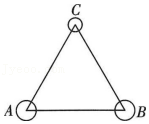
C、近地卫星受到的万有引力提供向心力，所以：G菁优网-jyeoo，又M＝菁优网-jyeoo，联立得：v＝菁优网-jyeoo，故C正确；

D、地球的密度：菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：ACD。

【点评】解决本题的关键是认识到在赤道处的重力实为地球对物体的万有引力减去物体随地球自转的向心力，掌握力的关系是正确解题的前提。

20．（沙坪坝区校级月考）以两天体A、B中心连线为底的等边三角形的第三个顶点被称为“三角拉格朗日点”。如果在该点有一颗质量远小于A、B的卫星C，则三者可以组成一个稳定的三星系统，如图所示。由于C对A、B的影响很小，故A、B又可视作双星系统绕连线上某定点P（未画出）做匀速圆周运动。已知天体A、B、C的质量分布均匀，且分别为m1、m2、m3，已知m1＝2m2，两天体A、B中心间距为L，万有引力常量为G，则下列说法正确的是（　　）



A．天体A做匀速圆周运动的轨道半径为菁优网-jyeoo

B．天体A、B所需要的向心力大小之比为2：1

C．卫星C所受合力恰好指向P点

D．卫星C的周期为2π菁优网-jyeoo

【分析】双星绕同一点做匀速圆周运动，具有相同的角速度，靠相互间的万有引力提供向心力，根据万有引力提供向心力得出双星的轨道半径关系，从而确定出双星的半径，并得出双星的周期。

卫星C所受的合力始终指向P点，则A、B、C三者周期相等。

【解答】解：AB、双星系统属于同轴转动的模型，角速度相等，相互间的万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故向心力大小相等，根据几何关系可知，r1+r2＝L，则天体A做匀速圆周运动的轨道半径为菁优网-jyeoo，故AB错误；

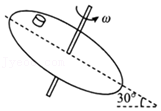
C、由平行四边形法则可知，C所受合力指向P点，故C正确；

D、卫星C所受的合力始终指向P点，则A、B、C三者周期相等，菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，联立解得周期，T＝2菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：CD。

【点评】该题考查了人造卫星的相关知识，对于双星问题，要抓住双星做匀速圆周运动时具有相同的角速度，靠相互间的万有引力提供向心力，采用隔离法进行列式研究。

21．（未央区校级月考）如图所示，在某行星表面上有一倾斜的匀质圆盘，盘面与水平面的夹角为30°，圆盘绕垂直于盘面的固定对称轴以恒定的角速度转动，盘面上离转轴距离L处有一小物体与圆盘保持相对静止。已知能使小物体与圆盘保持相对静止的最大角速度为ω，物体与盘面间的动摩擦因数为菁优网-jyeoo（设最大静摩擦力等于滑动摩擦力），该星球的半径为R，引力常量为G，下列说法正确的是（　　）



A．这个行星的质量M＝菁优网-jyeoo

B．这个行星的第一宇宙速度v1＝2ω菁优网-jyeoo

C．这个行星的同步卫星的周期是菁优网-jyeoo

D．离行星表面距离为2R的地方的重力加速度为ω2L

【分析】当物体转到圆盘的最低点，由重力沿斜面向下的分力和最大静摩擦力的合力提供向心力时，角速度最大，由牛顿第二定律求出重力加速度，

然后结合万有引力提供向心力以及万有引力近似等于重力，联立逐项分析求解即可。

【解答】解：A、圆盘绕垂直于盘面的固定对称轴以恒定的角速度转动说明物体做匀速圆周运动

物体在圆盘上受到重力、圆盘的支持力和摩擦力，合力提供向心力；

可知当物体转到圆盘的最低点，所受的静摩擦力沿斜面向上达到最大时，角速度最大，

由牛顿第二定律：μmgcos30°﹣mgsin30°＝mω2L

可得：g＝4ω2L

由黄金代换公式知：G菁优网-jyeoo＝mg

可得这个行星的质量：M＝菁优网-jyeoo．故A正确；

B、根据万有引力提供向心力：G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，结合黄金代换公式G菁优网-jyeoo＝mg，以及：g＝4ω2L

