# 第六章 万有引力定律

## 第一节 行星的运动

（共1课时）

#### 课时聚焦

1．人类在早期对天体运动的认识

（1）地心说：

①代表人物：古代天文学家\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

②认为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_静止不动，是宇宙的中心；\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_和行星等所有天体都绕\_\_\_\_\_\_\_\_\_运动。

（2）日心说

①代表人物：波兰天文学家\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

②认为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_是宇宙的中心；\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_和其他行星围绕\_\_\_\_\_\_\_\_\_运动。

2．行星的运动规律

（1）开普勒第一定律：太阳处在\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的一个\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_上，各行星都在\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_轨道上绕\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_运行。

（2）开普勒第二定律：也叫“\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_定律”，提出了行星与太阳的连线在相等的时间内扫过的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_相等。解释了行星在近日点运动\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、在远日点运动\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的原因。

（3）开普勒第三定律：行星绕太阳运行的椭圆轨道\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_之比是一个常量，即\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_= *k*，*k* 是一个与行星\_\_\_\_\_\_\_\_（有/无）关的常量。

行星的椭圆轨道都接近于\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，若用 *r* 表示行星圆轨道的半径，则\_\_\_\_\_\_\_\_\_= *k*。

#### 典例精析

**【考点一】开普勒定律的理解**

例1：根据开普勒行星运动规律，下列说法正确的是（ ）

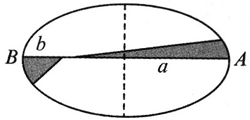
A．所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的中心

B．对于任意一个行星来说它与椭圆中心的连线在相等时间内扫过的面积相等

C．所有行星轨道的半长轴的平方跟它的公转周期的三次方的比值都相等

D．当行星离太阳较近时运行的速度较大，而离太阳较远时速度较小

**【考点二】开普勒定律的应用**

例2：如图，某行星沿椭圆轨道绕太阳运行，远日点 A 和近日点 B 距太阳的距离为 *a* 和 *b*，若行星经过 A 点时的速率为 *v*，则过 B 点时的速率为（ ）

A．*v* B．*v* C．*v* D．*v*

#### 同步精练

##### 基础达标精练

**一、单项选择题**

1. 在物理学发展历史中，下列说法正确的是（ ）

A．托勒密提出了日心说

B．哥白尼发现了行星运动的三大定律

C．第谷发现行星的运动轨道是椭圆

D．地心说认为地球是宇宙的中心，是静止不动的

1. 关于开普勒第三定律 = *k*，下列说法正确的是（ ）

A．公式只适用于绕太阳做椭圆轨道运行的行星

B．*a* 代表行星的球体半径

C．*T* 代表行星运动的自转周期

D．围绕不同天体运行的行星，其 *k* 值不同

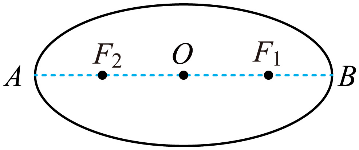
1. 地球和火星绕太阳运动，火星离太阳较远，下列说法正确的是（ ）

A．地球和火星在同一椭圆轨道上绕太阳运动

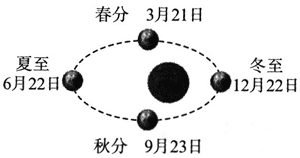
B．火星绕太阳运动时太阳位于火星轨道的中心处

C．地球绕太阳运动的周期比火星绕太阳运动的周期小

D．地球绕太阳运动的周期比火星绕太阳运动的周期大

1. 如图，焦点为 F1 和 F2 的椭圆表示火星绕太阳运行的轨道，已知火星运行到 A 点的速率比运行到 B 点的速率大，则根据开普勒定律可知，太阳应位于（ ）

A．A 处 B．B 处 C．F1 处 D．F2 处

1. 中国古代为区分季节有节气之说，如图，从现代物理学可知，地球沿椭圆形轨道绕太阳运动所处四个位置，分别对应我国的四个节气。下列说法正确的是（ ）

A．地球做匀速椭圆轨道运动 B．太阳在椭圆的一个焦点上

C．冬至时地球公转速度最小 D．秋分时地球公转速度最大

1. 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 4 倍，则宇宙飞船绕太阳运行的周期是（ ）

A．2 年 B．4 年 C．8 年 D．16 年

1. 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∶1，则它们的轨道半径之比为（ ）

A．3∶1 B．9∶1 C．27∶1 D．1∶9

**二、综合题**

1. 开普勒三大定律的发现为人类对天体运动规律的认识做出了巨大贡献。太阳系中某些行星绕太阳运行的轨道半径如下表，求水星绕太阳公转的周期。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 行星 | 水星 | 金星 | 地球 | 火星 | 木星 | 土星 |
| 轨道半径/×107 km | 5.8 | 10.8 | 15 | 22.8 | 77.8 | 147.8 |

##### 拓展提升精练

**一、选择题**

1. 关于开普勒第三定律，下列说法正确的是（ ）

①由行星运动规律 = *k*，可知 *k* 值与 *a*3 成正比；

②由行星运动规律 = *k*，可知 *a*3 与 *T*2 成正比；

③行星运动规律中的 *k* 值是由 *a* 与 *T* 共同决定的；

④行星运动规律中的 *k* 值与 *a* 和 *T* 均无关。

A．①② B．③④ C．①③ D．②④

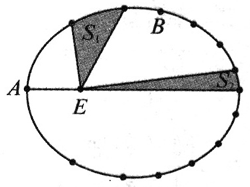
1. 火星和地球围绕太阳旋转的轨道均为椭圆，火星轨道的半长轴比地球轨道的半长轴长，根据开普勒行星运动定律可知（ ）

A．火星自转周期比地球自转周期短

B．火星靠近太阳的过程中，速率增大

C．地球远离太阳的过程中，加速度增大

D．相等时间内，火星与太阳的连线扫过的面积等于地球与太阳的连线扫过的面积

1. “高分六号”光学遥感卫星是我国第一颗实现精准农业观测的高分卫星。其运行轨道为如图的绕地球 E 运动的椭圆轨道，地球 E 位于椭圆的一个焦点上。轨道上标记了“高分六号”经过相等时间间隔（Δ*t* = ，*T* 为“高分六号”沿椭圆轨道运行的周期）的有关位置。则下列说法正确的是（ ）

A．面积 *S*1 > *S*2

B．卫星在轨道 A 点的速度小于 B 点的速度

C．*T*2 = *Ca*3，其中 *C* 为常数，*a* 为椭圆半长轴

D．*T*2 = *C*ʹ*b*3，其中 *C*ʹ 为常数，*b* 为椭圆半短轴

1. 2021年2月10日，中国首次火星探测任务“天问一号”探测器顺利进入环火星轨道。若探测器在该圆周轨道上环绕火星飞行一周的时间为 *t*1，经地面工作人员操控实施变轨后，探测器紧贴火星表面环绕火星飞行一周的时间为 *t*2，则探测器变轨前、后的轨道半径之比为（ ）

A． B． C． D．

1. 地球的公转轨道接近圆，但彗星的运动轨道则是一个非常扁的椭圆（如图）。天文学家哈雷曾经在1682年跟踪过一颗彗星，他算出这颗彗星轨道的半长轴约等于地球公转半径的 18 倍，并预言这颗彗星将每隔一定时间就会出现。哈雷的预言得到证实，该彗星被命名为哈雷彗星。哈雷彗星最近出现的时间是1986年，则关于它下次飞近地球的时间，下列判断正确的是（ ）

哈雷彗星

地球

太阳

哈雷彗星轨道示意图

A．大约在2070年 B．大约在2062年 C．大约在2048年 D．大约在2035年

1. 如图，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

c

d

b

太阳

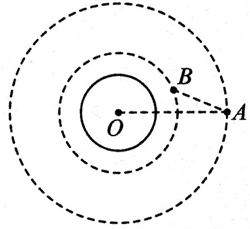
A．从 b 到 d 的时间 *t*bd =

B．从 a 到 c 的时间 *t*ac =

C．从 d 经 a 到 b 的运动时间大于从 b 经 c 到 d 的时间

D．从 a 到 b 的时间 *t*ab >

1. （多选）如图，A、B两颗卫星绕地球做匀速圆周运动，O 为地心，在两卫星运行过程中，A、B 连线和 O、A 连线的夹角最大为 *θ*，则 A、B 两卫星（ ）

