## 万有引力定律

## 知识点一：万有引力定律

一、行星与太阳间的引力

行星绕太阳的运动可看作匀速圆周运动.设行星的质量为*m*，速度为*v*，行星到太阳的距离为*r*.

天文观测测得行星公转周期为*T*，则

向心力*F*＝*m*＝*mr*①

根据开普勒第三定律：＝*k*②

由①②得：*F*＝4π2*k*③

由③式可知太阳对行星的引力*F*∝

根据牛顿第三定律，行星对太阳的引力*F*′∝

则行星与太阳间的引力*F*∝

写成等式*F*＝*G*.

二、月—地检验

1.猜想：地球与月球之间的引力*F*＝*G*，根据牛顿第二定律*a*月＝＝*G*.

地面上苹果自由下落的加速度*a*苹＝＝*G*.

由于*r*＝60*R*，所以＝.

2.验证：(1)苹果自由落体加速度*a*苹＝*g*＝9.8 m/s2.

(2)月球中心距地球中心的距离*r*＝3.8×108 m.

月球公转周期*T*＝27.3 d≈2.36×106 s

则*a*月＝()2*r*＝2.7×10－3 m/s2(保留两位有效数字)

＝2.8×10－4(数值)≈(比例).

3.结论：地面物体所受地球的引力、月球所受地球的引力，与太阳、行星间的引力，遵从相同的规律.

三、万有引力定律

1.内容：自然界中任何两个物体都相互吸引，引力的方向在它们的连线上，引力的大小与物体的质量*m*1和*m*2的乘积成正比，与它们之间距离*r*的二次方成反比.

2.表达式：*F*＝*G*，其中*G*叫作引力常量.

四、引力常量

牛顿得出了万有引力与物体质量及它们之间距离的关系，但没有测出引力常量*G*.

英国物理学家卡文迪什通过实验推算出引力常量*G*的值.通常情况下取*G*＝6.67×10－11 N·m2/kg2.

## 技巧点拨

一、对太阳与行星间引力的理解

导学探究

1.是什么原因使行星绕太阳运动？

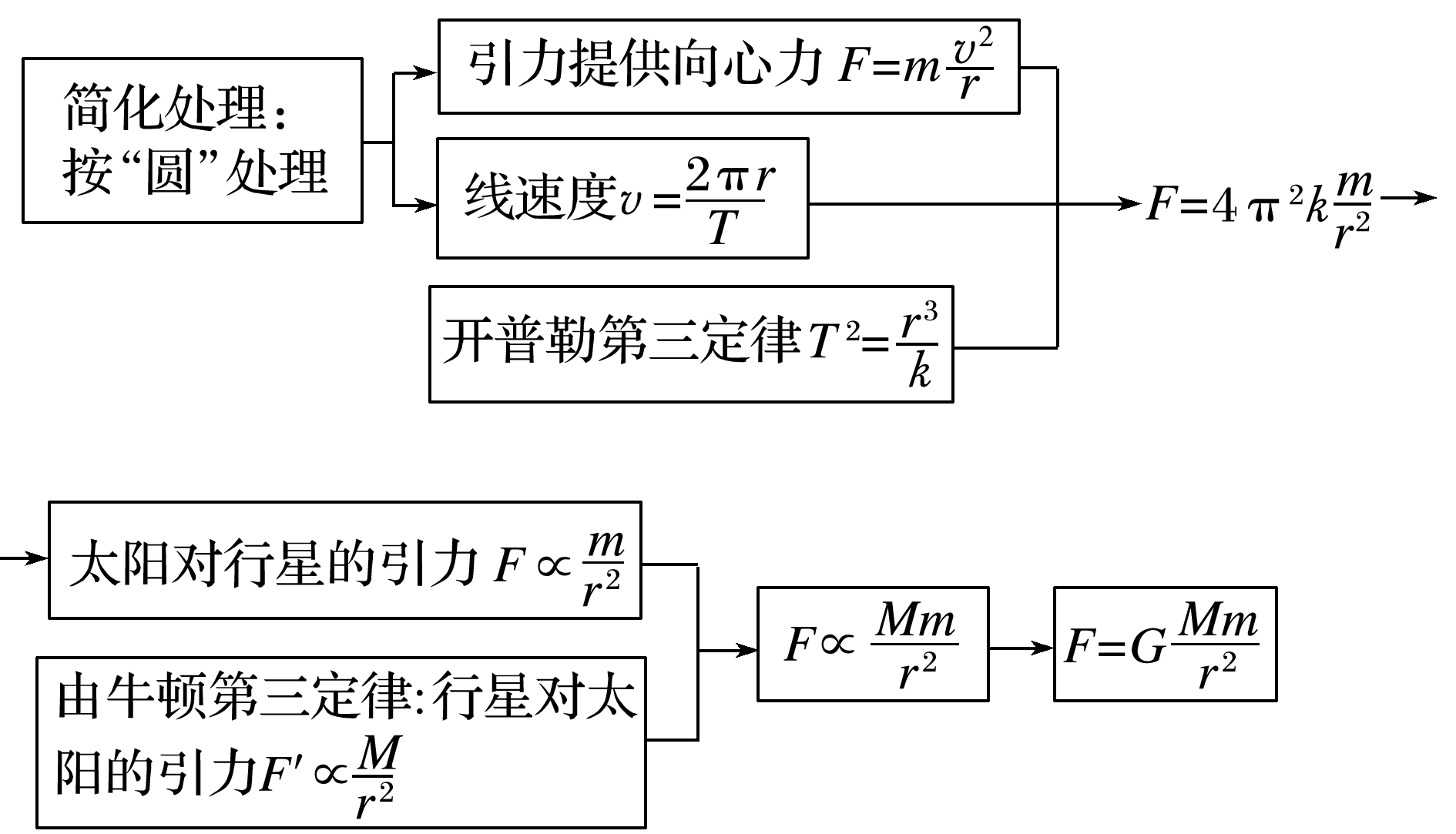
答案　太阳对行星的引力使行星绕太阳运动.

2.在推导太阳与行星间的引力时，我们对行星的运动怎么简化处理的？用了哪些知识？

答案　将行星绕太阳的椭圆运动看成匀速圆周运动.在推导过程中，用到了向心力公式、开普勒第三定律及牛顿运动定律.

知识深化

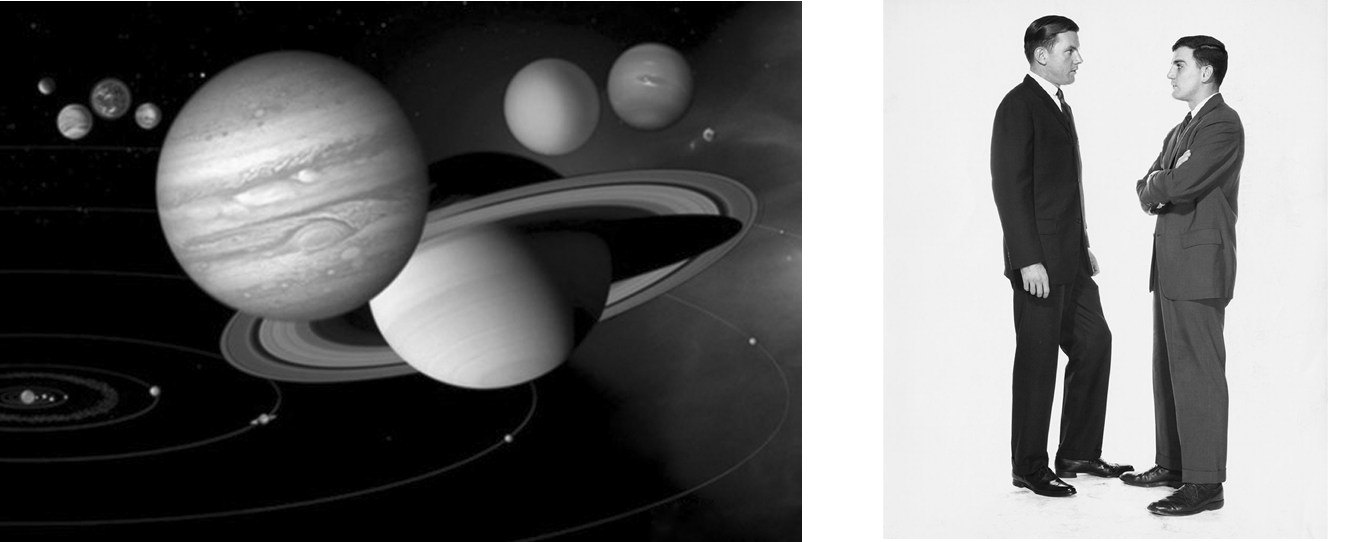
万有引力定律的得出过程



二、万有引力定律

导学探究

(1)通过月—地检验结果表明，地面物体所受地球的引力、月球所受地球的引力，与太阳、行星间的引力遵从相同的规律.一切物体都存在这样的引力，如图，那么，为什么通常两个人(假设两人可看成质点，质量均为100 kg，相距1 m)间的万有引力我们却感受不到？



图

(2)地球对人的万有引力与人对地球的万有引力大小相等吗？

答案　(1)两个人之间的万有引力大小为：*F*＝＝ N＝6.67×10－7 N，因引力很小，所以通常感受不到.

(2)相等.它们是一对相互作用力.

知识深化

1.万有引力定律表达式：*F*＝*G*，*G*＝6.67×10－11 N·m2/kg2.

2.万有引力定律公式适用的条件

(1)两个质点间的相互作用.

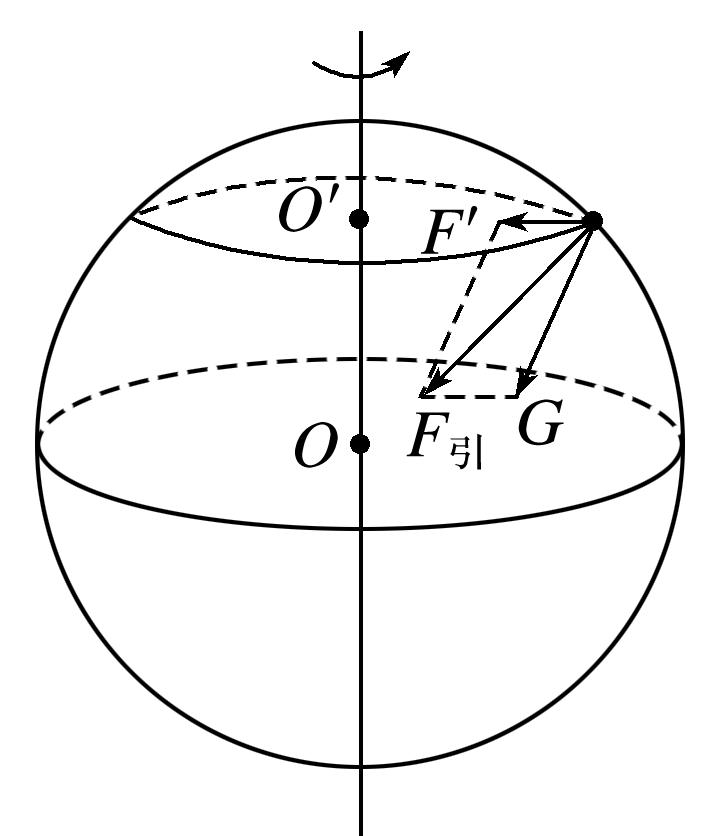
(2)一个均匀球体与球外一个质点间的相互作用，*r*为球心到质点的距离.