联立可得这个行星的第一宇宙速度v1＝2ω菁优网-jyeoo．故B正确；

C、不知道同步卫星的高度，也不知道该行星的自转周期，所以不能求出该行星同步卫星的周期，故C错误；

D、设离行星表面距离为h＝2R的地方的重力加速度为g′，

对于高h的位置，根据万有引力近似等于重力有：G菁优网-jyeoo＝G菁优网-jyeoo＝mg′，

对于行星表面，根据万有引力近似等于重力有：G菁优网-jyeoo＝mg

联立可得：g′＝菁优网-jyeoo，又因为：g＝4ω2L

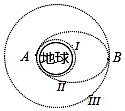
故离行星表面距离为2R的地方的重力加速度：g′＝菁优网-jyeoo，故D错误。

故选：AB。

【点评】本题考查万有引力定律的运用，题干中圆盘的转动是为了求解该星球表面的重力加速度g，之后再运用万有引力近似等于重力，以及万有引力提供向心力结合圆周运动的规律，联立求解即可，

解题关键是要分析好物体在圆盘上转动时向心力的来源，明确角速度在什么位置最大。

22．（赣州期中）2020年5月12日9时16分，我国在酒泉卫星发射中心用快舟一号甲运载火箭，以“一箭双星”方式，成功将行云二号01/02星发射升空，卫星进入预定轨道，发射取得圆满成功，此次发射的“行云二号”01星被命名为“行云•武汉号”，箭体涂刷“英雄武汉伟大中国”八个大字，画上了“致敬医护工作者群像”，致敬英雄的城市、英雄的人民和广大医护工作者。如图所示，设地球半径为R，地球表面的重力加速度为g0，“行云•武汉号”在半径为R的近地圆形轨道Ⅰ上运动，到达轨道的A点时点火变轨进入椭圆轨道Ⅱ，到达轨道的远地点B时，再次点火进入轨道半径为4R的圆形轨道Ⅲ绕地球做圆周运动，设“行云•武汉号”质量保持不变。则（　　）



A．“行云•武汉号”在轨道Ⅰ、Ⅲ上运行的周期之比为1：8

B．“行云•武汉号”在轨道Ⅲ的运行速率大于菁优网-jyeoo

C．飞船在轨道Ⅰ上经过A处点火前的加速度大小等于地球赤道上静止物体的加速度大小

D．“行云•武汉号”在轨道Ⅰ上的机械能小于在轨道Ⅲ上的机械能

【分析】根据开普勒第三定律分析不同轨道上的周期关系。

根据万有引力提供向心力，计算运行速率大小。

根据a＝Rω2分析加速度大小。

卫星在高轨道的能量大于低轨道的能量。

【解答】解：A、“行云•武汉号”在轨道Ⅰ、Ⅲ上的轨道半径分别为R和4R，根据开普勒第三定律可知：菁优网-jyeoo，解得飞船在轨道Ⅰ、Ⅲ上运行的周期之比为1：8，故A正确；

B、飞船在轨道Ⅰ上绕月球表面飞行，重力提供向心力，有：mg0＝m菁优网-jyeoo，运行速率为：v0＝菁优网-jyeoo，根据v＝菁优网-jyeoo可知“行云•武汉号”在轨道Ⅲ的运行速率小于菁优网-jyeoo，故B错误；

C、飞船在轨道Ⅰ上经过A处点火前的角速度大于地球自转的角速度，根据a＝Rω2可知飞船在轨道Ⅰ上经过A处点火前的加速度大小大于相对地球赤道上静止物体的加速度大小，故C错误；

D、“行云•武汉号”在轨道Ⅰ上需要获取能量才能做离心运动向高轨道运动，所以“行云•武汉号”在轨道Ⅰ上的机械能小于在轨道Ⅲ上的机械能，故D正确。

故选：AD。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，解题的关键是开普勒第三定律和万有引力提供向心力的灵活运用，注意卫星变轨的原理。

23．（上月考）假设地球的半径为R且质量分布均匀。已知地球表面重力加速度在两极的大小为g0，在赤道的大小为σg0（σ＜1），引力常量为G，则下列说法正确的是（　　）

A．质量为m的人站在赤道上，对地球的压力大小为σmg0

B．质量为m的人站在赤道上，对地球的压力大小为2σmg0

C．地球的自转周期为菁优网-jyeoo

D．地球的自转周期为菁优网-jyeoo

【分析】分析人的受力，得到人对地球的压力大小。

根据万有引力提供向心力得到地球自转周期。

【解答】解：AB、质量为m的人站在赤道上，对地球的压力大小：FN＝F引﹣F向＝σmg0，故A正确，B错误；

CD、地球自转周期满足（1﹣σ）mg0＝m菁优网-jyeoo，故C正确，D错误。

故选：AC。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，解答此题要清楚地球表面的物体受到的重力等于万有引力，根据万有引力定律和牛顿第二定律，地球近地卫星所受的万有引力提供向心力。