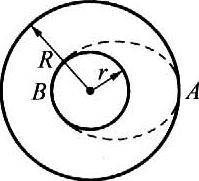
A．做圆周运动的周期之比为

B．做圆周运动的周期之比为

C．与地心 O 连线在相等时间内扫过的面积之比为

D．与地心 O 连线在相等时间内扫过的面积之比为

**二、综合题**

1. 飞船沿半径为 *R* 的圆周绕地球运动，如图，其周期为 *T*，如果飞船要返回地面，可在轨道上某一点 A 处将速率降低到适当数值，从而使飞船沿着以地心为焦点的椭圆轨道运行，椭圆和地球表面相切于 B 点，设地球半径为 *R*0，问飞船从 A 点返回到地面上 B 点所需时间为多少？

## 第二节 万有引力定律

（共1课时）

#### 课时聚焦

**1．万有引力**

所有物体之间都存在的相互\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_称为万有引力。

**2．万有引力定律**

（1）内容：自然界中任何两个物体都相互\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，相互间引力的大小与物体\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_成正比，与它们之间的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_成反比。

（2）表达式：*F* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

① *G* 是比例系数，称为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，是一个既有数值又有单位的常量。*G* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

② 距离 *r* 是指可以看成\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的两物体间的距离（或\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_均匀分布的球体\_\_\_\_\_\_\_\_间的距离）

3．引力常量的测定

（1）引力常量是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_利用\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_装置测出的。

（2）扭秤的主要结构是在\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_上装一个平面镜，利用平面镜对光线的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，显示\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_微小的扭转角，从而测出了极微小的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，验证了\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，并测出了引力常量的值。

（3）引力常量的测量体现了\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_法与\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_法。

#### 典例精析

【考点一】万有引力定律的理解

例1：对于万有引力定律的表达式 *F* = *G*，下列说法正确的是（ ）

A．表达式中的 *G* 为引力常量，其数值是人为规定的

B．当 *r* 趋近于零时，万有引力趋于无穷大

C．此表达式仅适用于计算质点间万有引力的大小

D．*m*1 与 *m*2 之间的引力总是大小相等，与 *m*1、*m*2 是否相等无关

【考点二】万有引力定律的简单计算

例2：两个行星的质量分别为 *m*1、*m*2，绕太阳运行的轨道半径分别为 *r*1、*r*2，则它们与太阳之间的万有引力之比 *F*1∶*F*2 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，它们绕太阳公转周期之比 *T*1∶*T*2 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_。

#### 同步精练

##### 基础达标精练

**一、单项选择题**

1. 苹果落向地球，而不是地球向上碰到苹果，对此论断的正确解释是（ ）

A．因地球比苹果质量大得多，地球对苹果的引力比苹果对地球的引力大得多

B．因地球对苹果有引力作用，而苹果对地球无引力作用

C．因苹果对地球的引力与地球对苹果的引力大小相等，但地球的质量远大于苹果的质量，地球不能产生明显的加速度

D．以上解释都不对

1. 关于引力常量，下列说法正确的是（ ）

A．引力常量是两个质量为 1 kg 的物体相距 1 m 时的相互吸引力

B．牛顿发现了万有引力定律，并给出了引力常量的值

C．引力常量的测得，证明了万有引力的存在

D．引力常量的测定，使人们可以测出天体的质量

1. 地球上任何两个有质量的物体之间都存在万有引力，其大小（ ）

A．与太阳有关 B．与地球的质量有关

C．与两者之间的距离有关 D．与地月之间的距离有关

1. 牛顿在发现万有引力定律的过程中，没有用到的规律和结论是（ ）

A．卡文迪什通过扭秤实验得出的引力常量 B．牛顿第二定律

C．牛顿第三定律 D．开普勒的研究成果

1. 设想把物体放到地球的中心，则此物体与地球间的万有引力是（ ）

A．零 B．无穷大

C．写放在地球表面相同 D．无法确定

1. 两艘质量各为 1×107 kg的轮船相距 100 m 时，它们之间的万有引力大小相当于（ ）

A．一个人的重量 B．一个鸡蛋的重量

C．一个西瓜的重量 D．一头牛的重量

1. 离地面高度 *h* 处的重力加速度是地球表面重力加速度的一半，忽略地球自转的影响，则高度 *h* 是地球半径的（ ）

A．2倍 B． C． D．倍

**二、填空题**

1. 两个质量分别为 *m*1 和 *m*2，它们相距 *r* 时，它们之间的万有引力为 *F*。

（1）把 *m*1 改为 2*m*1，其他条件不变，则万有引力为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；

（2）把 *m*1 改为 2*m*1，*m*2 改为 3*m*2，*r* 不变，则万有引力为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；

（3）把 *r* 改为 2*r*，其他条件不变，则万有引力为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；

（4）把 *m*1 改为 3*m*1，*m*2 改为 ，*r* 改为 ，则万有引力为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**三、综合题**

1. 月地检验是验证地球与月球间的吸引力与地球对树上苹果的吸引力是同一种性质的力的最初证据。月地检验可以这样思考，地球可以看成质量均匀、半径为 *R* 的均匀球体，质量为 *m*0 的物体静止在地面上时对地面的压力大小为 *F*。月球和地球之间的距离为 *r*，月球绕地球的运动可以看成是匀速圆周运动，月球绕地球运动的周期为 *T*。

（1）地面上的重力加速度大小 *g* 可以表示为\_\_\_\_\_\_\_\_\_（用 *m*0 和 *F* 表示）；

（2）已知引力常量为 *G*，地球的质量为 *M*，忽略地球的自转，则 *GM* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_（用 *m*0、*F* 和 *R* 表示）；

（3）月球的向心加速度大小可表示为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（用 *r* 和 *T* 表示）；

（4）月球绕地球做匀速圆周运动的向心力由地球对其吸引力提供，据此可以得到 *GM* = \_\_\_\_\_\_\_\_（用 *r* 和 *T* 表示）；

（5）根据上面的分析，只要能验证 *F* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（用 *m*0、*R*、*r* 和 *T* 表示），就能证明地球与月球间的吸引力与地球对树上苹果的吸引力是同一种性质的力。

##### 拓展提升精练

**一、选择题**

1. “神舟”号飞船在预定轨道绕地球运行的过程中，该飞船受到地球引力的大小（ ）

A．只与地球的质量有关 B．只与飞船的质量有关

C．与地球和飞船的质量均有关 D．与地球和飞船的质量均无关

1. 一名宇航员来到一个星球上，如果该星球的质量是地球质量的一半，它的直径也是地球直径的一半，那么这名宇航员在该星球上所受的万有引力大小是他在地球上受万有引力大小的（ ）

A．2倍 B．4倍 C． D．

1. 一飞船运行到地球和月球间某处时，飞船所受地球、月球引力的合力恰好为零。已知地球与月球质量之比为 *k*，则在该处时，飞船到地球中心的距离与到月球中心的距离之比为（ ）

A．*k*2 B．*k* C． D．

1. 已知火星质量是地球质量的 *k* 倍，半径是地球半径的 *p* 倍，地球表面的重力加速度为 *g*，忽略星球的自转，则火星表面的重力加速度为（ ）

A．*kg* B．*pg* C．*g* D．*g*

1. 把行星运动近似看作匀速圆周运动以后，开普勒第三定律可写成 *T*2 = ，*m* 为行星质量，则可推得（ ）

A．行星受太阳的引力 *F* = *k*

B．行星受太阳的引力都相同

C．行星受太阳的引力 *F* = *k*

D．质量越大的行星受太阳的引力一定越大

1. （多选）要使两物体间的万有引力减小到原来的 ，下列办法可以采用的是（ ）

A．使其中一个物体的质量减半，两者距离增 1 倍

B．使两物体间的距离和质量都减为原来的

C．使其中一个物体的质量减小到原来的 ，距离不变

D．使两物体间的距离增为原来的 4 倍，其中一个物体的质量变为原来的 2 倍

**二、填空题**

1. 如图，某行星绕太阳运动的轨道是椭圆，A 点是轨道上距太阳最近的位置，B 点是轨道上距太阳最远的位置。则行星在 A 点时的速度\_\_\_\_\_\_\_在 B 点时的速度，行星在 A 点时太阳对它的万有引力\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_在 B 点时太阳对它的万有引力。（均选填“大于”“小于”或“等于”）

A

B

太阳

1. 如图，在距一质量为 *M*、半径为 *R*、密度均匀的球体 *R* 处有一质量为 *m* 的质点，此时球体对质点的万有引力 *F*1 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；若以球心 O 为中心挖去一个质量为 的球体，则剩下部分对质点的万有引力 *F*2 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

*R*

O

*R*

*m*

**三、综合题**

1. （1）在\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_发现万有引力定律 100 多年以后，英国物理学家\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_利用如图实验装置测出了引力常量，图中 A 是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，M 是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，该实验运用\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_方法，将一般物体间几乎可以忽略的引力显现出来并定量测量。