(3)两个质量均匀的球体间的相互作用，*r*为两球心间的距离.

三、重力和万有引力的关系

1.物体在地球表面上所受引力与重力的关系：

除两极以外，地面上其他点的物体，都围绕地轴做圆周运动，这就需要一个垂直于地轴的向心力.地球对物体引力的一个分力*F*′提供向心力，另一个分力为重力*G*，如图所示.



图

(1)当物体在两极时：*G*＝*F*引，重力达到最大值*G*max＝*G*.

(2)当物体在赤道上时：

*F*′＝*mω*2*R*最大，此时重力最小

*G*min＝*G*－*mω*2*R*

(3)从赤道到两极：随着纬度增加，向心力*F*′＝*mω*2*R*′减小，*F*′与*F*引夹角增大，所以重力*G*在增大，重力加速度增大.

因为*F*′、*F*引、*G*不在一条直线上，重力*G*与万有引力*F*引方向有偏差，重力大小*mg*<*G*.

2.重力与高度的关系

若距离地面的高度为*h*，则*mg*′＝*G*()(*R*为地球半径，*g*′为离地面*h*高度处的重力加速度).在同一纬度，距地面越高，重力加速度越小.

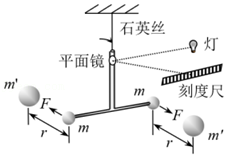
3.特别说明

(1)重力是物体由于地球吸引产生的，但重力并不是地球对物体的引力.

(2)在忽略地球自转的情况下，认为*mg*＝*G*.

## 例题精练

1．（海淀区模拟）卡文迪许利用如图所示的扭秤实验装置测量了引力常量G。为了测量石英丝极微小的扭转角，该实验装置中采取使“微小量放大”的不包括（　　）



A．增大石英丝的直径

B．增加T型架横梁的长度

C．利用平面镜对光线的反射

D．增大刻度尺与平面镜的距离

【分析】为测量石英丝极的扭转角，实验采取了“微小量放大”。当引进m′时由于物体间引力作用，使石英丝极发生微小的扭转，从而带动平面镜转动，导致经平面镜反射过来的光线发生较大变化，得出转动的角度。

【解答】解：为了测量石英丝极微小的扭转角，该实验装置中采取使“微小量放大”。利用平面镜对光线的反射，来体现微小形变的。当增大刻度尺与平面镜的距离时，转动的角度更明显。当增大T型架横梁的长度时，会导致石英丝更容易转动，对测量石英丝极微小的扭转角仍没有作用；增大石英丝的直径时，石英丝更转动更难，起不到放大的作用，故实验装置中采取使“微小量放大”的不包括A项，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题巧妙地利用光的反射将因引力产生微小转动的角度放大，注意体会微小量放大的基本思路和具体方法。

2．（蔡甸区校级月考）在物理学史中，利用“扭秤实验”测出万有引力常量，并且被称为“称量地球质量”的物理学家是（　　）

A．第谷 B．开普勒 C．牛顿 D．卡文迪许

【分析】根据物理学史可得到各个物理学家的突出贡献，即可作答。

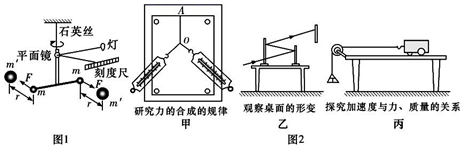
【解答】解：第谷时最后一位也是最伟大的以为用肉眼观测的天文学家，开普勒在第谷工作的基础上，提出了开普勒三大定律，牛顿提出了万有引力定律，但是没有测出引力常量，所以没由用万有引力定律计算出地球的质量，利用“扭秤实验”测出引力常量，并且被称为“称量地球质量”的物理学家是卡文迪许，故ABC错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题考查物理学史问题，需要注意牛顿只提出万有引力定律，但是没有测出引力常量。

## 随堂练习

1．（浉河区校级月考）通常情况下，地球上两个物体之间的万有引力是极其微小以至于很难被直接测量的，人们在长时间内无法得到万有引力常量的精确值。在牛顿发现万有引力定律一百多年以后的1789年，英国物理学家卡文迪许巧妙地利用如图1所示的扭秤装置，才第一次在实验室里比较精确地测出了万有引力常量。在图2所示的三个实验中，与“卡文迪许扭秤实验”中测量微小量的思想方法最相近的是（　　）



A．乙 B．甲

C．丙 D．三个实验都相近

【分析】“卡文迪许扭秤实验”中测量微小量的思想方法为放大法，分别分析甲乙丙三个实验的思想方法，即可选出正确选项。

【解答】解：“卡文迪许扭秤实验”中测量微小量的思想方法为放大法，甲采用等效替代法，乙图采用微小形变放大法，丙采用控制变量法，故A正确，BCD错误；

故选：A。

【点评】本题考查学生对基本物理实验思想方法的认识，要求学生在日常学习中理解和积累，难度较低。

2．（虹口区校级期末）下列说法正确的是（　　）

A．关于天体运动的日心说、地心说都是正确的

B．地球是宇宙的中心、太阳、月亮及其他行星却绕地球转动

C．地球是一颗绕太阳运动的行星

D．太阳是静止不动的，地球和其他行星都在绕太阳转动

【分析】地心说的代表人物是托勒密，地心说认为地球是宇宙的中心，并且是不动的，周围的一切天体都绕着地球转；日心说的代表人物是哥白尼，日心说认为太阳是宇宙的中心，地球是运动的，行星及周围天体都绕着太阳转；地心说和日心说都不是完全正确的，据此解答。

【解答】解：A、现在的观点看地心说和日心说都是错误的，都是有其时代局限性的，故A错误；

BCD、地球是绕太阳运动的一颗行星，而太阳系在银河系中运动，银河系也在运动，故BD错误，C正确；

故选：C。

【点评】本题要注意地球位于宇宙的中心，太阳、月亮、水星、金星等都绕着地球转，这种思想的实质是地心说，这种思想是错误的。

3．（滨州期中）关于行星运动定律和万有引力定律的建立过程，下列说法正确的是（　　）

A．牛顿发现了万有引力定律，并且测得引力常量的数值

B．第谷接受了哥白尼日心说的观点，并根据开普勒对行星运动观察记录的数据，应用严密的数学运算和椭圆轨道假说，得出了开普勒行星运动定律

C．牛顿通过比较月球公转的向心加速度和地球赤道上物体随地球自转的向心加速度，对万有引力定律进行了“月地检验”

D．卡文迪许在实验室里通过几个铅球之间万有引力的测量，得出了引力常量的数值

【分析】本题是物理学史问题，根据开普勒、牛顿、卡文迪许等等科学家的物理学成就进行解答．

【解答】解：A、顿发现了万有引力定律之后，卡文迪许第一次通过实验比较准确地测出万有引力常量，故A错误。

B、开普勒对第谷的行星运动观察记录的数据做了多年的研究，最终得出了行星运行三大定律，故B错误。

C、牛顿通过比较月球公转的周期，根据万有引力充当向心力，对万有引力定律进行了“月地检验”，故C错误。

D、牛顿发现了万有引力定律之后，第一次通过实验比较准确地测出万有引力常量的科学家是卡文迪许，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查物理学史，是常识性问题，对于物理学上重大发现、发明、著名理论要加强记忆，特别是著名科学家的贡献要记牢．

4．（齐齐哈尔期中）（单选）关于万有引力定律的发现，符合历史事实的是（　　）

A．开普勒通过分析第谷的天文观测数据发现了万有引力定律

B．牛顿发现了万有引力定律，卡文迪许测出了万有引力常量

C．牛顿发现了万有引力定律，笛卡儿测出了万有引力常量

D．牛顿发现了万有引力定律并测出了万有引力常量

【分析】万有引力定律是由牛顿发现的，而万有引力恒量是由卡文迪许测定的．

【解答】解：万有引力定律是由牛顿发现的，不是开普勒发现的。

万有引力恒量是由卡文迪许测定的，不是笛卡儿、牛顿测定的。

故选：B。

【点评】对于物理学上重要实验、发现和理论，要加强记忆，这也是高考考查内容之一．基本题．

## 知识点二：万有引力定律的成就

一、“称量”地球的质量

1.思路：地球表面的物体，若不考虑地球自转的影响，物体的重力等于地球对物体的引力.

2.关系式：*mg*＝*G*.

3.结果：*m*地＝，只要知道*g*、*R*、*G*的值，就可计算出地球的质量.

4.推广：若知道其他某星球表面的重力加速度和星球半径，可计算出该星球的质量.

二、计算天体的质量

1.思路：质量为*m*的行星绕太阳做匀速圆周运动时，行星与太阳间的万有引力充当向心力.

2.关系式：＝*mr*.

3.结论：*m*太＝，只要再知道引力常量*G*，行星绕太阳运动的周期*T*和轨道半径*r*就可以计算出太阳的质量.

4.推广：若已知引力常量*G*，卫星绕行星运动的周期和卫星与行星之间的距离，可计算出行星的质量.

三、发现未知天体

1.海王星的发现：英国剑桥大学的学生亚当斯和法国年轻的天文学家勒维耶根据天王星的观测资料，利用万有引力定律计算出天王星外“新”行星的轨道.1846年9月23日，德国的伽勒在勒维耶预言的位置附近发现了这颗行星——海王星.

2.其他天体的发现：海王星之外残存着太阳系形成初期遗留的物质.近100年来，人们在海王星的轨道之外又发现了冥王星、阋神星等几个较大的天体.

四、预言哈雷彗星回归

英国天文学家哈雷计算了1531年、1607年和1682年出现的三颗彗星的轨道，他大胆预言这三颗彗星是同一颗星，周期约为76年，并预言了这颗彗星再次回归的时间.1759年3月这颗彗星如期通过了近日点，它最近一次回归是1986年，它的下次回归将在2061年左右.

## 技巧点拨

一、天体质量和密度的计算

导学探究

1.卡文迪什在实验室测出了引力常量*G*的值，他称自己是“可以称量地球质量的人”.