24．（汕尾期末）2018年12月8日，我国探月工程“嫦娥四号”探测器在四川西昌卫星发射中心发射成功。经历地月转移、环月飞行，近月制动，约27天的奔月旅程后，最终实现人类首次在月球背面软着陆，开展月球背面就位探测及巡视探测。下列说法正确的是（　　）

A．从地面发射升空的过程中，“嫦娥四号”探测器处于完全失重的状态

B．环月飞行的过程中，“嫦娥四号”探测器处于完全失重的状态

C．从环月飞行到在月球背面着陆的过程中，月球对“嫦娥四号”探测器的引力不断增大

D．在地月转移轨道上，地球对“嫦娥四号”探测器的引力不断减小且对“嫦娥四号”探测器不做功

【分析】探测器地球上空加速向上时为超重，在月球表面运动为完全失重。

离开地球，地球引力做负功，靠近月球引力变大。

【解答】解：A、从地面发射升空的过程中，“嫦娥四号”探测器有向上的加速度，处于超重状态，故A错误；

B、环绕月球运动的过程中，“嫦娥四号”探测器只受月球的引力，为完全失重状态，故B正确；

C、从环绕月球运动的轨道到在月球背面着陆的过程中，月球对“嫦娥四号”探测器的引力因距离的变小而增大，故C正确；

D、地月转移轨道上，地球引力不断减小且对“嫦娥四号”探测器做负功，故D错误。

故选：BC。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，明确超失重的条件，根据万有引力公式明确引力随距离的变化关系。

25．（怀化期末）“轨道康复者”航天器可在太空中给“垃圾”卫星补充能源，延长卫星使用寿命。如图所示，“轨道康复者”航天器在圆轨道1上运动，一颗能源即将耗尽的地球同步卫星在圆轨道3上运动，椭圆轨道2与圆轨道1、3分别相切于Q点和P点，则下列说法正确的是（　　）



A．轨道3的高度是一定的，其轨道平面可以与赤道平面成任意夹角

B．“轨道康复者”在轨道1上经过Q点时的加速度与在轨道2上经过Q点时的加速度相等

C．“轨道康复者”要运动到轨道3上去给同步卫星补充能量，需要在Q、P两点分别点火加速才可能实现

D．“轨道康复者”在轨道3上的运行的速率比轨道1上大

【分析】地球同步卫星的角速度必须与地球自转角速度相同，轨道平面必须与赤道平面共面。

根据人造卫星的万有引力等于向心力，列式求出加速度、线速度的表达式进行分析。

根据卫星变轨原理分析。

【解答】解：A、地球同步卫星相对地面静止不动，所以必须定点在赤道的正上方，轨道平面必须与赤道平面共面，故A错误；

B、卫星在轨道上稳定运行时，只受万有引力作用，由牛顿第二定律得：菁优网-jyeoo＝ma，解得：a＝菁优网-jyeoo，G、M、r都相等，则卫星在轨道1上经过Q点时的加速度等于它在轨道2上经过Q点时的加速度，故B正确；

C、“轨道康复者”要运动到轨道3上去给同步卫星补充能量，需要在Q点先点火加速，使卫星做离心运动，再在远地点P加速一次，即需要在Q、P两点分别点火加速才可能实现，故C正确；

D、圆轨道1的轨道半径小于圆轨道3的轨道半径，根据万有引力提供向心力可知，菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，解得线速度：v＝菁优网-jyeoo，轨道半径小的，线速度大，即“轨道康复者”在轨道3上的运行的速率比轨道1上小，故D错误。

故选：BC。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，关键抓住万有引力提供向心力，先列式求解出线速度和角速度的表达式，再进行讨论。知道知道卫星变轨的原理，卫星通过加速或减速来改变所需向心力实现轨道的变换。

26．（扬州模拟）2020年5月31日，我国在酒泉卫星发射中心用长征二号丁运载火箭，以“一箭双星”的方式，成功将高分九号02星和德四号卫星送入预定轨道。假设两颗卫星均做匀速圆周运动，高分九号02星的轨道半径R1小于德四号卫星的轨道半径R2，已知地球表面的重力加速度为g，则高分九号02星（　　）

A．线速度大小为菁优网-jyeoo

B．线速度大于德四号卫星的线速度

C．周期小于德四号卫星的周期

D．向心加速度大于地球表面重力加速度

【分析】根据重力提供向心力，分析高分九号02星的线速度大小。

根据万有引力提供向心力分析，两颗卫星的线速度大小。

根据开普勒第三定律分析两卫星的周期关系。

根据万有引力提供向心力，比较加速度大小。

【解答】解：A、高分九号02星在预定轨道的重力加速度为g′，根据重力提供向心力可得，mg'＝m菁优网-jyeoo，解得线速度：v＝菁优网-jyeoo，其中g′＜g，线速度大小小于菁优网-jyeoo，故A错误；