*m*

*m*

*m*′

*m*′

*r*

*r*

*l*

M

（2）（多选）为了测量石英丝极微小的扭转角，该实验装置中采取的主要措施是（ ）

A．减小石英丝的直径 B．增大 T 形架横梁的长度

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

1. 行星绕太阳近似认为做匀速圆周运动，设某行星的质量为 *m*，速度为 *v*，行星到太阳的距离为 *r*，行星绕太阳的公转周期为 *T*，根据开普勒第三定律、牛顿第二定律与牛顿第三定律，推导万有引力定律 *F* = *G*。

## 第三节 万有引力定律的应用

（共 2课时 ）

### 第1课时 “称重”天体的质量 天体运动的分析与计算

#### 课时聚焦

**1．“称量”地球的质量**

（1）“称量”依据：地面上质量为 *m* 的物体受到的重力近似等于地球对该物体的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，即 *mg* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_，由此可得 *m*地 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（2）结论：只要知道\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，就可以算出地球质量 *m*地。

（3）卡文迪什把测引力常量的实验称为“\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的实验”。

**2．“称量”太阳的质量**

（1）“称量”依据：行星做匀速圆周运动的向心力由太阳对行星的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_提供，则有 *G* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，由此可得 *m*日 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（2）结论：只要知道行星绕太阳运动的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，就可以算出太阳质量 *m*日。

**3．“称量”行星的质量**

与“称量”太阳的质量一样，若已知卫星绕行星运动的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，就可以算出行星质量 *m*行 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**4．万有引力定律对天文学的贡献**

（1）英国天文学家\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_预言哈雷彗星回归，周期约为\_\_\_\_\_\_\_\_\_年。

（2）“笔尖下发现的行星”——\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**5．天体运动均分析与计算**

（1）常用关系式：

① *G* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，万有引力提供行星或卫星做圆周运动的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

② \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ = *G*，即 *gR*2 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，物体在天体表面时受到的引力等于物体的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（2）运动学特征：天体的轨道半径越大，其线速度、角速度、向心加速度越\_\_\_\_\_\_\_\_\_，周期越\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

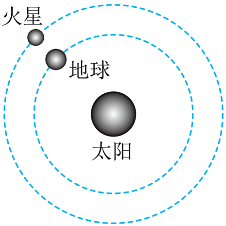
#### 典例精析

【考点一】“称量”天体的质量

例1：若引力常量 *G* 已知，又已知火星绕太阳公转的圆轨道半径为 *r*、周期为 *T*，由此可求出（ ）

A．火星的质量 B．太阳的质量 C．火星的密度 D．太阳的密度

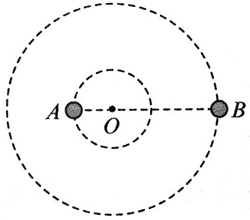
【考点二】天体运动的分析与计算

例2：2021年5月15日，我国首次火星探测任务“天问一号”探测器成功着陆火星。研究火星是人类探索向火星移民的一个重要步骤。假设火星和地球均绕太阳做匀速圆周运动，火星轨道在地球轨道外侧，如图，与地球相比较，下列说法正确的是（ ）

A．火星运行周期较大 B．火星运行速度较大

C．火星运行角速度较大 D．火星运行的向心加速度较大

【考点三】双星问题的分析与计算

例3：宇宙中两颗靠得比较近的星球，只受到彼此之间的万有引力作用绕两球心连线上某点绕转，称为双星系统。如图，某双星系统中 A、B 两星球绕其连线上的某固定点 O 做匀速圆周运动。若 A、B 的质量分别为 *M*、*m*，则（ ）

A．星球 A 与星球 B 的轨道半径之比为 *M*∶*m*

B．星球 A 与星球 B 的线速度大小之比为 *m*∶*M*

C．星球 A 与星球 B 的周期大小之比为 *m*∶*M*

D．若两星球间距离减小，则星球 A 做匀速圆周运动的周期变大

#### 同步精练

##### 基础达标精练

**一、单项选择题**

1. 下列说法正确的是（ ）

A．海王星是人们直接应用万有引力定律计算出轨道而发现的

B．天王星是人们依据万有引力定律计算出轨道而发现的

C．海王星是人们经过长期的太空观测而发现的

D．天王星的运行轨道与万有引力定律计算的轨道存在偏差，其原因是天王星受到轨道外的行星的引力作用，由此人们发现了海王星

1. 一群质量不同的小行星在同一轨道上绕太阳旋转，则这些小行星的（ ）

A．向心加速度大小和向心力大小都相同 B．运行周期和运行速率都相同

C．向心加速度大小和向心力大小都不同 D．运行周期和运行速率都不同

1. “嫦娥五号”在着陆月球表面之前，有一段时间绕着月球做匀速圆周运动，此段时间内，“嫦娥五号“在时间 *t* 内通过的弧长为 *s*，“嫦娥五号”的轨道半径为 *r*，引力常量为 *G*，则月球的质量可以表示为（ ）

A． B． C． D．

1. 一艘宇宙飞船绕一个未知的行星表面飞行，要测定该行星的密度，只需要（ ）

A．测定飞船的运行周期 B．测定飞船的环绕半径

C．测定行星的体积 D．测定飞船的运行速度

1. 若火星和地球绕太阳的运动均可视为匀速圆周运动，火星公转轨道半径与地球公转轨道半径之比为 3∶2，则火星与地球绕太阳运动的（ ）

A．公转周期之比为 27∶8 B．线速度大小之比为 ∶

C．角速度之比为 2∶3 D．向心加速度大小之比为 9∶4

1. 某双星由质量不等的星体 S1 和 S2 构成，两星在相互之间的万有引力作用下绕两者连线上某一定点 C 做匀速圆周运动。由天文观察测得其运动周期为 *T*，S1 到 C 点的距离为*r*1，S1 和S2 的距离为 *r*，已知引力常量为 *G*。由此可求出 S2 的质量为（ ）

A． B． C． D．

**二、填空题**

1. 如果测出行星的公转周期以及它和太阳的距离，就可以求出\_\_\_\_\_\_\_\_\_的质量。\_\_\_\_\_\_\_\_星的发现，显示了万有引力定律对研究天体运动的重要意义。
2. 一行星绕恒星做圆周运动，由天文观测可得其运行周期为 *T*，速度大小为 *v*，引力常量为 *G*，则行星运动的加速度大小为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，恒星的质量为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**三、综合题**

1. 已知引力常量为 *G*，地球半径为 *R*，月球和地球之间的距离为 *r*，月球绕地球的运转周期为 *T*1，地球的自转周期为 *T*2，地球表面的重力加速度为 *g*。请根据已知条件写出两种估算地球质量的方法并求得结果。

##### 拓展提升精练

**一、选择题**

1. 中国古代的“太白金星”指的是八大行星的金星。已知引力常量为 *G*，再给出下列条件，其中可以求出金星质量的是（ ）

A．金星自转的周期

B．金星绕太阳运动的轨道的半径和周期

C．金星的半径和金星表面的重力加速度

D．金星绕太阳运动的周期及地球绕太阳运动的轨道半径和周期

1. 木星有众多卫星，其中木卫二绕木星做匀速圆周运动的轨道半径为 6.7×108 m，公转周期为 3.0×105 s（约三天半时间），已知引力常量 *G* = 6.67×10−11 N·m2/kg2。则木星质量的数量级为（ ）

A．1021 kg B．1024 kg C．1027 kg D．1030 kg

1. 某质量分布均匀的行星，密度为 *ρ*，靠近其表面运行的卫星运转周期为 *T*1，行星的自转周期为 *T*2，下列说法正确的是（ ）

A．*ρT*12 是定值，该值与行星无关 B．*ρT*1 是定值，该值与行星无关

C．*ρT*22 是定值，该值与行星无关 D．*ρT*2 是定值，该值与行星无关

1. 宇宙中两颗靠得比较近的恒星，只受到彼此之间的万有引力作用互相绕转，称为双星系统。设某双星系统中 A、B 两星球绕其连线上的某固定点 O 做匀速圆周运动，若 A，B 两星球到 O 点的距离之比为 3∶1，则（ ）

A．星球 A 与星球 B 所受引力大小之比为 1∶3

B．星球 A 与星球 B 的线速度大小之比为 1∶3

C．星球 A 与星球 B 的质量之比为 3∶1

D．星球 A 与星球 B 的向心加速度之比为 3∶1

1. 某一小行星绕恒星做圆周运动，恒星又在不断地向四周辐射能量，因而质量缓慢减小。已知恒星初期的质量为 *M*1，行星的轨道半径为 *r*1、运行速率为 *v*1；恒星质量演变为 *M*2时，行星的轨道半径为 *r*2、运行速率为 *v*2。下列判断正确的是（ ）