(1)他“称量”的依据是什么？

(2)若已知地球表面重力加速度*g*，地球半径*R*，引力常量*G*，求地球的质量和密度.

答案　(1)若忽略地球自转的影响，在地球表面上物体受到的重力等于地球对物体的万有引力；

(2)由*mg*＝*G*得，*M*＝，*ρ*＝＝＝.

2.如果知道地球绕太阳的公转周期*T*和它与太阳的距离*r*，能求出太阳的质量吗？若要求太阳的密度，还需要哪些量？

答案　由＝*m*地*r*知*m*太＝，可以求出太阳的质量；由密度公式*ρ*＝可知，若要求太阳的密度，还需要知道太阳的半径.

知识深化

天体质量和密度的计算方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 重力加速度法 | 环绕法 |
| 情景 | 已知天体的半径*R*和天体表面的重力加速度*g* | 行星或卫星绕中心天体做匀速圆周运动 |
| 思路 | 物体在天体表面的重力近似等于天体与物体间的万有引力：*mg*＝*G* | 行星或卫星受到的万有引力充当向心力：*G*＝*m*()2*r*(以*T*为例) |
| 天体  质量 | 天体质量：*M*＝ | 中心天体质量：*M*＝ |
| 天体  密度 | *ρ*＝＝ | *ρ*＝＝ |
| 说明 | *g*为天体表面重力加速度，未知星球表面重力加速度通常利用实验测出，例如让小球做自由落体、平抛、上抛等运动 | 这种方法只能求中心天体质量，不能求环绕星体质量  *T*为公转周期  *r*为轨道半径  *R*为中心天体半径 |

二、天体运动的分析与计算

1.一般行星(或卫星)的运动可看做匀速圆周运动，所需向心力由中心天体对它的万有引力提供.

基本公式：*G*＝*ma*n＝*m*＝*mω*2*r*＝*mr*.

2.忽略自转时，*mg*＝*G*，整理可得：*GM*＝*gR*2.在引力常量*G*和中心天体质量*M*未知时，可用*gR*2替换*GM*，*GM*＝*gR*2被称为“黄金代换式”.

3.天体运动的物理量与轨道半径的关系

(1)由*G*＝*m*得*v*＝.

(2)由*G*＝*mω*2*r*得*ω*＝.

(3)由*G*＝*m*2*r*得*T*＝2π.

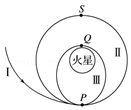
(4)由*G*＝*ma*n得*a*n＝.

由以上关系式可知：①卫星的轨道半径*r*确定后，其相对应的线速度大小、角速度、周期和向心加速度大小是唯一的，与卫星的质量无关，即同一轨道上的不同卫星具有相同的周期、线速度大小、角速度和向心加速度大小.

②卫星的轨道半径*r*越大，*v*、*ω*、*a*n越小，*T*越大，即越远越慢.

## 例题精练

1．（新蔡县校级月考）一着陆器经过多次变轨后登陆火星的轨迹变化如图所示，着陆器先在轨道Ⅰ上运动，经过P点启动变轨发动机然后切换到圆轨道Ⅱ上运动，经过一段时间后，再次经过P点时启动变轨发动机切换到椭圆轨道Ⅲ上运动。轨道上的P、Q、S三点与火星中心位于同一直线上，P、Q两点分别是椭圆轨道的远火星点和近火星点，且PQ＝2QS＝2l。除了变轨瞬间，着陆器在轨道上运行时均处于无动力航行状态。着陆器在轨道Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ上经过P点的速度分别为v1、v2、v3，下列说法正确的是（　　）



A．v1＜v2＜v3

B．着陆器在轨道Ⅲ上从P点运动到Q点的过程中速率变大

C．着陆器在轨道Ⅱ上运动时，经过P点的加速度为菁优网-jyeoo

D．着陆器在轨道Ⅱ上由P点运动到S所用的时间等于着陆器在轨道Ⅲ上由P点运动到Q点所用的时间

【分析】一、人造卫星变轨问题的考查，由高轨变到低轨，做近心运动，需要减速，得出v1＞v2＞V3；二、开普勒定律的应用，公转周期与轨道半径的关系：菁优网-jyeoo；三、向心加速度的概念理解，菁优网-jyeoo

【解答】解：

A、着陆器由轨道|进入轨道II，由轨道II进入轨道Ⅲ做的是近心运动，需点火减速，故v1＞v2＞V3，故A错误；

B、着陆器在轨道I上从P点运动到Q点的过程中，万有引力对着陆器做正功，其速率不断变大，故B正确；

C、根据万有引力定律和牛顿第二定律得：

菁优网-jyeoo

得菁优网-jyeoo

知着陆器在轨道Ⅲ上经过P点的加速度与在轨道II上经过P点的加速度相等，为：

菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

故C错误；

D、着陆器在轨道Ⅱ上由P点运动到S点的时间与着陆器在轨道Ⅲ上由P点运动到Q点的时间均为

相应轨道运行周期的一半，故时间之比等于周期之比：

菁优网-jyeoo

根据开普勒第三定律：

菁优网-jyeoo

据题有R2＝1.5l，R3＝l，得：

菁优网-jyeoo

所以着陆器在轨道II上由P点运动到S点，与着陆器在轨道Ⅲ上由P点运动到Q点的时间之比为菁优网-jyeoo

故D错误。

故选：B。

【点评】本题属于人造卫星问题的小综合，涉及变轨问题，开普勒定律、向心加速度概念。解题时要分清解决问题的办法，不能记混用错。

2．（河南三模）已知嫦娥五号轨道器和返回器组合体在环月轨道上运行的速度为v，运行周期为T，引力常量G，则可以计算出（　　）

A．月球的半径为菁优网-jyeoo

B．月球的质量为菁优网-jyeoo

C．月球的平均密度为菁优网-jyeoo

D．月球表面的重力加速度为菁优网-jyeoo

【分析】此题运动万有引力公式以及黄金代换来进行解答。

【解答】解：A、根据圆周运动公式T＝菁优网-jyeoo可得嫦娥五号和返回器组合体在环月轨道上运行的半径r＝菁优网-jyeoo。这并不是月球半径，故A错误；

B、根据万有引力定律有：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，结合A选项算出得半径得：M＝菁优网-jyeoo。故B正确；

CD。由于无法得到月球半径，所以月球表面重力加速度和密度都无法计算。CD错误；

故选：B。

【点评】此题易错点在于误以为环月轨道半径就是月球半径导致题目写错。

## 随堂练习

1．（长春模拟）木星共有79颗卫星，其中木卫一、木卫二、木卫三、木卫四是意大利天文学家伽利略在1610年用自制的望远镜发现的，这四个卫星被称为伽利略卫星，其中木卫二是太阳系中仅有的几颗可能孕育生命的星球之一。小华同学想根据万有引力的知识计算木卫二绕木星运动的周期，她收集到如下一些数据：木卫二的质量为4.8×1022kg、绕木星做匀速圆周运动的轨道半径为6.7×108m，木星的质量为1.9×1027kg、半径为7.1×107m、自转周期为9.8h。为完成木卫二公转周期的计算，需要用到以上数据中的（万有引力常量已知）（　　）

A．木星的质量和木星半径

B．木卫二的质量和绕木星做匀速圆周运动的轨道半径

C．木星的质量和木卫二绕木星做匀速圆周运动的轨道半径

D．木星的自转周期和木卫二绕木星做匀速圆周运动的轨道半径

【分析】此题用天体运动规律与万有引力公式来解答。

【解答】解：对木卫二进行分析：根据万有引力定律：菁优网-jyeoo＝F向

F向＝m（菁优网-jyeoo）2r。

联立解得：m（菁优网-jyeoo）2r＝菁优网-jyeoo

如果要求T则需要得到的数据为木星的质量和木卫二绕木星做匀速圆周运动的轨道半径。故C正确。

故选：C。

【点评】在天体运动中，环绕物体的质量一般都会被约掉。要注意区分清楚中心天体质量与环绕天体质量。

2．（溧水区校级期中）我国发射的“嫦娥五号”探测器，进入预定轨道后绕地球作椭圆轨道运动，地球位于椭圆的一个焦点上，如图所示。“嫦娥五号”从A点运动到远地点B点的过程中，下列表述正确的有（　　）



A．地球引力对“嫦娥五号”不做功

B．地球引力对“嫦娥五号”做负功

C．地球引力对“嫦娥五号”做正功

D．“嫦娥五号”受到的引力越来越大

【分析】“嫦娥五号”探测器从A点运动到远地点B点的过程中，“嫦娥五号”探测器的速度减小，根据动能定理可知，万有引力做负功；根据万有引力表达式，可确定“嫦娥五号”探测器从A点运动到远地点B点的过程中，受到的引力的变化情况。

【解答】解：ABC、“嫦娥五号”探测器从A点运动到远地点B点的过程中，“嫦娥五号”探测器的速度减小，动能减小，根据动能定理可知，万有引力做负功，故B正确，ACD错误。

D、“嫦娥五号”探测器从A点运动到远地点B点的过程中，“嫦娥五号”探测器离地心的距离越来越大，根据万有引力表达式F＝G菁优网-jyeoo可知，r增大，“嫦娥五号”探测器受到的引力越来越小，故D错误。

故选：B。

【点评】本题是一道考查万有引力定律及动能定理的基础题，注意求变力做功时，优先考虑动能定理。

3．（浙江期中）沙尘暴在我国北方的春天里是并不少见的天气现象。除了给人们的生活带来不便，还会严重影响空气质量，造成环境污染。目前，利用卫星遥感技术监测沙尘暴是最有效的手段。假设该风云卫星的质量为m，在离地面高度为h的轨道上绕地球做匀速圆周运动。已知地球的质量为M，半径为R，引力常量为G，则地球对卫星的万有引力为（　　）

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

【分析】根据万有引力表达式即可求出地球对卫星的万有引力。

【解答】解：对卫星，根据万有引力表达式得：

F＝菁优网-jyeoo，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】本题主要考查万有引力的表达式，属于基础题。

4．（成都期中）2020年11月24日4时30分，嫦娥五号在中国文昌航天发射场发射成功，若嫦娥五号在地面时受地球的万有引力为F，则当其上升到离地距离为地球半径的3倍时受地球的万有引力为（　　）

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

【分析】明确万有引力公式，知道在计算物体受地球的万有引力时，公式中的R为地心到物体间的距离。

【解答】解：根据万有引力公式菁优网-jyeoo可得，在地球表面时嫦娥五号所受地球万有引力为菁优网-jyeoo，当其离地高度为地球半径3倍时所受地球万有引力为F′＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，联立解得：F′＝菁优网-jyeoo，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】本题考查万有引力随两质点距离增大而产生的变化，直接利用万有引力公式分别求出距离增大前后的状态，进行比较即可得到答案。