B、根据万有引力提供向心力可得，菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，解得线速度：v＝菁优网-jyeoo，两颗卫星的轨道半径R1＜R2，所以高分九号02星线速度大于德四号卫星的线速度，故B正确；

C、根据开普勒第三定律可知，菁优网-jyeoo＝k，两颗卫星的轨道半径R1＜R2，高分九号02星周期小于德四号卫星的周期，故C正确；

D、根据牛顿第二定律可得，菁优网-jyeoo＝ma，解得：a＝菁优网-jyeoo，高分九号02星的轨道半径大于地球半径，则高分九号02星向心加速度小于地球表面重力加速度，故D错误。

故选：BC。

【点评】此题考查了人造卫星的相关值是，解决天体（卫星）运动问题的基本思路：（1）在地面附近万有引力近似等于物体的重力；（2）天体运动都可近似地看成匀速圆周运动，其向心力由万有引力提供。

27．（日照期末）2020年6月23日上午，北斗三号全球卫星导航系统的“收官之星”成功发射，标志着北斗三号全球卫星导航系统全球星座组网部署最后一步完成，中国北斗将点亮世界卫星导航的天空。“收官之星”最后静止在地面上空（与地面保持相对静止），该卫星距地面的高度为h。已知地球的半径为R，地球表面的重力加速度为g，万有引力常量为G，由此可知（　　）

A．“收官之星”运动的周期为2π菁优网-jyeoo

B．“收官之 星”运动的轨道一定与赤道共面

C．“收官之星”运动的加速度为菁优网-jyeoo

D．地球的平均密度为菁优网-jyeoo

【分析】物体在地球表面受到的万有引力等于重力，卫星绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力。

“收官之星”是地球同步卫星，运动的轨道一定与赤道共面。

根据密度公式求解地球的平均密度。

【解答】解：A、物体在地球表面受到的万有引力等于重力，m'g＝菁优网-jyeoo，“收官之星”属于地球同步卫星，绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，联立解得“收官之星”运动的周期：T＝2π菁优网-jyeoo，故A错误；

B、“收官之星”属于地球同步卫星，运动的轨道一定与赤道共面，故B正确；

C、“收官之星”绕地球做匀速圆周运动，菁优网-jyeoo＝ma，解得运动的加速度：a＝菁优网-jyeoo，结合A选项公式可知，“收官之星”运动的加速度：a＝菁优网-jyeoo，故C错误；

D、物体在地球表面受到的万有引力等于重力，m'g＝菁优网-jyeoo，解得地球质量：M＝菁优网-jyeoo，根据密度公式可知，ρ＝菁优网-jyeoo，联立解得地球平均密度：ρ＝菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：BD。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，灵活运动用重力和万有引力相等以及万有引力提供圆周运动的向心力是解决本题的关键。

28．（莲湖区期末）我国北斗导航卫星系统定位精度高，测速误差小，信号强度好。为继续补充北斗导航卫星系统的功能，将继续发射A、B两颗卫星，两颗卫星均绕地球做匀速圆周运动，已知两颗卫星距地球表面的高度分别为hA、hB，且hA大于hB，卫星A、B运行的周期分别为TA、TB，地球半径为R，忽略地球自转的影响。下列说法正确的是（　　）

A．卫星A的线速度大于卫星B的线速度

B．卫星A的周期大于卫星B的周期

C．根据以上数据可求得地球表面的重力加速度大小

D．若某时刻两卫星相遇（即距离最近），则到两卫星下一次相遇时要经过的时间为菁优网-jyeoo

【分析】研究卫星绕地球做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力，列出等式比较线速度。

根据开普勒第三定律比较周期。

根据万有引力提供向心力，结合黄金代换式比较重力加速度。

卫星A、B绕地球做匀速圆周运动，当卫星B转过的角度与卫星A转过的角度之差等于π时，卫星再一次相距最远。

【解答】解：A、根据万有引力提供向心力可知，菁优网-jyeoo，解得线速度：菁优网-jyeoo，由于hA大于hB，则卫星A的线速度小于卫星B的线速度，故A错误；

B、由开普勒第三定律菁优网-jyeoo可知，由于A卫星的半径大于B卫星的半径，则卫星A的周期大于卫星B的周期，故B正确；

C、对卫星A有：菁优网-jyeoo，解得：菁优网-jyeoo，

在地球表面有：菁优网-jyeoo，即有菁优网-jyeoo

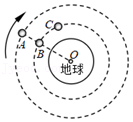
解得重力加速度：菁优网-jyeoo，故C正确；

D、由题意可知：θB﹣θA＝2π，整理有：菁优网-jyeoo，得：菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：BCD。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，属于万有引力定律的综合应用。向心力的公式选取要根据题目提供的已知物理量或所求解的物理量选取应用。