*M*

A．*r*1 > *r*2 B．*r*1 < *r*2 C．*v*1 < *v*2 D．*v*1 = *v*2

1. （多选）我国首个火星探测器“天问一号”实现了对火星的环绕。若已知该探测器在近火星圆轨道与在近地球圆轨道运行的速率比和周期比，则可求出火星与地球的（ ）

A．半径比 B．质量比 C．自转角速度比 D．公转轨道半径比

1. （多选）某火星探测器贴近火星表面做匀速圆周运动，已知探测器速度为 *v*，周期为 *T*，引力常量为 *G*。下列说法正确的是（ ）

A．可算出探测器的质量 *m* =

B．可算出火星的质量*M* =

C．可算出火星的半径 *R* =

D．飞船若要离开火星，必须启动助推器使飞船加速

**二、填空题**

1. 某恒星的质量是地球质量的 *p* 倍，该恒星的半径是地球半径的 *q* 倍，则该恒星表面的重力加速度与地球表面的重力加速度大小之比为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，恒星与地球的密度之比为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
2. 科学家测得一行星 A 绕一恒星 B 运行一周所用时间为 1 200 年，A、B 间距离为地球到太阳距离的 100 倍。设 A 相对于 B 的线速度为 *v*1，地球相对于太阳的线速度为 *v*2，则 *v*1∶*v*2 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，该恒星质量与太阳质量之比为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**三、综合题**

1. 我国月球探测计划嫦娥工程已经启动，“嫦娥一号”探月卫星也已发射。设想“嫦娥一号”靠近月球表面做匀速圆周运动，测得飞行 *n* 圈所用的时间为 *t*，已知月球半径为 *R*，引力常量为 *G*，月球质量分布均匀。求：

（1）“嫦娥一号”绕月球飞行的周期；

（2）月球的质量；

（3）月球表面的重力加速度。

### 第2课时 宇宙速度 人造地球卫星

#### 课时聚焦

**1．宇宙速度**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 数值 | 意义 | 说明 |
| 第一宇宙速度 | \_\_\_\_\_\_\_\_km/s | 物体在\_\_\_\_\_\_\_\_附近近绕地球做匀速圆周运动的速度 | ①7.9 km/s是卫星在\_\_\_\_\_\_\_附近的最\_\_\_\_\_\_（大/小）发射速度，也是卫星环绕\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_做匀速圆周运动的最\_\_\_\_\_\_\_（大/小）速度  ②在地面附近发射速度 *v* 满足 7.9 km/s < *v* < 11.2 km/s，卫星在\_\_\_\_\_\_\_轨道上绕地球运动 |
| 第二宇宙速度 | \_\_\_\_\_\_\_\_km/s | 物体摆脱\_\_\_\_\_\_\_引力的束缚，离开地球的最\_\_\_\_\_速度（大/小）发射速度 | 在地面附近发射速度 *v*满足 11.2 km/s < *v* < 16.7 km/s，卫星脱离\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_引力的束缚，成为绕\_\_\_\_\_\_\_\_\_运行的“\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_” |
| 第三宇宙速度 | \_\_\_\_\_\_\_\_km/s | 物体摆脱\_\_\_\_\_\_引力的束缚，飞到\_\_\_\_\_\_\_系以外的宇宙空间去的最\_\_\_\_\_速度（大/小）发射速度 | 在地面附近发射速度 *v* ≥16.7 km/s，卫星摆脱\_\_\_\_\_\_\_\_\_引力的束缚，飞到\_\_\_\_\_\_\_\_系以外的宇宙空间去 |

**2．人造地球卫星**

（1）两个速度：

①发射速度：将人造卫星送入预定轨道运行所必须具有的速度。卫星离地面越高，卫星的发射速度越\_\_\_\_\_\_\_\_\_（大/小）。

②绕行速度：卫星在进入轨道后绕\_\_\_\_\_\_\_\_\_做匀速圆周运动的线速度。

（2）运动学特征：卫星的轨道半径越大，其线速度、角速度、向心加速度越\_\_\_\_\_\_，周期越\_\_\_\_\_\_\_。（大/小）

（3）卫星变轨：

①内轨道一外轨道，在两轨道交接点处\_\_\_\_\_\_\_\_速；外轨道一内轨道，在两轨道交接处\_\_\_\_\_\_\_。（加/减）

②变轨前后，卫星在两轨道交接点的\_\_\_\_\_\_\_\_\_相同，与轨道\_\_\_\_\_\_\_\_（有/无）。

**3．地球同步卫星**

（1）定义：相对于地面\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_且与地球自转具有相同\_\_\_\_\_\_\_\_\_的卫星。

（2）特点：

① 确定的转动方向：和地球自转方向\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

② 确定的周期，和地球自转周期\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，即 *T* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_h。

③ 确定的角速度：等于地球\_\_\_\_\_\_\_\_\_（自/公）转的角速度。

④ 确定的轨道平面：所有的同步卫星都在\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的正上方，其轨道平面必修与\_\_\_\_\_\_\_\_\_平面重合

⑤确定的高度：离地面的高度\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（不变/变化）。

⑥确定的环绕速率：线速度的大小\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（不变/变化）。

#### 典例精析

**【考点一】宇宙速度的理解与计算**

例1：我国首次火星探测任务探测器被命名为“天问一号”。已知火星质量约为地球质量的10%，半径约为地球半径的 50%，下列说法正确的是（ ）

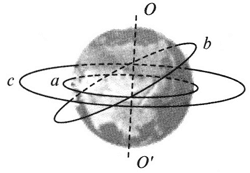
A．火星的第一宇宙速度大于地球的第一宇宙速度

B．火星表面的重力加速度大于地球表面的重力加速度

C．火星探测器的发射速度应大于地球的第二宇宙速度

D．火星探测器的发射速度应介于地球的第一和第二宇宙速度之间

**【考点二】人造地球卫星**

例2：如图，a 为放在地球赤道上相对地面静止的物体，随地球自转做匀速圆周运动，b 为沿地球表面附近做匀速圆周运动的人造卫星（轨道半径约等于地球半径），c 为地球的同步卫星。下列说法正确的是（ ）

A．a、b、c 做匀速圆周运动的角速度大小关系为 *ω*a > *ω*b > *ω*c

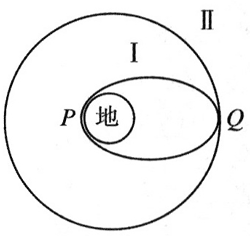
B．a、b、c 做匀速圆周运动的向心加速度大小关系为 *a*a > *a*b > *a*c