# **综合练习**

**一．选择题（共15小题）**

1．（金安区校级期中）关于引力常量的测定，下面说法中正确的是（　　）

A．引力常量是由牛顿测定的

B．引力常量是伽利略测定的

C．引力常量是由爱因斯坦测定的

D．引力常量是由卡文迪许测定的

【分析】了解天体运动规律的发现历程即可解决

【解答】解：万有引力定律是由牛顿发现的，而引力常量是由卡文迪许通过卡文迪许扭秤实验测定的，故D正确，ABC错误；

故选：D。

【点评】熟悉天体运动在物理学上的认识过程，对历史人物的贡献有清晰的认识，通过比较得到答案。

2．（蒸湘区校级月考）关于万有引力定律的建立及引力常量的测定，下列说法中正确的是（　　）

A．卡文迪许仅根据牛顿第三定律推出了行星与太阳间引力大小跟行星与太阳间距离的平方成反比的关系

B．“月﹣地检验”表明地面物体所受地球引力与月球所受地球引力遵从同样的规律

C．开普勒经过多年的天文观测，并对获取的数据进行处理，归纳总结出开普勒三定律

D．牛顿发现了万有引力定律，第谷经过多年的天文观测获取大量的天文数据而得出引力常量的数值

【分析】明确万有引力定律发现的基本历程，知道开普勒整理第谷的观测数据，总结出行星的三大定律；万有引力定律建立后，经历过“月﹣地检验”，表明了万有引力定律的正确性；牛顿探究天体的间的作用力，证实行星间引力与距离的平方成反比；引力常量G的大小是卡文迪许测得的。

【解答】解：A、牛顿探究天体间的作用力，得到表明行星间引力与距离的平方成反比，并进一步扩展为万有引力定律，并不是卡文迪许提出的，故A错误；

B、万有引力定律建立后，经历过“月﹣地检验”，表明地面物体所受地球引力与月球所受地球引力遵从同样的规律，故B正确；

C、开普勒整理第谷的观测数据，对获取的数据进行处理，归纳总结出开普勒三定律，故C错误；

D、牛顿发现万有引力定律，但是没有测得引力常量G的大小，G大小是由卡文迪许测得的，第谷的贡献在于观察了大量的行星运动的数据，他没有得出引力常量的数值，故D错误。

故选：B。

【点评】本题要掌握好物理学的基本发展历史，知道各个人对物理学的贡献，其中引力常量是卡文迪许测得的这点要牢记。

3．（济宁期末）下列说法正确的是（　　）

A．牛顿发现了万有引力定律并测得了引力常量

B．原子、分子的体积太小，因此它们之间不存在万有引力

C．根据表达式F＝G菁优网-jyeoo可知，当r趋于零时，万有引力趋于无穷大

D．两物体间的万有引力总是大小相等方向相反，是一对作用力与反作用力

【分析】万有引力定律公式适用于质点间或两个均匀球体间的引力大小。引力常量是卡文迪许通过实验测出的，知道两物体间的万有引力是等大反向的。

【解答】解：A、牛顿提出了万有引力定律，但没有测出引力常量，引力常量是由卡文迪许通过实验测出的，故A错误；

B、原子、分子具有质量，所以它们之间同样存在万有引力，故B错误；

C、当r趋于零时，万有引力定律不再适用，不会出现万有引力无穷大的情况，故C错误；

D、万有引力是两个物体间的相互作用，所以两物体间的万有引力总是大小相等方向相反，是一对作用力与反作用力，故D正确。

故选：D。

【点评】解决本题的关键掌握万有引力定律公式，知道万有引力定律公式的适用条件，明确万有引力的发现历程。

4．（浦东新区校级月考）万有引力恒量G的单位是（　　）

A．N•m2•kg﹣2 B．N﹣1•m﹣2•kg2

C．N•m2•C﹣2 D．N﹣1•m﹣2•C2

【分析】根据牛顿的万有引力定律F＝菁优网-jyeoo，由m，r，F三个物理量的单位推导出G的单位。

【解答】解：由F＝菁优网-jyeoo变形得：菁优网-jyeoo，国际单位制中质量m、距离r、力F的单位分别是：kg、m、N，代入导出G的单位是N•m2/kg2，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】识记万有引力定律表达式；单位制是由基本单位和导出单位组成的，在国际单位制中，除了七个基本单位之外，其他物理量的单位都是导出单位，可以由物理公式推导出来。

5．（珠海期末）在万有引力理论发展经历中，提出万有引力定律和测出常量的科学家分别是（　　）

A．开普勒、卡文迪许 B．牛顿、伽利略

C．牛顿、卡文迪许 D．开普勒、伽利略

【分析】根据牛顿和卡文迪许的研究成果进行解答即可．

【解答】解：牛顿根据行星的运动规律和牛顿运动定律推导出了万有引力定律，经过100多年后，由英国物理学家卡文迪许利用扭秤装置巧妙的测量出了两个铁球间的引力，从而第一次较为准确的得到万有引力常量，故C正确，ABD错误；

故选：C。

【点评】记住一些科学家的主要贡献，相当于考查了物理学史，难度不大．

6．（张家界期末）发现万有引力定律与测定万有引力常量的科学家分别是（　　）

A．牛顿卡文迪许 B．开普勒牛顿

C．牛顿伽利略 D．伽利略第谷

【分析】根据牛顿和卡文迪许的研究成果进行解答即可．

【解答】解：牛顿根据行星的运动规律和牛顿运动定律推导出了万有引力定律，经过100多年后，由英国物理学家卡文迪许利用扭秤装置巧妙的测量出了两个铁球间的引力，从而第一次较为准确的得到万有引力常量；

故选：A。

【点评】记住一些科学家的主要贡献，相当于考查了物理学史，难度不大

7．（盱眙县校级期中）测出万有引力常量的科学家是（　　）

A．牛顿 B．伽利略 C．卡文迪许 D．笛卡尔

【分析】根据物理学史和常识解答，记住著名物理学家的主要贡献即可．

【解答】解：测出万有引力常量的科学家是卡文迪许，

故选：C。

【点评】本题考查物理学史，是常识性问题，对于物理学上重大发现、发明、著名理论要加强记忆，这也是考试内容之一．

8．（江宁区期末）下列物理学史正确的是（　　）

A．开普勒提出行星运动规律，并发现了万有引力定律

B．牛顿发现了万有引力定律并通过精确的计算得出万有引力常量

C．万有引力常量是卡文迪许通过实验测量并计算得出的

D．伽利略发现万有引力定律并得出万有引力常量

【分析】根据物理学史和常识解答，记住著名物理学家的主要贡献即可。

【解答】解：A、开普勒提出行星运动规律，牛顿发现了万有引力定律，故A错误；

B、牛顿发现了万有引力定律，卡文迪许通过精确的计算得出万有引力常量，故B错误；

C、万有引力常量是卡文迪许通过实验测量并计算得出的，故C正确，D错误；

故选：C。

【点评】本题考查物理学史，是常识性问题，对于物理学上重大发现、发明、著名理论要加强记忆，这也是考试内容之一。

9．（阆中市校级期中）下列说法正确的是（　　）

A．开普勒研究了行星运动得出了开普勒三大定律，并发现了万有引力定律

B．开普勒利用扭秤实验测出了万有引力常量G的大小

C．由F＝菁优网-jyeoo可知，当r趋近于零时，万有引力趋于无穷大

D．相同时间内，火星与太阳连线扫过的面积相等

【分析】根据物理学史和常识解答，明确开普勒的贡献以及万有引力发现的历程；知道万有引力定律的适用条件以及开普勒定律的基本内容。

【解答】解：A、开普勒研究了行星运动得出了开普勒三大定律，牛顿发现了万有引力定律，故A错误；

B、卡文迪许利用扭秤实验测出了万有引力常量G的大小，故B错误；

C、万有引力定律公式适用于质点间的万有引力，当距离r趋向于0时，公式不再适用，不能得出r趋近于零时，万有引力趋于无穷大的结论，故C错误；

D、根据开普勒第二定律知，火星与太阳的连线在相同时间内扫过的面积相等，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查万有引力发现历程以及万有引力定律的适用条件和开普勒定律的基本内容应用，要求牢记相关物理学家的主要贡献，明确万有引力定律适用于质点间的万有引力计算，当r趋向于零时，万有引力公式不再适用。

10．（诸暨市校级期中）2019年1月3日，我国探月工程“嫦娥四号”探测器成功着陆月球背面的预选着陆区。在着陆之前，“嫦娥四号”探测器在距月球表面高度约为262km的圆形停泊轨道上，绕月飞行一周的时间约为8000s。已知月球半径约为1738km，引力常量G＝6.67×10﹣11N•m2/kg2，由此可计算出月球的质量约为（　　）

A．7.4×1022kg B．6×1024kg C．6.4×1023kg D．2×1030kg

【分析】探测器在圆形停泊轨道上绕月球做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力，列式即可求解。

【解答】解：“嫦娥四号”探测器在圆形停泊轨道上绕月球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，设月球质量为M，探测器质量为m，

有菁优网-jyeoo，

解得：M＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo≈7.4×1022kg，

故A正确，BCD错误；

故选：A。

【点评】本题考查万有引力定律在天体问题中的应用，计算时要注意单位的换算。

11．（运城期中）2020年11月嫦娥5号进行了环月球表面飞行，已知嫦娥5号紧贴月球表面飞行一圈所需时间为T，引力常量为G，则可求出的数据是（　　）

A．月球质量 B．月球半径

C．月球密度 D．嫦娥5号的质量

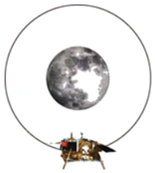
【分析】探测器绕月运行的向心力由探测器和月球间的引力提供，根据运行周期可表示出月球质量表达式，然后根据M＝ρV，可计算出密度。

【解答】解：设月球半径为R，月球质量为M，探测器质量为，则探测器绕月运行的向心力由探测器和月球间的引力提供，菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，因为月球半径和质量未知，可得月球质量M＝菁优网-jyeoo，而其M＝ρV＝菁优网-jyeoo，整理可得：菁优网-jyeoo，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题主要考查了万有引力定律的应用，把握探测器绕月运行的向心力由探测器和月球间的引力提供和质量的表达式此题即可解出。

12．（会昌县校级月考）“嫦娥四号”绕月运行的示意图如图所示。已知“嫦娥四号”的质量为m，到月球表面的距离为h；月球质量为M、半径为R；引力常量为G。“嫦娥四号”受到月球引力的大小为（　　）