29．（烟台期末）如图所示，A是地球的同步卫星，B和C是位于赤道平面内同一圆形轨道上的另外两颗卫星。已知卫星B和卫星C绕行方向与地球自转方向相同，某时刻A、B两卫星相距最近（地心O、B、A在同一直线上），地球自转周期为T0，卫星B运转周期为T，则（　　）



A．卫星B运转周期T小于地球自转周期T0

B．卫星B和卫星C所受的向心力大小相等

C．要实现卫星B和卫星C对接，只要卫星B加速即可

D．经过时间t＝菁优网-jyeoo，A、B两卫星再次相距最近

【分析】由万有引力提供向心力比较周期关系。

卫星质量未知，无法比较向心力。

A、B再次相遇的话，B比A多转一周，由此可确定再次相遇需要经过的时间。

【解答】解：A、根据万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，解得周期：T＝菁优网-jyeoo，卫星B的轨道半径小于卫星A，卫星A为同步卫星，周期为地球自转周期，则卫星B的运转周期小于地球自转周期，故A正确；

B、卫星B和C的质量未知，无法比较向心力大小，故B错误；

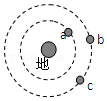
C、卫星B加速，做离心运动，轨道半径变大，无法与卫星C对接，故C错误；

D、根据追及原理可知，2π＝（菁优网-jyeoo）t，解得：t＝菁优网-jyeoo，经过时间t＝菁优网-jyeoo，A、B两卫星再次相距最近，故D正确。

故选：AD。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，本题要求熟练应用万有引力提供向心力的各种表达形式，熟练掌握圆周运动的各个公式，题目难度较大。

30．（重庆期末）如图所示，a、b、c是在地球大气层外圆形轨道上运动的3颗卫星，下列说法正确的是（　　）



A．b、c的线速度大小相等，且小于a的线速度

B．b、c的向心加速度大小相等，且大于a的向心加速度

C．c加速可追上同一轨道上的b，b减速可等候同一轨道上的c

D．假设a卫星由于稀薄空气的阻力，轨道半径缓慢减小，则其动能增大

【分析】根据万有引力提供圆周运动向心力，由轨道半径关系分析线速度、向心加速的大小关系，同时知道卫星通过做离心运动和近心运动来改变轨道高度。

【解答】解：根据万有引力提供圆周运动向心力，菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo＝ma

解得线速度：v＝菁优网-jyeoo，向心加速度：a＝菁优网-jyeoo

A、b、c的轨道半径相等，大于a的轨道半径，则b、c的线速度大小相等，小于a的线速度，故A正确；

B、轨道半径小的，向心加速度大，b、c的向心加速度大小相等，且小于a的向心加速度，故B错误；

C、c加速前万有引力等于圆周运动向心力，加速后所需向心力增加，而引力没有增加，故C卫星将做离心运动，故不能追上同一轨道的卫星b，同理，b减速也不能等候同一轨道上的c，故C错误；

D、a卫星由于阻力，轨道半径缓慢减小，线速度将增大，动能增大，故D正确。

故选：AD。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，万有引力提供圆周运动向心力，熟练掌握万有引力以及向心力公式，知道卫星变轨原理是正确解题的关键。

**三．填空题（共10小题）**

31．（重庆期末）两行星A和B是两个均匀球体，行星A的卫星a沿圆轨道运行的周期为Ta；行星B的卫星b沿圆轨道运行的周期为Tb，设两卫星均为各自中心星体的近地卫星，而且Ta：Tb＝1：4，行星A和行星B的半径之比为RA：RB＝1：2，两行星的质量之比MA：MB＝　2：1　则行星A和行星B的密度之比ρA：ρB＝　16：1　，行星表面的重力加速度之比gA：gB＝　8：1　。

【分析】研究卫星绕行星匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力，列出等式求解。

忽略行星自转的影响，根据万有引力等于重力列出等式。

【解答】解：人造地球卫星的万有引力充当向心力，有：菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo

解得行星质量：M＝菁优网-jyeoo

两卫星均为各自中心星体的近地卫星，有：Ta：Tb＝1：4，行星A和行星B的半径之比为：RA：RB＝1：2，则两行星的质量之比为：MA：MB＝2：1

根据密度公式可知：ρ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故AB密度之比为：ρA：ρB＝1：16；