C．a、b、c 做匀速圆周运动的周期关系为 *T*a =*T*c < *T*b

D．b 的线速度大小大于 c 的线速度大小

**【考点三】卫星变轨**

例3：（多选）在发射地球同步卫星的过程中，卫星首先进入椭圆轨道 Ⅰ，然后在Q点通过改变卫星速度，让卫星进入地球同步轨道 Ⅱ。则（ ）

A．该卫星的发射速度必定大于 11.2 km/s

B．卫星在同步轨道 Ⅱ 上的运行速度大于 7.9 km/s

C．在轨道 Ⅰ 上，卫星在 P 点的速度大于在 Q 点的速度

D．卫星在 Q 点通过加速实现由轨道 Ⅰ 进入轨道 Ⅱ

#### 同步精练

##### 基础达标精练

**一、单项选择题**

1. 关于第一宇宙速度，下列说法正确的是（ ）

A．它是能成为人造卫星的最小发射速度

B．它是人造卫星绕地球做圆周运动的最小速度

C．它是人造卫星在椭圆轨道上运行到近地点时的速度

D．它是人造卫星在椭圆轨道上运行到远地点时的速度

1. 关于地球同步卫星，下列说法正确的是（ ）

A．某颗地球同步卫星可能始终在北京的正上方

B．不同的地球同步卫星，距离地面的高度可能不同

C．所有的地球同步卫星的向心加速度的大小一定相等

D．所有的地球同步卫星所受的万有引力大小一定相等

1. 关于地球的卫星和空间站，下列说法正确的是（ ）

A．卫星绕地球做匀速圆周运动过程中，受到恒力的作用

B．近地卫星绕地球做匀速圆周运动的速度在所有地球卫星中是最小的

C．在空间站内，宇航员没有受到重力的作用，处于完全失重的状态

D．要成功发射卫星，发射速度至少是 7.9 km/s

1. 若人造卫星绕地球做匀速圆周运动，则下列说法正确的是（ ）

A．卫星的轨道半径越大，它的运行速度越大

B．卫星的轨道半径越大，它的运行角速度越大

C．卫星的质量一定时，轨道半径越大，它需要的向心力越大

D．卫星的质量一定时，轨道半径越大，它需要的向心力越小

1. 我国自主研制的空间站在轨道上的运行可看作匀速圆周运动，其轨道半径比地球的同步卫星轨道半径小。关于该空间站，下列说法正确的是（ ）

A．运行线速度比同步卫星的小 B．向心加速度比同步卫星的小

C．运行角速度比同步卫星的小 D．运行周期比同步卫星的小

1. 如图，甲、乙两颗卫星以相同的轨道半径分别绕质量为 *M* 和 2*M* 的行星做匀速圆周运动，下列说法正确的是（ ）

*M*

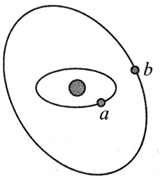
甲

2*M*

乙

A．甲的线速度比乙的大 B．甲的运行周期比乙的小

C．甲的角速度比乙的大 D．甲的向心加速度比乙的小

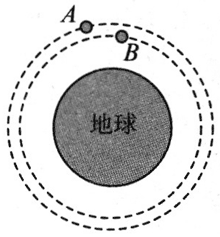
1. a、b 两颗地球卫星做圆周运动的轨道如图，两颗卫星的轨道半径关系为 *r*b = 3*r*a，则（ ）

A．地球对 a 卫星的引力大于对 b 卫星的引力

B．a、b 两卫星的圆轨道的圆心可以与地心不重合

C．a、b 两卫星周期之比为 1∶3

D．a、b 两卫星线速度的平方之比为 3∶1

**二、填空题**

1. 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\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，绕地球飞行的速率\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（均选填“变大”“不变”或“变小”）
2. 已知地球表面的自由落体加速度为 *g*，地球半径为 *R*，则地球的“第一宇宙速度”是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。若某个行星的半径是地球半径的 *a* 倍，质量是地球的 *b* 倍，则该行星表面的自由落体加速度是地球表面加速度的\_\_\_\_\_\_\_\_\_倍。

**三、综合题**

1. 已知某卫星绕地球做匀速圆周运动的周期为 *T*，地球半径为 *R*，地球表面重力加速度为 *g*，引力常量为 *G*。求：

（1）地球的密度 *ρ*；

（2）该卫星距离地球表面的高度 *h*。

##### 拓展提升精练

**一、选择题**

1. 已知地球质量为某行星的 4 倍，地球半径为该行星的 2 倍，下列说法正确的是（ ）

A．地球的第一宇宙速度等于该行星的“第一宇宙速度”

B．地球表面的重力加速度大小等于该行星表面的重力加速度大小

C．地球近地圆轨道卫星的角速度大小等于该行星近地圆轨道卫星的角速度大小

D．地球近地圆轨道卫星运行的周期等于该行星近地圆轨道卫星的周期

1. 研究表明，地球正在逐年慢慢地远离太阳，认为地球绕太阳做圆周运动，不考虑其他变化，则很多年后与现在相比。下列说法正确的是（ ）

A．地球绕太阳做圆周运动的周期将增大 B．地球绕太阳做圆周运动的角速度增大

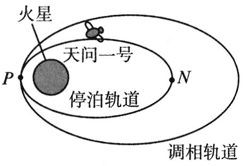
C．地球绕太阳做圆周运动的线速度增大 D．地球上的第一宇宙速度增大

1. 美国的“大鸟”侦察卫星可以发现地面上边长仅为 0.36 m 的方形物体，它距离地面高度为 160 km，理论和实践都表明：卫星离地面越高，它的分辨率就越低。那么分辨率低的卫星（ ）

A．向心加速度一定越大 B．角速度一定越大

C．周期一定越小 D．线速度一定越小

1. 2021年2月，“天问一号”火星探测器被火星捕获，经过系列变轨后从“调相轨道”进入“停泊轨道”，为着陆火星做准备，如图。下列说法正确的是（ ）



A．“天问一号”从调相轨道进入停泊轨道时，需在 P 点处点火加速

B．“天问一号”在调相轨道上的运行周期比在停泊轨道上的大

C．在停泊轨道上，“天问一号”在 P 点的加速度比在 N 点的小

D．在停泊轨道上，“天问一号”在 P 点的线速度比在 N 点的小

1. （多选）已知一颗靠近地球表面飞行的人造地球卫星，每天约绕她球转17圈，地球的半径约为 6 400 km，根据这些条件可以估算的物理量有（ ）

A．该卫星线速度的大小

B．同步卫星离地球表面的高度

C．轨道半径是地球半径两倍的卫星的周期

D．该卫星的质量

1. （多选）2021年6月17日，“神舟十二号”载人飞船采用自主快速交会对接模式成功对接于“天和”核心舱前向端口，与此前已对接的“天舟二号”货运飞船一起构成三舱组合体。组合体绕地球飞行的轨道可视为圆轨道，该轨道离地面的高度约为 389 km。下列说法正确的是（ ）

A．组合体在轨道上飞行的周期小于 24 h

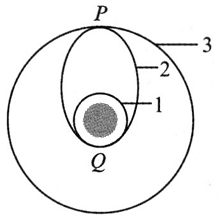
B．组合体在轨道上飞行的速度大于 7.9 km/s

C．若已知地球半径和表面重力加速度，则可算出组合体的角速度

D．“神舟十二号”先到达“天和”核心舱所在圆轨道，然后加速完成对接

**二、填空题**

1. 地球同步卫星 A 和轨道平面与赤道面重合并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\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，卫星 B 每隔\_\_\_\_\_\_\_\_\_h 经过卫星 A 正下方。



1. 如图，设卫星在轨道 1、3 上的正常运行速度和加速度分别为 *v*1、*v*3 和 *a*1、*a*3，在轨道2 经过 P 时的速度和加速度为 *v*2 和 *a*2，卫星在轨道1、2、3上的周期分别为 *T*1、*T*2、*T*3，则速度大小从大到小依次是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；加速度大小从大到小依次是\_\_\_\_\_\_\_\_\_，周期从小到大依次是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**三、综合题**