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

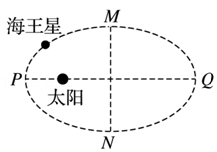
【分析】已知月球和“嫦娥四号”的质量以及二者间的距离，根据万有引力公式F＝G菁优网-jyeoo即可求出“嫦娥四号”受到月球引力的大小。

【解答】解：“嫦娥四号”到月球中心间的距离r＝R+h，根据万有引力公式F＝G菁优网-jyeoo，可知“嫦娥四号”受到月球万有引力的大小为菁优网-jyeoo，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】本题考查对万有引力公式的理解，要注意明确公式中的r应为月球中心到“嫦娥四号”的距离。

13．（浦北县校级期中）如图所示，海王星绕太阳沿椭圆轨道运动，运行的周期为T0，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所用的时间等于菁优网-jyeoo

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所用时间等于菁优网-jyeoo

【分析】根据开普勒第二定律，近地点的速度大于远地点的速度，再结合对称性判断各段的时间的关系。

【解答】解：BC、由开普勒第二定律知，从P经M到Q速率在减小，从Q到N速率在增大，故B错误，C正确；

AD、由对称性知，P→M→Q与Q→N→P所用的时间均为菁优网-jyeoo，从P经M到Q速率在减小，故从P到M所用时间小于菁优网-jyeoo，从Q→N所用时间大于菁优网-jyeoo，从M→N所用时间大于菁优网-jyeoo，故AD错误。

故选：C。

【点评】解题时结合开普勒第二定律及对称性，根据速度的变化判断各段时间的关系。

14．（贵州模拟）2020年12月3日，嫦娥五号上升器成功从月球表面发射，这是我国首次实现地外天体起飞。已知地球半径为月球半径的k倍，地球表面的重力加速度是月球表面重力加速度的n倍，忽略天体自转的影响，则地球第一宇宙速度与月球第一宇宙速度的比值为（　　）

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

【分析】根据近地卫星所受万有引力等于向心力，忽略天体自转时，天体表面万有引力等于重力，即可求解地球和月球第一宇宙速度的比值。

【解答】解：第一宇宙速度是卫星做圆周运动的最大环绕速度，是近地卫星的线速度，根据万有引力提供向心力：菁优网-jyeoo，得到菁优网-jyeoo

忽略天体自转的影响，在天体表面，万有引力等于重力：菁优网-jyeoo

两式联立得：菁优网-jyeoo

已知地球半径为月球半径的k倍，地球表面的重力加速度为月球表面重力加速度的n倍，则地球第一宇宙速度与月球第一宇宙速度的比值为菁优网-jyeoo，故A正确，BCD错误；

故选：A。

【点评】本题考查第一宇宙速度的求解，需要知道第一宇宙速度是什么，会用黄金代换求解。

15．（南京月考）在地面附近先后发射飞行器甲和乙，甲的发射速度为7.9km/s，乙的发射速度为10km/s。已知万有引力常量G＝6.67×10﹣11N•m2/kg2，根据以上信息可判断或求出（　　）

A．甲的轨道是椭圆 B．乙的轨道是圆

C．地球的密度 D．甲的周期比乙短

【分析】根据第一宇宙速度和第二宇宙速度的大小，可以判断甲乙飞行器的轨道是椭圆还是圆，根据开普勒第三定律可以比较两天体的周期。

【解答】A、甲的发射速度等于第一宇宙速度，轨道是圆，故A错误；

B、乙的发射速度大于第一宇宙速度，小于第二宇宙速度，轨道是椭圆，故B错误；

C、根据两飞行器的发射速度不能求解地球密度，故C错误；

D、根据开普勒第三定律，乙的半长轴大于甲的轨道半径，则甲的周期比乙短，故D正确；

故选：D。

【点评】本题关键是明确发射速度不同时，轨道有什么不同，会用开普勒第三定律比较周期。

**二．多选题（共15小题）**

1．（邢台期中）下列说法正确的是（　　）

A．伽利略整理第谷的观测数据，发现了行星运动的三条定律

B．“月﹣地检验”表明，地面物体所受地球的引力与太阳、行星间的引力是同一种性质的力

C．经典力学仍然适用于接近光速运动的物体

D．牛顿发现了万有引力定律，卡文迪许首次在实验室测出了引力常量

【分析】根据物理学史和常识解答，记住著名物理学家的主要贡献即可。

【解答】解：A、开普勒整理第谷的观测数据，发现了行星的三大运动规律，故A错误；

B、“月﹣地检验“表明，地面物体所受地球的引力与太阳、行星间的引力是同一种力，故B正确；

C、经典力学只适用于宏观、低速运动的物体，不能适用于接近光速运动的物体，故C错误；

D、牛顿发现了万有引力定律，卡文迪许第一次在实验室里测出了万有引力常量，故D正确。

故选：BD。

【点评】本题考查物理学史，是常识性问题，对于物理学上重大发现、发明、著名理论要加强记忆，这也是考试内容之一。

2．（香坊区校级期中）下列说法正确的是（　　）

A．天王星的运行轨道偏离根据万有引力计算出来的轨道，其原因是由于天王星受到轨道外面其它行星的引力作用

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立方

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】明确有关万有引力的应用，掌握海王星的发现历程，同时明确开普勒定律的基本内容。

【解答】解：A、科学家亚当斯通过对天王星的长期观察发现，其实际运行的轨道与圆轨道存在一些偏离，且每隔一段时间发生一次最大的偏离，亚当斯利用牛顿发现的万有引力定律对观察数据进行计算，认为形成这种现象的原因可能是天王星外侧还存在着一颗未知行星（后命名为海王星），故A正确；

B、根据开普勒第三定律可知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立方，故B正确；

C、海王星是运用万有引力定律，经过大量的计算后发现的，但不是牛顿运用万有引力定律经过大量计算而发现的，故C错误；

D、根据开普勒第二定律可知相同时间内，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，故D错误。

故选：AB。

【点评】（1）天王星是在一个偶然的情况下被发现的。1781年3月13日，英国天文学家威廉•赫歇耳在用自制反射式望远镜观察星空时，偶然在双子座发现了一颗淡绿色的星星。经过连续几天的观测，他认为这一定是太阳系中的天体，可能是彗星，为此他向英国皇家学会递交了一份名为《一颗彗星的报告》的论文。 1783年，法国科学家拉普拉斯证实赫歇耳发现的是一颗行星。为此，威廉•赫歇耳被英国皇家学会授予柯普莱勋章。

（2）人们在长期的观察中发现天王星的实际运动轨道与应用万有引力定律计算出的轨道总存在一定的偏差，所以怀疑在天王星周围还可能存在有行星，然后应用万有引力定律，结合对天王星的观测资料，便计算出了另外两颗行星的轨道，进而在计算的位置观察新的行星，这是海王星和冥王星。

3．（分宜县校级月考）关于引力常量G，下列说法中正确的是（　　）

A．G值的测出使万有引力定律有了真正的实用价值

B．引力常量G的大小与两物体质量的乘积成反比，与两物体间距离的平方成正比

C．引力常量G在数值上等于两个质量都是1kg的可视为质点的物体相距1m时的相互吸引力

D．引力常量G是不变的，其数值大小由卡文迪许测出，与单位制的选择有关

【分析】G值的测出使万有引力定律有了真正的实用价值，可用万有引力定律进行定量计算；引力常量G的大小是由卡文迪许在实验室测得的，G的数值是常数，与两物体质量乘积和两物体间距离的平方无关；引力常量G的物理意义是：两个质量都是1kg的物体相距1m时相互吸引力为6.67×10﹣11N；引力常量G是一个常量，其大小与单位制有关系，其数值大小是由卡文迪许测出的，在国际单位制中大小是6.67×10﹣11N⋅m2/kg2。

【解答】解：A、G值的测出使万有引力定律有了真正的实用价值，可用万有引力定律进行定量计算，故A正确；

B、引力常量G的大小是由卡文迪许在实验室测得的，G的数值是常数，与两物体质量乘积和两物体间距离的平方无关，故B错误；

C、引力常量G的物理意义是：两个质量都是1kg的物体相距1m时相互吸引力为6.67×10﹣11N，故C正确；

D、引力常量G是一个常量，其大小与单位制有关系，其数值大小是由卡文迪许测出的，在国际单位制中大小是6.67×10﹣11N⋅m2/kg2，故D正确。

故选：ACD。

【点评】本题考查万有引力定律及引力常量G的相关知识点，难度不大。正确理解引力常量G的物理意义是解决本题的关键。

4．（新津县期中）下列说法正确的是（　　）

A．万有引力定律揭示了自然界中有质量的物体间普遍存在着的一种相互吸引力

B．牛顿在实验室里测出了引力常量G的数值

C．引力常量G的单位是N•m2/kg2

D．两个质量为1kg的质点相距1m时的万有引力为6.67N

【分析】牛顿发现了万有引力定律，卡文迪许测出了引力常量．根据万有引力定律公式推导引力常量的单位，以及求出引力的大小．

【解答】解：A、自然界中任意两个物体都存在引力，万有引力定律揭示了自然界中有质量的物体间普遍存在着的一种相互吸引力。故A正确。

B、卡文迪许测出了引力常量。故B错误。

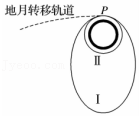
C、根据F＝菁优网-jyeoo知，引力常量的单位为N•m2/kg2．故C正确。

D、根据F＝菁优网-jyeoo知，两质点间的引力F＝菁优网-jyeoo．故D错误。

故选：AC。

【点评】解决本题的关键掌握万有引力定律的公式F＝菁优网-jyeoo，并能灵活运用．

5．（晋中三模）2020年11月28日，嫦娥五号探测器经过约112小时奔月飞行，沿地月转移轨道到达距月面约400公里的P点时，进行第一次“近月制动”后被月球捕获，进入环月椭圆轨道I飞行。次日，探测器在P点成功实施第二次“近月制动”后在过P点的圆形轨道II上绕月飞行，准备执行月面软着陆等动作任务。如图所示，不考虑探测器在实施近月制动过程中质量的变化，下列说法正确的是（　　）



A．沿轨道I运行的周期小于沿轨道II运行的周期

B．沿轨道I运行的机械能大于沿轨道II运行的机械能

C．沿轨道I运行至P点时的速度大于沿轨道II运行至P点时的速度

D．沿轨道I运行至P点时的加速度大于沿轨道II运行至P点时的加速度

【分析】此题为三级变轨问题，要注意变轨过程中，万有引力和向心力不相等。

【解答】解：A、由于椭圆轨道I的半长轴大于圆形轨道II的半径。根据开普勒第三定律可知。嫦娥五号探测器沿着椭圆轨道I运行的周期大于沿着圆形轨道II的周期，故A错误；