忽略行星自转的影响，根据万有引力等于重力，有：菁优网-jyeoo＝mg

解得行星表面重力加速度为：g＝菁优网-jyeoo

行星表面的重力加速度之比为：gA：gB＝8：1

故答案为：2：1，16：1，8：1

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，知道万有引力提供卫星做圆周运动的向心力是解题的前提与关键，应用万有引力公式与牛顿第二定律即可解题。

32．（思明区校级模拟）地球静止同步卫星A和轨道平面与赤道面重合做匀速圆周运动的卫星B的轨道半径之比为4：1，两卫星的公转方向相同。则A、B两颗卫星运行周期之比为　8：1　；卫星B每隔　菁优网-jyeooh　小时经过卫星A正下方。

【分析】根据万有引力提供向心力即可比较A、B两卫星的周期之比。

根据A、B再次相距最近时，B比A多转一周，即可求解时间间隔。

【解答】解：两卫星都绕中心天体做匀速圆周运动，万有引力提供向心力。

由菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，得T＝2菁优网-jyeoo，则TA：TB＝8：1。

设卫星B两次经过卫星A正下方时间间隔为t，则（菁优网-jyeoo）t＝2π，

A为同步卫星，则TA＝24h，B的周期为TB＝3h，联立解得t＝菁优网-jyeooh。

故答案为：8：1；菁优网-jyeooh。

【点评】该题考查人造地球卫星问题，及天体的追及相遇问题。注意掌握解决天体追及相遇问题的方法。

33．（石首市校级月考）有两颗人造地球卫星，质量之比是m1：m2＝2：1，运行速度之比是v1：v2＝2：1

①它们周期之比T1：T2＝　1：8　；

②所受向心力之比F1：F2＝　32：1　。

【分析】根据人造卫星的万有引力等于向心力和圆周运动知识，列式求出线速度、周期和向心力的表达式进行讨论即可。

【解答】解：根据万有引力提供向心力有：F＝菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，

解得运行速度：v＝菁优网-jyeoo，运行速度之比，v1：v2＝2：1，则轨道半径之比，r1：r2＝1：4。

①解得周期：T＝2菁优网-jyeoo，其中轨道半径之比，r1：r2＝1：4，则周期之比，T1：T2＝1：8。

②质量之比是m1：m2＝2：1，轨道半径之比，r1：r2＝1：4，所以向心力大小之比为：F1：F2＝32：1。

故答案为：①1：8；②32：1。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，解题的关键是抓住万有引力提供向心力，列式求解出线速度、角速度、周期和向心力的表达式，再进行讨论。

34．（兴庆区校级期中）我国先后发射的“风云一号”和“风云二号”气象卫星，运行轨道不同，前者采用“极地圆形轨道”，轨道平面与赤道平面垂直，通过地球两极，每12小时巡视地球一周，每天只能对同一地区进行两次观测；后者采用“地球同步轨道”，轨道平面在赤道平面内，能对同一地区进行连续观测。两种不同轨道的气象卫星在运行与观测时，“风云一号”卫星的轨道半径　小于　（填“大于”、“小于”或“等于”）“风云二号”卫星的轨道半径，“风云一号”卫星运行的向心加速度　大于　（填“大于”、“小于”或“等于”）“风云二号”卫星运行的向心加速度。

【分析】地球同步卫星的周期是24h，根据已知条件可知，“风云一号”的周期是12h，“风云二号”的周期是24h，然后利用万有引力提供向心力，比较轨道半径大小，比较向心加速度大小。

【解答】解：由题意可知，“风云一号”的周期小于“风云二号”的周期，根据万有引力提供向心力有：G菁优网-jyeoo＝m（菁优网-jyeoo）2r＝man，解得：周期是T＝菁优网-jyeoo，向心加速度an＝菁优网-jyeoo。“风云一号”的轨道半径小于“风云二号”的轨道半径。“风云一号”的向心加速度大于“风云二号”的向心加速度。

故答案为：小于，大于。

【点评】掌握地球同步卫星的运行周期，能根据万有引力提供向心力分析周期向心加速度的关系。

35．（大武口区校级月考）已知地球的质量为M，平均半径为R，引力常量为G，某卫星在离地面高为h的圆形轨道上绕地球做匀速圆周运动。则高为h处的重力加速度大小为g＝　菁优网-jyeoo　，卫星的速率大小v＝　菁优网-jyeoo　，卫星的角速度大小为ω＝　菁优网-jyeoo　。