1. 如图，空间站正以速度 *v* 绕地球做匀速圆周运动，运动的轨道半径为 *r*，地球半径为 *R*，引力常量为 *G*，求：

地球

*R*

空间站

（1）空间站运动的周期 *T*；

（2）地球的质量 *M*；

（3）地球的第一宇宙速度 *v*1。

## 第六章测试卷（A）

（满分100分，考试时间60分钟）

**一、单项选择题（共80分，第1～25题每小题2分，第26～35题每小题3分）**

1. 在物理学发展史上，首先提出万有引力定律的科学家是（ ）

A．开普勒 B．牛顿 C．卡文迪什 D．哥白尼

1. 地球的第二宇宙速度是（ ）

A．7.9 km/s B．7.9 m/s C．11.2 km/s D．16.7 km/s

1. 引力常量的单位是（ ）

A．N·m2/kg3 B．N·m2/kg2 C．N·m/kg2 D．N·m/kg

1. 关于天体的运动，下列说法正确的是（ ）

A．地球是静止的，是宇宙的中心 B．太阳是宇宙的中心

C．地球绕太阳做匀速圆周运动 D．所有行星都绕太阳运动，其轨道是椭圆

1. 如果认为行星围绕太阳做匀速圆周运动，则行星受到的向心力的大小与（ ）

A．行星到太阳的距离成正比 B．行星到太阳的距离成反比

C．行星到太阳的距离的平方成反比 D．行星运动的速度的平方成正比

1. 关于宇宙速度，下列说法正确的是（ ）

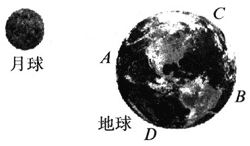
A．我国发射的“嫦娥一号”其发射速度达到了第二宇宙速度

B．地球的第一宇宙速度与地球的质量无关

C．我国发射的火星探测器其发射速度必须达到第三宇宙速度

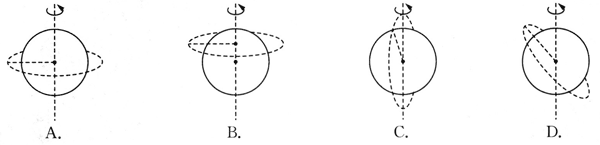
D．地球卫星的发射速度不可能小于第一宇宙速度

1. 潮汐现象主要是由于月球对地球不同部分施加不同的万有引力而产生的。如图，在地球上的四个位置中，形成高潮的位置有（ ）



A．仅 A 处 B．仅 B 处 C．A 处和 B 处 D．C 处和 D 处

1. 下列图中的虚线圆轨迹，不可能是人造地球卫星轨道的是（ ）



1. 地球同步卫星的运行周期 *T*，轨道半径 *r*，运行速率 *v*，关于地球同步卫星，下列说法正确的是（ ）

A．*T* 是定值、*v* 可以选择 B．*r* 是定值，*T*、*v* 可以选择

C．*v* 是定值，*T*、*r* 可以选择 D．*T*、*r*、*v* 均是定值

1. 一个足球静止在操场上，它受到地球的引力大小为 *F*引，它随地球自转所需的向心力大小为 *F*向，其重力大小为 *G*，则（ ）

A．*F*引 > *G* > *F*向 B．*F*引 > *F*向 > G C．*F*向 > *F*引 >*G* D．*G* > *F*引 > *F*向

1. 已知引力常量为 *G*，地球表面的重力加速度为 *g*，地球的半径为 *R*，则地球的质量为（ ）

A．*gR*2 B． C． D．

1. 太阳系中的行星轨道与圆十分接近，它们之中与太阳间距离越大的行星，绕太阳公转一周所用的时间（ ）

A．越长 B．越短 C．相等 D．无法判断

1. 哈雷彗星绕太阳运动的轨道是比较扁的椭圆，下列说法正确的是（ ）

A．彗星在近日点的速率大于在远日点的速率

B．彗星在近日点的向心加速度小于在远日点的向心加速度

C．若彗星的运行周期为 75 年，则它的半长轴是地球公转半径的 75 倍

D．彗星在近日点的角速度小于在远日点的角速度

1. 火箭在高空某处所受到的引力为它在地面的一半，则火箭离地面的高度与地球半径之比为（ ）

A．（+ 1）∶1 B．（− 1）∶1 C．∶1 D．1∶

1. 两个用同种材料制成的半径都为 *R* 的均匀球体紧靠在一起，它们间的万有引力为 *F*。若用上述材料制成两个半径都为 的均匀球体紧靠在一起，则它们间的万有引力为（ ）

A．4*F* B． C．16*F* D．

1. 地球质量大约是月球质量的 81 倍，一个飞行器在地球与月球之间。当地球对它的引力和月球对它的引力大小相等时，该飞行器距地心的距离与距月心的距离之比为（ ）

A．9∶1 B．1∶9 C．81∶1 D．27∶1

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

A．太阳位于木星运行轨道的一个焦点上

B．火星和木星绕太阳运行速度的大小始终相等

C．火星与木星公转周期之比等于它们轨道半长轴之比

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

1. 两行星运行周期之比为 1∶8，其他情况相同，则其运行轨道的半长轴之比为（ ）

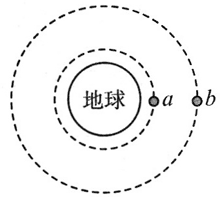
A． B． C． D．

1. 已知地球的质量为 *M*，引力常量为 *G*，设飞船绕地球做匀速圆周运动的轨道半径为 *r*，则飞船在圆轨道上运行的速率为（ ）

A． B． C． D．

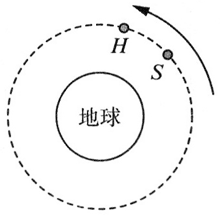
1. 同步卫星绕地球运转的周期为 24 小时，设月球绕地球运转的周期为 27 天，则地球同步卫星和月球绕地球运动的轨道半径之比为（ ）

A． B． C． D．

1. 如图，a、b 两颗不同的人造地球卫星分别在半径不同的轨道上绕地球做匀速圆周运动，则下列说法正确的是（ ）

A．a 的加速度小于 b 的加速度 B．a 的角速度小于 b 的角速度

C．a 的线速度大于 b 的线速度 D．地球对a 的引力一定大于对 b 的引力



1. H 和 S 为沿同一轨道绕地球做匀速圆周运动的两颗卫星，某时刻位置关系如图，则下列说法正确的是（ ）

A．两颗卫星的周期相同 B．两颗卫星的万有引力相同

C．S 加速能追上 H 完成对接 D．两颗卫星的向心加速度相同

1. 已知地球质量约为月球质量的 81 倍，地球半径约为月球半径的 4 倍，玉兔号月球车的质量为 140 kg，则玉兔号月球车在月球上所受重力约为（ ）

A．1 400 N B．277 N C．69 N D．28 N

1. 设太阳质量为 *M*，某行星质量为 *m*，绕太阳公转周期为 *T*，线速度为 *v*，角速度为 *ω*，轨道视为半径为 *r* 的圆。已知引力常量为 *G*，则下列表达式正确的是（ ）

A．*Gm* = B．*Gm* = *v*2*r* C．*GM* = *vωr* D．*GM* = *ω*2*r*3

1. 某行星绕太阳的运动可近似看作匀速圆周运动，若已知该行星运动的轨道半径、运动周期以及引力恒量，由此三个已知量可求得的其他物理量是（ ）

A．该行星的质量 B．该行星的直径

C．太阳的质量 D．该行星与太阳之间的作用力

1. 探测器绕月球做匀速圆周运动，变轨后在周期较小的轨道上仍做匀速圆周运动，则变轨后探测器运动的（ ）

A．半径变大，速度变小 B．半径变大，速度变大

C．半径变小，速度变小 D．半径变小．速度变大

1. 甲、乙两颗人造卫星绕地球做匀速圆周运动，其质量 *m*甲 = 2*m*乙，轨道半径 *r*甲 = 0.5*r*乙，则甲、乙两颗卫星所受万有引力的大小之比为（ ）

A．4∶1 B．1∶4 C．8∶1 D．1∶8

1. 某颗北斗导航卫星属于地球同步卫星，其轨道半径约为地球半径的 6.6 倍。与近地轨道卫星相比，地球同步卫星（ ）

A．周期大 B．线速度大 C．角速度大 D．加速度大

1. 已知火星的质量约为地球质量的 ，半径约为地球半径的 。则火星上发射卫星的第一宇宙速度约为地球第一宇宙速度的（ ）

A． B． C．倍 D．

1. 有两个行星 A、B，在这两个行星表面附近各有一颗卫星，如果这两颗卫星运行的周期相等，则行星 A、B 的密度之比为（ ）

A．1∶1 B．2∶1 C．1∶2 D．无法计算

1. 地球的两颗人造卫星质量之比 *m*1 ∶*m*2 = 1∶2，轨道半径之比 *r*1∶*r*2 = 1∶2，则（ ）

A．两颗人造卫星的线速度之比为 2∶1

B．两颗人造卫星的角速度之比为 ∶1

C．两颗人造卫星的周期之比为 ∶4

D．两颗人造卫星的向心力之比为 1∶1

1. 设月亮绕地球以半径 *R* 做匀速圆周运动。已知地球质量为 *M*、月球质量为 *m*、引力常量为 *G*，则月球与地球连线在单位时间内扫过的面积为（ ）

A． B． C． D．

1. 由于月球与地球间潮汐力的影响，地球自转在逐渐变慢，3.7 亿年前一天大约 22 小时，而现在一天约 23 时 56 分，对于地球自转变慢带来的影响，下列说法正确的是（ ）

A．近地卫星的周期变大 B．近地卫星的线速度变大

C．同步卫星的高度变低 D．赤道处的重力如速度变大

1. 某卫星绕地球做匀速圆周运动，周期为 *T*，离地高度为 *h*，已知地球半径为 *R*，引力常量为 *G*，则（ ）

A．卫星的运行速度为 B．地球表面的重力加速度为

C．地球的质量为 D．地球的第一宇宙速度为

1. 假设将来的某一天，宇航员驾驶宇宙飞船登陆某一行星，该行星是质量分布均匀的球体。通过测量发现，某一物体在该行星两极处的重力为 *G*，在该行星赤道处的重力为 0.75*G*，则此物体在该行星纬度为 30° 处随行星自转的向心力为（ ）

A．*G* B．*G* C．*G* D．*G*

**二、实验题（共12分，每小题4分）**

1. 卡文迪什利用\_\_\_\_\_\_\_\_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\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“有关”或“无关”）。
2. 若月球绕地球做匀速圆周运动的向心加速度大小为 *a*，则在月球绕地球运行的轨道处由地球引力产生的加速度大小为\_\_\_\_\_\_\_\_\_。若月球表面的重力加速度值和引力常量已知，还需已知\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，就能求得月球的质量。
3. “科学真是神奇”。已知一个砝码的质量为 *m*，地球的半径为 *R*，现仅提供一只量程合适的弹簧测力计，你就可以获得地球的第一宇宙速度（忽略地球的自转）。要直接测量的物理量是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，地球的第一宇宙速度的推理表达式为\_\_\_\_\_\_\_\_（用已知和测量的物理量表示）。