BC、在第二次”近月制动“过程中探测器减速除月球引力以外的力对探测器做负功，探测器做近心运动，机械能减小，速度也减小。故BC正确；

D、万有引力是探测器运行过程中的合外力，嫦娥五号探测器沿着椭圆轨道I和圆形轨道II运行至P点受到的万有引力相同，因此加速度也相同。故D错误；

故选：BC。

【点评】此题易错点是错误的理解向心力与万有引力的关系，认为万有引力总是等于向心力而做错题。

6．（黄冈模拟）2020年中国航天捷报频传、硕果累累。6月23日，北斗三号最后一颗全球组网卫星成功发射；7月23日，“天问一号”火星探测器成功发射；11月24日，“嫦娥五号”月球探测器成功发射。已知火星的直径约为月球的2倍、地球的菁优网-jyeoo；火星的质量约为月球的9倍、地球的菁优网-jyeoo，下列说法正确的是（　　）

A．地球，火星、月球的密度之比为9：8：6

B．地球、火星、月球的密度之比为81：72：64

C．地球、火星、月球的第一宇宙速度之比为18：9：4

D．地球、火星、月球的第一宇宙速度之比为9：3菁优网-jyeoo：2

【分析】根据体积和密度的公式，列比例式即可求得密度之比，根据万有引力等于向心力，可以得到第一宇宙速度的表达式，列比例式即可求得第一宇宙速度之比。

【解答】解：AB、球体体积菁优网-jyeoo，密度菁优网-jyeoo，已知火星的直径约为月球的2倍、地球的菁优网-jyeoo；火星的质量约为月球的9倍、地球的菁优网-jyeoo，所以可设月球半径为r，则火星半径为2r，地球半径为4r，设月球质量为M月，则火星质量为9M月，地球质量为81M月，则菁优网-jyeoo，故A错误，B正确；

CD、根据万有引力等于向心力，有菁优网-jyeoo，第一宇宙速度为菁优网-jyeoo，所以

菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故C错误，D正确；

故选：BD。

【点评】本题考查第一宇宙速度，会根据万有引力等于向心力推出第一宇宙速度的表达式，会用比例式求解比例。

7．（河北模拟）2020年10月1日，“天问一号”探测器在深空自拍的飞行图像如图所示，该探测器于2021年2月24日6时29分，成功实施第三次近火制动，进入近火点280千米、远火点5.9万千米的火星停泊轨道。下列说法正确的是（　　）



A．该探测器在近火点的加速度小于其在远火点的加速度

B．该探测器在近火点的速度大于其在远火点的速度

C．若已知火星的质量和引力常量，则可求出探测器在火星停泊轨道上运行的周期

D．若地球的质量为火星质量的10倍，半径为火星半径的2倍，则火星与地球表面的重力加速度大小之比为2：5

【分析】根据万有引力定律和开普勒第二定律，可以比较两点的加速度和速度。根据万有引力提供向心力，可以得到周期的计算式，根据星球表面万有引力提供向心力，可以比较星体表面的重力加速度。

【解答】解：A、由菁优网-jyeoo，可知该探测器在近火点的加速度大于其在远火点的加速度，故A错误；

B、由开普勒第二定律，可知该探测器在近火点的速度大于其在远火点的速度，故B正确；

C、由菁优网-jyeoo，要求周期，应先知道轨道半径，而火星的半径未知，轨道半径不可求，故周期不可求，故C错误；

D、在行星表面附近，由菁优网-jyeoo，解得g火：g地＝2：5，故D正确；

故选：BD。

【点评】本题考查万有引力定律：在星球表面和围绕天体运动时万有引力，目的是考查学生的分析综合能力。

8．（桂林模拟）新华社北京2020年12月2日电：中国嫦娥五号探测器1日成功着陆月球，并传回着陆影像图。关于嫦娥五号探测器发射、运行和着陆的过程中，下列说法正确的是（　　）

A．嫦娥五号在发射上升过程中和着陆过程中的加速度方向都向上

B．在地月转移轨道上，月球对嫦娥五号的引力可以大于地球对嫦娥五号的引力

C．嫦娥五号在取土过程中对月球作用力大于月球对嫦娥五号的作用力

D．嫦娥五号在返回地球过程中，加速穿过地球表面大气层时，机械能守恒

【分析】明确嫦娥五号运动过程，从而明确加速度的方向；根据万有引力公式分析地球和月球对嫦娥五号的引力大小的确定关系；根据牛顿第三定律明确嫦娥五号在取土过程中对月球作用力和月球对嫦娥五号的作用力的大小关系；根据机械能守恒的条件明确嫦娥五号在返回过程机械能是否守恒。

【解答】解：A、嫦娥五号在发射上升过程中加速上升，加速度向上；着陆过程中减速下降，加速度向上，故A正确；

B、在地月转移轨道上，当距离月球较近时，月球对嫦娥五号的引力大于地球对嫦娥五号的引力，故B正确；

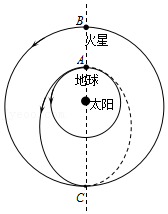
C、月球与嫦娥五号之间的作用力是互为作用力和反作用力，则嫦娥五号在取土过程中对月球作用力等于月球对嫦娥五号的作用力，故C错误；

D、嫦娥五号在返回地球过程中，加速穿过地球表面大气层时，克服大气阻力做功，则机械能减小，故D错误。

故选：AB。

【点评】本题通过嫦娥五号考查了万有引力定律、机械能守恒定律以及牛顿第三定律的应用，要注意正确理解题意，找出题目所考查的内容，并采用正确的物理规律分析求解。

9．（西城区期末）2020年7月23日，我国首次火星探测任务“天问一号”探测器，在中国文昌航天发射场，应用长征五号运载火箭送入地火转移轨道。火星距离地球最远时有4亿公里，最近时大约0.55亿公里。由于距离遥远，地球与火星之间的信号传输会有长时间的时延。当火星离我们最远时，从地球发出一个指令，约22分钟才能到达火星。为了节省燃料，我们要等火星与地球之间相对位置合适的时候发射探测器。受天体运行规律的影响，这样的发射机会很少。为简化计算，已知火星的公转周期约是地球公转周期的1.9倍，认为地球和火星在同一平面上、沿同一方向绕太阳做匀速圆周运动，如图所示。根据上述材料，结合所学知识，判断下列说法正确的是（　　）



A．地球的公转向心加速度小于火星的公转向心加速度

B．当火星离地球最近时，地球上发出的指令需要约3分钟到达火星

C．如果火星运动到B点，地球恰好在A点时发射探测器，那么探测器将沿轨迹AC运动到C点时，恰好与火星相遇

D．下一个发射时机需要再等约2.1年

【分析】根据牛顿第二定律和万有引力定律列式分析加速度关系；

根据位移、速度、时间关系分析A到B的时间；

由开普勒第三定律分析探测器与火星是否相遇；

最佳发射时机相当于求的是地球与火星再一次出现最短距离时所用的时间。

【解答】解：A、火星轨道半径大于地球轨道半径，由G菁优网-jyeoo＝ma可知，向心加速度与轨道半径的平方成反比，所以地球的公转向心加速度大于火星的公转向心加速度，故A错误；

B、信号传播速度不变，由菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo得，当火星离地球最近时，地球上发出的指令到达火星所需时间：tAB＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo分钟＝3.025分钟≈3分钟。故B正确；

C.根据开普勒第三定律，火星与探测器的公转半径不同，则公转周期不相同，因此探测器与火星不会同时到达C点，不能在C点相遇，故C错误；

D.地球的公转周期为1年，火星的公转周期约是地球公转周期的1.9倍，两者的角速度之差为：菁优网-jyeoo，则地球再一次追上火星的用时为菁优网-jyeoo年，故D正确。

故选：BD。

【点评】容易出现错误的是“下一个最佳发射时机”，要从题目的意思“为了节省燃料，我们要等火星与地球之间相对位置合适的时候发射探测器”去理解，说明这个最佳发射时机与位置有关，也就变成了天体之间的追及问题。

10．（兴庆区校级期中）万有引力定律首次揭示了自然界中物体间一种基本相互作用的规律，以下关于万有引力定律说法不正确的是（　　）

A．物体的重力不是地球对物体的万有引力引起的

B．人造地球卫星离地球越远，受到地球的万有引力越大

C．人造地球卫星绕地球运动的向心力由地球对它的万有引力提供

D．宇宙飞船内的宇航员处于失重状态是由于没有受到万有引力的作用

【分析】解答本题需要掌握：万有引力定律的内容、表达式、适用范围、重力与万有引力的关系；宇宙飞船中的宇航员做匀速圆周运动，重力提供向心力，处于完全失重状态。

【解答】解：A、物体受到的重力是由于地球对物体的吸引而产生的，故A不正确；

B、万有引力与物体间的距离的平方成反比，人造地球卫星离地球越远，受到地球的万有引力越小，故B不正确；

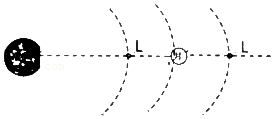
C、人造地球卫星做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，故C正确；

D、宇航员随宇宙飞船一起绕地球做匀速圆周运动，宇航员受到的引力完全提供向心力，处于完全失重状态，故D不正确。

本题选择不正确的是，故选：ABD。

【点评】本题关键是要掌握万有引力定律的内容、表达式、适用范围。超重与失重不是重力变化，而是物体对支持物的压力或对悬挂物的拉力大于或小于重力的现象。

11．（金安区校级月考）由于月球绕地球公转周期与月球自转周期的关系特点，使得月球永远以同一面朝向地球，这一现象被称为“潮汐锁定”。我国早在2018年5月21日就成功发射嫦娥四号中继星“鹊桥号”于拉格朗日点L2处，使得探测月球背面变成了现实。如图为地月系统中的两个拉格朗日点L1、L2，当卫星位于拉格朗日点处，可以在几乎不消化燃料的条件下与月球同步绕地球公转，则下列说法正确的是（　　）



A．发射鹊桥号中继星的速度必须达到第二宇宙速度

B．只有月球的自转周期与其绕地球公转周期相等时，才能产生潮汐锁定

C．当鹊桥号中继星由拉格朗日点L2做圆周运动变轨至L1处圆周运动，所受合外力变大

D．当卫星位于拉格朗日点处，其做圆周运动所需要的向心力一定来源于地球和月球的引力矢量和

【分析】第二宇宙速度是脱离地球引力束缚所需的最小速度；

位于两个拉格朗日点时的角速度相等，根据向心力菁优网-jyeoo可判断两处向心力的大小，向心力由合外力提供，即可判断合外力的大小。

【解答】解：A、因为“鹊桥号”围绕地球做圆周运动，并没有脱离地球引力的束缚，所以发射“鹊桥号”中继星的速度要小于第二宇宙速度，故A错误；

B、由题意知，要实现“潮汐锁定”，即始终只有一面朝向地球，则月球围绕地球公转多少角度，自转也要转相应角度，所以自转与公转的角速度相等，由菁优网-jyeoo知自转和公转的周期也相等，故B正确；