【分析】根据万有引力提供向心力求卫星绕地球的运动的线速度大小；

根据万有引力提供向心力求卫星绕地球的运动角速度。

根据万有引力等于重力，得到h高处的重力加速度。

【解答】解：设卫星质量为m，根据万有引力定律和牛顿第二定律

万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo，解得卫星的速率大小：v＝菁优网-jyeoo；

根据角速度公式：菁优网-jyeoo＝mω2（R+h），解得角速度为：ω＝菁优网-jyeoo。

高为h处，万有引力等于重力，菁优网-jyeoo＝mg，解得高为h处的重力加速度：g＝菁优网-jyeoo。

故答案为：菁优网-jyeoo；菁优网-jyeoo；菁优网-jyeoo。

【点评】该题考查了人造卫星的相关知识，本题要掌握万有引力提供向心力这个核心原理，同时要能够根据题意选择恰当的向心力的表达式。

36．（凉州区校级期中）第一宇宙速度是最　大　绕行速度，也是最　小　发射速度（填大或小）。

【分析】第一宇宙速度是近地卫星的绕行速度，根据万有引力提供向心力分析。

第一宇宙速度是最小的发射速度。

【解答】解：卫星绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo，可得人造卫星的绕行速度：v＝菁优网-jyeoo，

即轨道半径r越大，卫星绕行的速度v越小。而第一宇宙速度是人造卫星贴近地球表面运行时的速度，故第一宇宙速度是卫星最大的绕行速度；

卫星的轨道半径越大卫星具有的能量越大，所以发射速度越大，所以第一宇宙速度是发射人造卫星最小的速度。

故答案为：大；小。

【点评】此题考查了宇宙速度的理解，注意第一宇宙速度有三种说法：

①它是人造地球卫星在近地圆轨道上的运行速度；

②它是人造地球卫星在圆轨道上运行的最大速度；

③它是卫星进入近地圆形轨道的最小发射速度。

37．（茶陵县校级月考）两颗球形行星A和B各有一颗卫星a和b，卫星的圆形轨道接近各自行星的表面，如果两颗行星的质量之比菁优网-jyeoo，半径之比菁优网-jyeoo＝2，则两颗卫星的周期之比菁优网-jyeoo等于　菁优网-jyeoo　。

【分析】研究卫星绕行星做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力，列出等式表示出周期表达式。

注意在行星表面运动，轨道半径可以认为就是行星的半径。

【解答】解：研究卫星绕行星做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力，菁优网-jyeoo

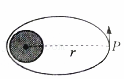
解得：T＝2π菁优网-jyeoo

在行星表面运动，轨道半径可以认为就是行星的半径，两行星质量之比为MA：MB＝3，半径之比为RA：RB＝2，所以两卫星周期之比：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo。

故答案为：菁优网-jyeoo。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，根据万有引力提供向心力列出方程，得到周期之比和半径以及质量之间的关系，代入数据可得结论。

38．（烟台期中）如图所示，人造卫星沿椭圆轨道绕地球运动，当卫星运动到轨道上远地点P时，速度大小为v，P点距离地球球心的距离为r，当卫星从近地点运动到P点的过程中，卫星的引力势能　变大　（选填“变大、“不变”或“变小”）；卫星在P点的加速度a　大于　菁优网-jyeoo（选填“大于”、“等于”或“小于”）。



【分析】卫星从近地点到P的过程中，万有引力做负功，卫星做减速运动，动能减小，根据能量守恒分析其引力势能；

卫星在P点做近心运动，万有引力大于向心力，根据牛顿第二定律分析其加速度。

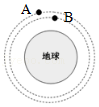
【解答】解：卫星从近地点到P的过程中，万有引力做负功，卫星做减速运动，动能减小，则引力势能变大，

卫星在P点做近心运动，万有引力大于所需向心力，即菁优网-jyeoo，所以加速度a菁优网-jyeoo。

故答案为：变大，大于。

【点评】解决该题需要明确知道卫星从近地点到远地点的运动过程，掌握离心运动和近心运动的条件，熟记相关公式。

39．（松江区二模）如图，地球的某颗卫星先在A轨道做匀速圆周运动，后变轨至B轨道，卫星受到地球的引力大小　变大　；绕地球飞行的速率　变大　。（选填“变大”、“不变”、“变小”）



【分析】卫星绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，根据轨道半径的变化分析引力和速率的变化。

【解答】解：卫星绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，F＝菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，解得线速度：v＝菁优网-jyeoo，