**三、简答题（共8分）**

1. （4分）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“冲日”。已知地球及各地外行星绕太阳运动的轨道半径如下表（AU 为天文单位，1 AU 等于太阳到地球的平均距离）。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 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，分析哪颗地外行星相邻两次冲日的时间间隔最短？

1. （4分）学习完了万有引力定律后，甲、乙两位同学在探究学习时，甲同学设想可以发射一颗周期为 1 h 的人造近地卫星，而乙同学表示不可能有这种卫星。两位同学通过查找资料得知：地球的半径 *R* = 6 400 km，地球表面的重力加速度 *g* 取 10 m/s2。你认为哪位同学的观点正确？并通过推理运算证明你的观点。

## 第六章测试卷（B）

（满分100分，考试时间60分钟）

**一、单项选择题（共40分，第1～8题每小题3分，第9～12题每小题4分）**

1. 下面列举的三位大师，他们对世界天文学的发展影响极其深远，那么从左到右排列符合历史发展顺序的是（ ）

A．哥白尼、牛顿、开普勒 B．哥白尼、开普勒、牛顿

C．开普勒、哥白尼、牛顿 D．开普勒、牛顿、哥白尼

1. 在地面发射一颗围绕火星做圆周运动的卫星，其发射速度（ ）

A．等于 7.9 km/s B．大于 16.7 km/s

C．大于 7.9 km/s，小于 11.2 km/s D．大于 11.2 km/s，小于 16.7 km/s

1. 用国际单位制的基本单位表示引力常量的单位，下列符合要求的是（ ）

A．N·m/kg2 B．N·kg2/m2

C．m3/（kg·s2） D．kg·s2/m3

1. 关于行星运动的规律，下列说法符合史实的是（ ）

A．第谷在牛顿定律的基础上，导出了行星运动的规律

B．开普勒在天文观测数据的基础上，总结出了行星运动的规律

C．开普勒总结出了行星运动的规律，找出了行星按照这些规律运动的原因

D．开普勒总结出了行星运动的规律，发现了万有引力定律

1. 行星绕着恒星做圆周运动，则它的线速度与\_\_\_\_\_\_\_\_有关。（ ）

A．行星的质量

B．行星的质量与行星的轨道半径

C．恒星的质量和行星的轨道半径

D．恒星的质量和恒星的半径

1. 设地球的质量为 *M*，半径为 *R*，自转的角速度为 *ω*，表面上的重力加速度为 *g*，引力常量为 *G*，同步卫星离地面高度为 *r*，则同步卫星的速度为（ ）

A． B．*ω*（*R* + *r*） C． D．

1. 将行星绕太阳的运动视为匀速圆周运动，已知水星的角速度是 *ω*1、周期是 *T*1，木星的角速度是 *ω*2、周期是 *T*2，则（ ）

A．*ω*1 > *ω*2，*T*1 > *T*2 B．*ω*1 > *ω*2，*T*1 < *T*2

C．*ω*1 < *ω*2，*T*1 > *T*2 D．*ω*1 < *ω*2，*T*1 < *T*2

1. 行星绕着质量为 *M* 的恒星做匀速圆周运动。若已知行星的轨道半径是 *r*，引力常量是 *G*，则可求得（ ）

A．行星所受的向心力 B．行星运动的向心加速度

C．恒星的密度 D．恒星表面的重力加速度

1. 若想检验“使苹果落地的力”与“使月球绕地球运动的力”遵循同样的规律，在已知月地距离约为地球半径 60 倍的情况下，需要验证（ ）

A．地球表面的重力加速度约为月球表面的 6 倍

B．地球吸引苹果的力约为月球吸引苹果力的 602 倍

C．苹果落向地面加速度约为月球公转的加速度的

D．苹果落向地面加速度约为月球公转的加速度的 602 倍

1. 木星外层上有一个环，为了判断它是木星的一部分还是木星的卫星群，可以测量环中各层的线速度 *v* 与该层到木星中心的距离 *R* 之间的关系来判断（ ）

A．若 *v* ∝ ，则该层是木星的一部分

B．若 *v*2 ∝ *R*，则该层是木星的一部分

C．若 *v* ∝ *R*，则该层是木星的卫星群

D．若 *v*2 ∝ ，则该层是木星的卫星群

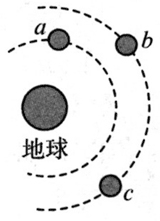
1. 设地球与火星的第一宇宙速度之比为 2∶1，质量之比为 8∶1，则关于地球与火星，下列说法正确的是（ ）

A．半径之比为 4∶1

B．表面的重力加速度之比为 1∶1

C．宇宙飞船绕星球运行的最小周期之比为 2∶1

D．有相同的密度

1. 如图，a、b、c 是地球大气层外圆形轨道上运行的三颗人造地球卫星，a、b 质量相同，且小于 c 的质量，则（ ）

A．b、c 周期相等，且大于 a 的周期

B．b、c 的向心加速度大小相等，且 b、c 的向心力大小也相等

C．b、c 的线速度大小相等，且大于 a 的线速度

D．因 c 的质量最大，所以发射 c 最不容易，但三个的发射速度都必定大于 11.2 km/s

**二、填空题（共20分，每小题4分）**

1. 开普勒行星定律告诉我们：所有行星绕太阳运动的轨道都是\_\_\_\_\_\_\_\_\_，行星与太阳的连线在相等时间内扫过相等的\_\_\_\_\_\_\_\_\_，所有行星的轨道的半长轴的三次方与它的\_\_\_\_\_\_\_\_\_的二次方的比值都相等。
2. 第一宇宙速度的数值为\_\_\_\_\_\_\_km/s，是发射人造地球卫星的最\_\_\_\_\_\_\_（选填“大”或“小”）发射速度。
3. 已知质量为 *m* 的物体放在质量为 *M* 并可视为球体且质量分布均匀的地球表面某处，引力常量为 *G*，地球半径为 *R*，则它们之间的万有引力 *F*1 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_；如果把物体放到地球球心处，则它们间的万有引力 *F*2 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
4. 地球赤道上有一物体随地球自转，其向心加速度为 *a*1，近地卫星的向心加速度为 *a*2，地球同步卫星的向心加速度为 *a*3，设地球表面的重力加速度为 *g*，则 *a*2\_\_\_\_\_\_*a*3，*a*1\_\_\_\_\_\_\_*g*。（均选填“>”、“<”或“=”）
5. 如图，质量分别为 2*m* 和 *m* 的两颗恒星 A 和 B 组成双星系统，仅在相互之间万有引力的作用下，以两星连线上的某点为圆心，在同一平面内做周期相同的匀速圆周运动。则A、B两颗恒星的向心力之比 *F*A∶*F*B =\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，运动半径之比 *R*A∶*R*B =\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**三、综合题（共40分）**

1. （10分）英国物理学家\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_利用如图的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_实验装置测量了引力常量。

b

a

c

d

M

石英丝

*F*

*F*

（1）T形架一端固定有一质量为 *m*，半径为 *r* 的均匀铅球 a，旁边有一质量为 *m*，半径为 *r* 的相同铅球 c，a、c 两球表面的最近距离 *L*，引力常量为 *G*，则 a、c 两球间的万有引力大小 *F* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；

（2）（单选）下列实验与本实验运用相同思想方法的是（ ）

A．探究力的合成规律 B．观察桌面的形变

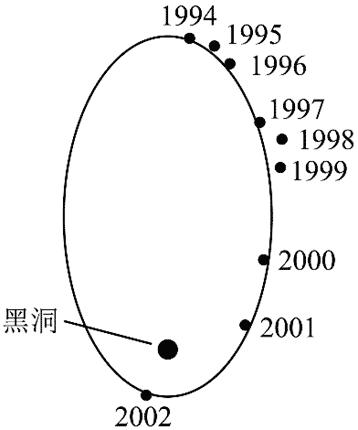
C．探究加速度与力、质量的关系 D．伽利略对落体运动的研究

（3）引力常量的测出具有重大意义，比如\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（写出一条即可）

1. （13分）一颗在赤道上空运行的人造卫星，其距离地球表面的高度 *h* = *R*（*R* 为地球半径），卫星的转动方向与地球自转方向相同。已知地球自转的角速度为 *ω*0，地球表面处的重力加速度为 *g*，引力常量为 *G*。