C、“鹊桥号”所受的合外力提供其圆周运动的向心力，位于拉格朗日点处的“鹊桥号”与月球同步绕地球做圆周运动，则两个位置的角速度相同，根据向心力公式菁优网-jyeoo可知在拉格朗日点L2处所需向心力更大，即合力更大，故C错误；

D、当卫星位于拉格朗日点时，其做圆周运动所需的向心力一定来源于地球和月球对其引力的矢量和，正是这两个万有引力的合力提供了其圆周运动所需的向心力，故D正确。

故选：BD。

【点评】对于三大宇宙速度要知道分别是什么情况下的速度，对于做匀速圆周运动的物体要知道合外力提供向心力，并且能够进行适当的推理分析。

12．（南岗区校级月考）假如地球自转速度增大，下列说法中正确的是（　　）

A．放在赤道地面上的物体的重力不变

B．放在两极地面上的物体的重力不变

C．近地卫星的线速度将增大

D．地球同步卫星到地表的距离将变小

【分析】对于地面上的物体，在地球两极物体所受重力等于万有引力，在赤道上的物体所受的重力和向心力是其所受万有引力的分力；

根据万有引力提供向心力求解出近地卫星的线速度表达式分析；

根据万有引力提供向心力求解出同步卫星的周期表达式，当地球自转速度增大时，地球的自转周期变短，据此分析。

【解答】解：AB、地球的质量和半径都没有变化，地面上的物体的万有引力大小保持不变，

放在赤道上的物体，其重力和向心力的合力等于物体受到的万有引力，而万有引力不变，地球转速增加时物体所需向心力增大，故物体的重力将减小，

在两极点上的物体转动半径为0，转动所需向心力为0，此时物体的重力与万有引力相等，故转速增加两极地面上的物体的重力保持不变，故A错误，B正确；

C、对于近地卫星，根据万有引力提供向心力，即菁优网-jyeoo可得近地卫星的线速度菁优网-jyeoo，

由于地球质量M和地球半径R都不变，所以近地卫星的线速度不变，故C错误；

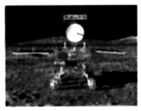
D、对于地球同步卫星，根据万有引力提供向心力，即菁优网-jyeoo可得同步卫星的周期菁优网-jyeoo，

由于地球的自转速度增大，自转周期T变小，则同步卫星的轨道半径r变小，所以地球同步卫星到地表的距离将变小，故D正确。

故选：BD。

【点评】本题关键是考查重力、万有引力与随地球自转的向心力三者之间的关系，掌握规律是解决问题的关键。

13．（渭滨区校级二模）2019年1月3日10时26分，“嫦娥四号”探测器成功在月球背面着陆，标志着我国探月航天工程达到了一个新高度，如图所示为“嫦娥四号”到达月球背面的巡视器。已知地球质量大约是月球质量的81倍，地球半径大约是月球半径的4倍。不考虑地球、月球自转的影响，则下列判断中最接近实际的是（　　）



A．地球表面重力加速度与月球表面重力加速度之比为9：4

B．地球表面重力加速度与月球表面重力加速度之比为81：16

C．地球的第一宇宙速度与月球的第一宇宙速度之比为9：2

D．地球的第一宇宙速度与月球的第一宇宙速度之比为2：9

【分析】根据万有引力充当重力列式即可确定重力加速度之比；再根据第一宇宙速度的定义，由万有引力充当向心力列式得出第一宇宙速度的表达式，从而求出速度之比。

【解答】解：AB、根据天体表面物体的重力等于万有引力，有：菁优网-jyeoo

可得：菁优网-jyeoo

所以地球表面重力加速度与月球表面重力加速度之比为菁优网-jyeoo，故A错误，B正确；

CD、当质量为m的物体在环绕天体表面飞行时的速度即为天体第一宇宙速度，根据万有引力提供向心力有：菁优网-jyeoo

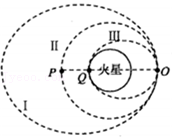
可得第一宇宙速度为：菁优网-jyeoo

所以地球的第一宇宙速度与月球的第一宇宙速度之比为：菁优网-jyeoo，故C正确，D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查万有引力的应用，本题关键是明确在星球的表面重力等于万有引力，而卫星绕地球表面运行时的速度为第一宇宙速度。

14．（盐城二模）据报道，我国准备在2020年发射火星探测器，并于2021年登陆火星，如图为载着登陆舱的探测器经过多次变轨后登陆火星的轨迹图，其中轨道I、Ⅲ为椭圆，轨道Ⅱ为圆。探测器经轨道I、Ⅱ、Ⅲ运动后在Q点登陆火星，O点是轨道I、Ⅱ、Ⅲ的交点，轨道上的O、P、Q三点与火星中心在同一直线上，O、Q两点分别是椭圆轨道Ⅲ的远火星点和近火星点。已知火星的半径为R，OQ＝4R，轨道Ⅱ上经过O点的速度为v，下列说法正确的有（　　）



A．在相等时间内，轨道I上探测器与火星中心的连线扫过的面积与轨道Ⅱ上探测器与火星中心的连线扫过的面积相等

B．探测器在轨道Ⅱ运动时，经过O点的加速度等于菁优网-jyeoo

C．探测器在轨道I运动时，经过O点的速度大于v

D．在轨道Ⅱ上第一次由O点到P点与轨道Ⅲ上第一次由O点到Q点的时间之比是3：2

【分析】根据开普勒第二定律分析A选项。

根据圆周运动的规律分析B选项。

根据卫星变轨的原理分析C选项。

根据开普勒第三定律分析D选项。

【解答】解：A、根据开普勒第二定律可知，在同一轨道上探测器与火星中心的连线在相等的时间内扫过的相等的面积，在两个不同的轨道上，不具备上述关系，即在相等时间内，轨道I上探测器与火星中心的连线扫过的面积与轨道Ⅱ上探测器与火星中心的连线扫过的面积不相等，故A错误；

B、轨道Ⅱ是圆轨道，半径为3R，经过O点的速度为v，根据圆周运动的规律可知，探测器经过O点的加速度：a＝菁优网-jyeoo，故B正确；

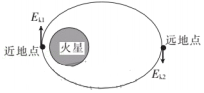
C、探测器在轨道I上运动，经过O点时减速变轨到轨道Ⅱ，则经过O点的速度大于v，故C正确；

D、轨道Ⅲ的半长轴为2R，根据开普勒第三定律可知，菁优网-jyeoo，解得：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，则在轨道Ⅱ上第一次由O点到P点与轨道Ⅲ上第一次由O点到Q点的时间之比是3菁优网-jyeoo：4，故D错误。

故选：BC。

【点评】此题考查了万有引力定律及其应用，关键是明确卫星变轨的原理，以及开普勒行星运动定律的灵活运用。

15．（海南模拟）据报道，我国预计在2020年首次发射火星探测器，并实施火星环绕着陆巡视探测。如图所示，若探测器绕火星运动的轨迹是椭圆，在近地点、远地点的动能分别为Ek1、Ek2，探测器在近地点的速度大小为v1，近地点到火星球心的距离为r，火星质量为M，引力常量为G．则（　　）



A．Ek1＞Ek2 B．Ek1≤Ek2 C．v1＞菁优网-jyeoo D．v1＜菁优网-jyeoo

【分析】根据开普勒第二定律分析卫星在近地点、远地点的速度大小。根据变轨原理，将近地点速度与卫星圆周运动的线速度比较，即可求解。

【解答】解：A、根据开普勒第二定律有：v1＞v2。

动能菁优网-jyeoo可知Ek1＞Ek2，故A正确，B错误；

C、若卫星做轨道半径为r的圆周运动时，线速度大小为菁优网-jyeoo，将卫星从半径为r的圆轨道变轨到图示的椭圆轨道，必须在近地点加速，所以有：v1＞菁优网-jyeoo，故C正确，D错误；

故选：AC。

【点评】解决本题的关键要理解并掌握卫星变轨的原理，知道当万有引力小于所需要的向心力时，卫星做离心运动。

**三．填空题（共10小题）**

1．（沙依巴克区校级期中）万有引力定律是由　A　提出的，而万有引力常量G＝6.67×10﹣11N•m2/kg2是由　 　测定的。

A．牛顿

B．卡文迪许

C．胡克

D．开普勒

【分析】万有引力定律是由牛顿提出的，引力常量是卡文迪许通过实验测的。

【解答】解：根据物理学史可知，万有引力定律是由牛顿提出的，提出万有引力与两物体质量和质点间距离有关，其引力常量则是卡文迪许通过实验测的。

故答案为；（1）A；（2）B。

【点评】本题主要考查了物理学史，只有了解万有引力定律是由牛顿提出的，引力常量是卡文迪许实验测出的即可。

2．（金山区二模）卡文迪许利用　扭秤　实验测量了引力常量G。两物体间的万有引力大小相等，与两物体质量是否相等　无关　（选填“有关”或“无关”）。

【分析】卡文迪许第一次在实验室利用扭秤实验测出了引力常量，两物体间的万有引力总是大小相等，与两物体质量是否相等无关，遵循牛顿第三定律。

【解答】解：卡文迪许第一次在实验室利用扭秤实验测出了引力常量，两物体间的万有引力总是大小相等，与两物体质量是否相等无关，遵循牛顿第三定律。

故答案为：扭秤，无关。

【点评】本题考查了物理学史，学好物理学史不仅是高中物理学习的要求，而且能提高我们对物理的学习兴趣，平时要注意物理学史的积累．

3．（金山区二模）卡文迪什的　扭秤　实验测量了引力常量G，该常量的单位是　Nm2/kg2　。

【分析】根据物理学史和常识解答，记住著名物理学家的主要贡献即可。

【解答】解：卡文迪什的扭秤实验测量了引力常量G，

根据F＝G菁优网-jyeoo知，该常量的单位是Nm2/kg2。

故答案为：扭秤，Nm2/kg2。

【点评】本题考查物理学史，是常识性问题，对于物理学上重大发现、发明、著名理论要加强记忆，这也是考试内容之一。

4．（潮安区校级期中）万有引力定律是由英国著名的物理学家　牛顿　总结出来的定律，但是他无法测出引力常量G的值。100多年后，英国物理学家　卡文迪许　在实验中通过几个铅球之间万有引力的测量，得出引力常量G＝　6.67×10﹣11　N．m2/kg2