卫星先在A轨道做匀速圆周运动，后变轨至B轨道，轨道半径变小，则万有引力变大，线速度变大。

故答案为：变大；变大。

【点评】此题考查了人造卫星的相关知识，明确万有引力提供向心力，得到相关物理量的关系式是解题的关键。

40．（徐汇区校级模拟）地球赤道上有一物体随地球的自转，向心加速度为a1，近地卫星的向心加速度为a2，地球的同步卫星向心加速度为a3，设地球表面的重力加速度为g，则a2　大于　a3，a1　小于　g．（选填“大于”、“小于”或“等于”）

【分析】地球赤道上有一随地球的自转的物体和同步卫星属于同轴转动的模型，角速度相等。

同步卫星和近地卫星绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，据此分析作答。

【解答】解：赤道上的物体与同步卫星属于同轴转动的模型，周期相等，角速度相等，即ω1＝ω3，而加速度a＝rω2，则a3＞a1，

近地卫星与同步卫星均靠万有引力提供向心力，根据菁优网-jyeoo＝ma，解得：a＝菁优网-jyeoo，知轨道半径越大，加速度越小，则a2＞a3，

对于近地卫星，a2＝菁优网-jyeoo，其向心加速度等于地球表面的重力加速度，即g＝a2，所以g＝a2＞a3＞a1。

故答案为：大于；小于。

【点评】此题考查了万有引力定律及其应用，解题的关键是对赤道上的物体，近地卫星，同步卫星分组进行比较，一定不能将三者当同一种模型分析，否则会使问题复杂化。

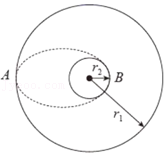
**四．计算题（共2小题）**

41．（鼓楼区校级期末）已知某卫星在赤道上空的圆形轨道运行，轨道半径为r1，运行周期为T，卫星运动方向与地球自转方向相同，不计空气阻力，万有引力常量为G。求：

（1）地球质量M的大小；

（2）如图所示，假设某时刻，该卫星在A点变轨进入椭圆轨道，近地点B到地心距离为r2，求卫星在椭圆轨道上的周期T1；

（3）卫星在赤道上空轨道半径为r1的圆形轨道上运行，小明住在赤道上某城市，某时刻，该卫星正处于小明的正上方，在后面的一段时间里，小明观察到每两天恰好三次看到卫星掠过其正上方，求地球自转周期T0。



【分析】（1）根据万有引力提供向心力从而求出地球的质量M；

（2）根据开普勒第三定律求卫星在椭圆轨道上的周期T1；

（3）根据赤道上小明每两天恰好三次看到卫星掠过其正上方，得出两天内卫星比地球多转了三圈，从而求出T和T0的关系。

【解答】解：（1）卫星做匀速圆周运动，万有引力提供向心力：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，解得：M＝菁优网-jyeoo

（2）从圆轨道变为椭圆轨道时，椭圆轨道的半长轴为a＝菁优网-jyeoo，根据开普勒第三定律：＝菁优网-jyeoo，解得：T1＝菁优网-jyeooT

（3）每2T0时间小明与卫星相遇3次，即每菁优网-jyeoo时间相遇一次，解得：菁优网-jyeoo＝2π，解得：T0＝菁优网-jyeooT

答：（1）地球质量M为菁优网-jyeoo；

（2）卫星在椭圆轨道上的周期T1为菁优网-jyeooT；

（3）地球自转周期T0为菁优网-jyeooT。

【点评】解决本题的关键知道机械能守恒的条件，以及变轨的原理，知道当万有引力大于向心力时，做近心运动，当万有引力小于向心力时，做离心运动。掌握开普勒第三定律，并能灵活运用。

42．（太康县校级期末）已知地球半径为R，地球自转角速度为ω，地球表面的重力加速度为g，则在赤道上空，一颗相对地面静止的同步通讯卫星离地面的高度为多少？（用已知量表示）

【分析】根据万有引力提供向心力，列出向心力公式．在地球表面有g＝菁优网-jyeoo，联立方程组就可以解出高度．

【解答】解：卫星绕地球做匀速圆周运动，

万有引力提供向心力，有：菁优网-jyeoo

在地球表面有：菁优网-jyeoo

由以上两式解得：菁优网-jyeoo

答：一颗相对地面静止的同步通讯卫星离地面的高度为菁优网-jyeoo．

【点评】该题是万有引力公式和向心力公式的直接应用，注意在地球表面做圆周运动时向心加速度等于重力加速度．该题难度不大，属于基础题．