【分析】本题考查了物理学史，了解所涉及伟大科学家的重要成就，明确万有引力定律发现的基本历程。

【解答】解：万有引力定律是由英国著名的物理学家牛顿总结出来的定律，但是他无法测出引力常量G的值。100多年后，英国物理学家卡文迪许在实验中通过几个铅球之间万有引力的测量，得出引力常量G＝6.67×10﹣11 N．m2/kg2

故答案为：牛顿；卡文迪许；6.67×10﹣11。

【点评】本题考查了学生对物理学史的掌握情况，对于物理学史部分也是高考的热点，平时训练不可忽略。

5．（渭滨区期末）发现万有引力定律和测出引力常量的科学家分别　牛顿　和　卡文迪许　．

【分析】万有引力定律是牛顿运用开普勒有关行星运动的三大定律，结合向心力公式和牛顿运动定律，运用其超凡的数学能力推导出来的，因而可以说是牛顿在前人研究的基础上发现的．

经过100多年后，由英国物理学家卡文迪许利用扭秤装置巧妙的测量出了两个铁球间的引力，从而第一次较为准确的得到万有引力常量．

【解答】解：牛顿根据行星的运动规律推导出了万有引力定律，经过100多年后，由英国物理学家卡文迪许利用扭秤装置巧妙的测量出了两个铁球间的引力，从而第一次较为准确的得到万有引力常量；

故答案为：牛顿，卡文迪许．

【点评】由行星的运动规律推导出万有引力表达式，是典型的已知运动情况判断受力情况，最初由牛顿发现了万有引力的规律，并提出了著名的万有引力定律，经过100多年后，由英国物理学家卡文迪许测量出万有引力常量．

6．（沙依巴克区校级期中）有一宇宙飞船到了某行星上（该行星没有自转运动），以速度v接近行星赤道表面匀速飞行，测出运动的周期为T，已知引力常量为G，则可得：该行星的半径为　菁优网-jyeoo　；该行星的平均密度为　菁优网-jyeoo　．

【分析】飞船绕行星做匀速圆周运动，万有引力提供圆周运动向心力，知道该飞船的轨道半径与行星半径近似相等，由圆周运动知识展开讨论即可．

【解答】解：根据周期与线速度的关系T＝菁优网-jyeoo，可得行星的半径：R＝菁优网-jyeoo．

万有引力提供向心力，由牛顿第二定律得：G菁优网-jyeoo＝m菁优网-jyeoo，解得行星的质量：M＝菁优网-jyeoo．

该行星的平均密度为 ρ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

故答案为：菁优网-jyeoo；菁优网-jyeoo．

【点评】知道圆周运动的线速度与周期的关系，能根据万有引力提供圆周运动向心力推导出描述圆周运动物理量的关系，掌握基本知识是解决问题的关键．

7．（唐山月考）“2003年10月15日9时，我国神舟五号宇宙飞船在酒泉卫星发射中心成功发射，把中国第一位航天员杨利伟送入太空。飞船绕地球飞行14圈后，于10月16日6时23分安全降落在内蒙古主着陆场。”根据以上消息，近似地把飞船从发射到降落的全部运动看做绕球的匀速圆周运动，可知神舟五号的绕行周期为　92　min（保留两位有效数字）。若已知神舟五号的绕行周期为T，地球的质量M地球的半径R，万有引力常量为G，则神舟五号绕地球飞行时距地面高度的表达式为　菁优网-jyeoo　。

【分析】根据周期的定义，即绕行一周所需的时间进行计算；

根据万有引力提供向心力计算出圆周运动的半径之后减去地球的半径，即为距离地面的高度。

【解答】解：由题意知，神舟五号绕行14圈所用的时间为：

t总＝24h﹣9h+6h23min＝21h23min＝1283min，

故绕行周期为：菁优网-jyeoo

设神舟五号质量为m，做圆周运动的半径为r，由万有引力提供神舟五号做圆周运动所需的向心力得：

菁优网-jyeoo，

解得：菁优网-jyeoo，

且地球半径为R，故神舟五号绕地球飞行时距地面的高度为：

菁优网-jyeoo

故答案为：92；菁优网-jyeoo

【点评】本题难度不大，要能够根据定义计算周期，根据万有引力提供向心力进行各个物理量的计算。

8．（凉州区校级期中）如图所示，两球的半径分别为r1和r2，均小于r，且两球的质量分布均匀，质量分别为m1、m2，则两球间的万有引力大小为　菁优网-jyeoo　。

菁优网：http://www.jyeoo.com

【分析】根据万有引力定律的内容，求出两球间的万有引力大小。

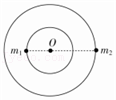
【解答】解：两个球的半径分别为r1和r2，两球之间的距离为r，所以两球心间的距离为r1+r2+r，

根据万有引力定律得两球间的万有引力大小为：F＝G菁优网-jyeoo

故答案为：G菁优网-jyeoo。

【点评】本题是对万有引力定律的直接考查，对于质量均匀分布的球，公式中的r应该是两球心之间的距离。

9．（思南县校级月考）两个靠得很近的天体，离其他天体非常遥远，它们均以其连线上某一点O为圆心做匀速圆周运动，两者的距离保持不变，科学家把这样的两个天体称为“双星”，如图所示。已知双星的质量分别为m1和m2，它们之间的距离为L，求双星的运行轨道半径r1　菁优网-jyeoo　和r2　菁优网-jyeoo　及运行周期T　菁优网-jyeoo　。



【分析】双星以两者连线上某点为圆心，各自做匀速圆周运动，向心力由对方的万有引力提供，而且双星的条件是角速度相同，根据牛顿第二定律隔离两个天体分别研究，再求解双星运行轨道半径和周期。

【解答】解：由双星系统的特点可知：r1+r2＝L，

对m1：G菁优网-jyeoo＝m1ω2r1

对m2：G菁优网-jyeoo＝m2ω2r2。

联立解得：

r1＝菁优网-jyeoo

r2＝菁优网-jyeoo

再由G菁优网-jyeoo＝m1菁优网-jyeoor1及r1＝菁优网-jyeoo，

解得周期为：T＝2π菁优网-jyeoo

故答案为：菁优网-jyeoo，菁优网-jyeoo；菁优网-jyeoo

【点评】本题是双星问题，与卫星绕地球运动模型不同，两颗星都绕同一圆心做匀速圆周运动，关键抓住条件：周期相同，二者半径之和等于两星球间的距离。

10．（天心区校级期中）太阳对行星的引力大小与行星的质量　正比　（选填“正比”或“反比”），与它们的距离的平方成　反比　（选填“正比”或“反比”）

【分析】太阳对行星的引力和行星对太阳的引力是一对作用力和反作用力，大小相等，方向相反，作用在不同的物体上，根据万有引力定律判断太阳与行星间的引力与它们距离和质量的关系。

【解答】解：行星围绕太阳做匀速圆周运动，由万有引力提供向心力，根据万有引力定律F＝G菁优网-jyeoo知，这个向心力大小与行星到太阳的距离的平方成反比，与太阳质量和行星质量的乘积成正比，因太阳质量一定，故太阳对行引的引力大小与行星的质量成正比。

故答案为：正比，反比。

【点评】解决本题的点关键要知道万有引力提供行星做圆周运动的向心力，万有引力的大小与行星到太阳的距离的平方成反比。

**四．计算题（共2小题）**

1．（鼓楼区校级期中）已知地球半径为R，表面重力加速度为g，一昼夜时间为T，万有引力常量为G，忽略地球自转的影响。试求：

（1）第一宇宙速度v；

（2）近地卫星的周期T'；

（3）同步卫星离地面的高度h。

【分析】（1）万有引力提供向心力，应用万有引力公式与牛顿第二定律可以求出第一宇宙速度；

（2）根据万有引力提供向心力，可以求出近地卫星的周期；

（3）万有引力提供向心力，应用万有引力公式与牛顿第二定律可以求出同步卫星的轨道半径，然后求出卫星高度。

【解答】解：忽略地球自转的影响，地球表面的物体所受重力等于万有引力，即：菁优网-jyeoo，解得：GM＝gR2；

（1）第一宇宙速度为卫星在地面附近轨道做匀速圆周运动的环绕速度，根据万有引力提供向心力得：菁优网-jyeoo，联立解得：菁优网-jyeoo；

（2）近地卫星做匀速圆周运动，近地卫星轨道半径为R，由万有引力提供向心力得：菁优网-jyeoo，联立解得：T′＝菁优网-jyeoo；

（3）同步卫星做匀速圆周运动，同步卫星轨道半径为R+h，同步卫星的周期等于地球自转周期T，由万有引力提供向心力得：菁优网-jyeoo，联立解得：h＝菁优网-jyeoo。

答：（1）第一宇宙速度v为菁优网-jyeoo；

（2）近地卫星的周期T'为菁优网-jyeoo；

（3）同步卫星离地面的高度h为菁优网-jyeoo。

【点评】本题考查了万有引力定律的应用；知道地球的第一宇宙速度是近地卫星绕地球表面做圆周运动的速度，近地卫星的轨道半径等于地球半径，知道同步卫星的周期等于地球自转周期。

2．（温州期中）2021年2月我国发射的“天问一号”火星探测器已成功成为我国第一颗人造火星卫星，择时将着落火星表面，对火星的地貌和环境进行探测，人类探测宇宙的脚步将不断向前迈进。设想某一天一位质量m＝60kg的宇航员到达一颗行星上探测，经过前期研究，已测得该行星质量为M＝8×1023kg、半径R＝4000km，引力常量G＝6.67×10﹣11N•m2/kg2。试求：

（1）该宇航员在行星上受到的万有引力大小；

（2）该行星表面的重力加速度大小；（忽略行星的自转，计算结果保留一位有效数字）

（3）该行星近地轨道卫星的速度大小。（保留一位有效数字）

【分析】（1）根据万有引力公式即可求解；

（2）在行星表面，根据万有引力等于重力即可求解；

（3）对于近地轨道卫星，根据万有引力提供向心力即可求解。

【解答】解：（1）由万有引力公式得：菁优网-jyeoo＝200N；

（2）在行星表面，忽略行星的自转，万有引力等于重力，有菁优网-jyeoo，解得：g＝3m/s2；

（3）近地轨道卫星绕行星做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，轨道半径等于行星的半径：菁优网-jyeoo，代入数据解得：v≈4×103m/s；

答：（1）该宇航员在行星上受到的万有引力大小为200N；

（2）该行星表面的重力加速度大小为3m/s2；

（3）该行星近地轨道卫星的速度大小为4×103m/s。

【点评】本题考查万有引力定律及其应用，注意在行星表面，忽略行星自转的情况，万有引力等于重力。