（1）求该卫星绕地球运行的角速度 *ω*；

（2）若某时刻卫星经过赤道上某建筑物的正上方，求到它下次经过该建筑物正上方需要的时间。

1. （17分）科学家对银河系中心附近的恒星 S2 进行了多年的持续观测，给出 1994～2002年间 S2 的位置（如图）。科学家认为 S2 的运动轨迹是半长轴为 1 000 AU 的椭圆，银河系中心可能存在超大质量黑洞。若认为 S2 所受的作用力主要为该超大质量黑洞的引力。

（1）通过观察 S2 的位置图，估算 S2 绕黑洞运行的周期；

（2）比较 S2 在 1994 年和 2002 年所在位置的运行速度大小，并说明理由；

（3）若 S2 绕黑洞的运行轨迹可看成匀速圆周运动，太阳的质量为 *M*，估算黑洞的质量 *M*黑是太阳质量的多少倍。

## 期中测试卷（A）

（满分100分，考试时间60分钟）

**一、单项选择题（共80分，第1～25题每小题2分，第26～35题每小题3分）**

1. 首先对天体做圆周运动产生了怀疑的科学家是（ ）

A．托勒密 B．牛顿 C．开普勒 D．第谷

1. 所有行星绕太阳运动的轨道都是（ ）

A．圆 B．椭圆 C．双曲线中的一支 D．抛物线

1. 在地球表面随地球自转的物体均具有相同的（ ）

A．半径 B．周期 C．线速度 D．向心力

1. 匀速圆周运动是一种（ ）

A．匀速运动 B．匀加速运动

C．匀加速曲线运动 D．变加速曲线运动

1. 下列不能描述物体做圆周运动快慢的物理量是（ ）

A．周期 B．角速度 C．线速度 D．向心加速度

1. 洗衣机的脱水筒把湿衣服甩干利用了（ ）

A．自由落体运动 B．离心现象 C．平抛运动 D．匀速直线运动

1. 一个做曲线运动的物体，其加速度的方向（ ）

A．与初速度方向相同 B．与初速度方向相反

C．与合外力的方向相同 D．与合外力的方向相反

1. 太阳对行星的引力与行星对太阳的引力大小相等，其依据是（ ）

A．牛顿第一定律 B．牛顿第二定律

C．牛顿第三定律 D．开普勒第三定律

1. 由于通讯和广播等方面的需要，许多国家发射了地球同步轨道卫星，达些卫星（ ）

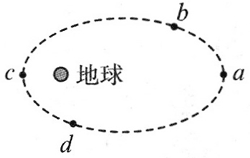
A．质量可以不同 B．轨道半径可以不同

C．轨道平面可以不同 D．绕行方向可以不同

1. 航天飞机环绕地球做匀速圆周运动时，宇航员处于完全失重状态，下列说法正确的是（ ）

A．重力正好提供向心力 B．宇航员不受重力作用

C．宇航员不受任何力的作用 D．宇航员受力平衡

1. 某人造卫星绕地球沿如图的椭圆轨道运动，a、b、c、d 为轨道上的四个点，该人造卫星在这四个点上所受地球引力最小的是（ ）

A．a 点 B．b 点 C．c 点 D．d 点

1. 为了解决火车转弯时外轨受损这一难题，下列措施可行的是（ ）

A．减小内外轨的高度差 B．增加内外轨的高度差

C．减小弯道半径 D．增大火车质量



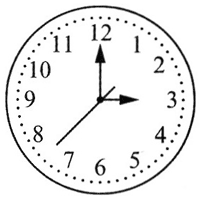
1. 如图，小鸟沿图中虚线向上加速飞行，空气对其作用力可能是（ ）

A．*F*1 B．*F*2 C．*F*3 D．*F*4

1. 在开阔水平地面上方平抛物体（不计空气阻力），物体落地时水平射程的决定因素是（ ）

A．初速度 B．抛出时的高度

C．抛出时的高度和初速度 D．以上均不对



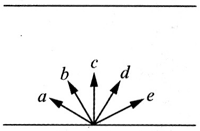
1. 如图，对于某个走时准确的时钟，关于其时针、分针与秒针的说法正确的是（ ）

A．秒针的转动周期最大 B．分针的转动周期最大

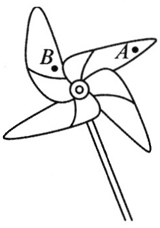
C．时针的转动周期最大 D．时针转动的角速度最大

1. 做平抛运动的物体，落地时速度大小为 10 m/s，速度方向与水平地面的夹角为 60°，则水平分速度的大小为（ ）

A．5 m/s B．5m/s C．10 m/s D．10m/s

1. 小船在静水中的航行速度为 1 m/s，水流速度为 2 m/s，为了在最短距离内渡河，则小船船头指向应为（图中任意相邻方向间的夹角以及与河岸间的夹角均为30°）（ ）

A．a 方向 B．b 方向 C．c 方向 D．d 方向

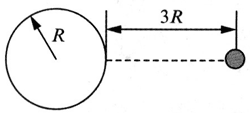
1. 如图，纸风车上有 A、B 两点，A 点离轴心较远，当风车被风吹着绕轴心转动时，A、B 两点的角速度分别为 *ω*A 和 *ω*B，线速度大小分别为 *v*A 和 *v*B，则（ ）

A．*ω*A = *ω*B，*v*A < *v*B B．*ω*A = *ω*B，*v*A > *v*B

C．*ω*A =<*ω*B，*v*A = *v*B D．*ω*A > *ω*B，*v*A = *v*B

1. 把太阳系各行星的运动近似看作匀速圆周运动，则离太阳越近的行星（ ）

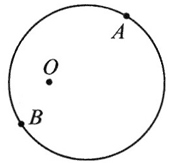
A．周期越短 B．线速度越小 C．角速度越小 D．加速度越小

1. 如图，小球半径为 *R*、质量为 *M* 且质量分布均匀，在距小球 *L* = 3*R* 的地方有一质量为 *m* 的质点，则小球对质点的万有引力大小为（*G* 为引力常量）（ ）

A．*G* B．*G* C．*G* D．*G*

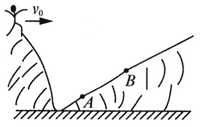
1. 从离地面高 0.8 m 处，以初速度为 1 m/s 水平抛出一个小物块，不计空气阻力，则小物块落地点与抛出点的水平距离为（*g* 取 10 m/s2）（ ）

A．0.2 m B．0.4 m C．0.6 m D．0.8 m

1. 如图，一偏心轮绕 O 点做匀速转动，则偏心轮边缘上 A、B 两点的（ ）

A．线速度大小相同 B．角速度大小相同

C．向心加速度大小相同 D．向心加速度方向相同



1. 如图，某人向对面的山坡上水平抛出两个质量不等的石块，分别落到 A、B 两处，不计空气阻力，则落到 B 处的石块（ ）

A．初速度大，运动时间长 B．初速度大，运动时间短

C．初速度小，运动时间短 D．初速度小，运动时间长

1. 如图，汽车以速度 *v* 通过凹形路面最低点。关于车对地面的压力大小，下列判断正确的是（ ）

A．等于汽车所受的重力 B．小于汽车所受的重力

C．速度 *v* 越大压力越大 D．速度 *v* 越小压力越大

1. 2021年4月29日中国空间站“天和”核心舱发射成功，进入预定轨道。据报道，“天和”核心舱重达 22 t，轨道离地高度为 400 km 至 450 km。下列说法正确的是（ ）

A．轨道高度越高，核心舱运动的向心加速度越小

B．轨道高度越高，核心舱运动的周期越小

C．核心舱运动的线速度一定大于 7.9 km/s

D．轨道高度越高，核心舱的发射速度越小

1. 设地球表面重力加速度为 *g*，地球半径为 *R*，物体在距地面 2*R* 处，由于地球引力作用而受到的重力加速度为*g*1，则 为（ ）

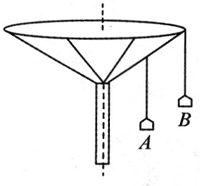
A．1 B．4 C． D．

1. 一颗小行星环绕太阳做匀速圆周运动，半径是地球环绕半径的 4 倍，则它的环绕周期是（ ）

A．1 年 B．4 年 C．8 年 D．16 年

1. 甲、乙两个物体都做匀速圆周运动，转动半径之比为 9∶4，转动周期之比为 3∶4，则它们所受的向心加速度之比为（ ）
   1. 1∶4 B．4∶1 C．4∶9 D．9∶4

如图，“旋转秋千”中有两个座椅 A、B 的质量相等，通过相同长度的缆绳悬挂在旋转圆盘上。不考虑空气阻力的影响，当旋转圆盘绕竖直的中心轴匀速转动时，则（ ）

A．A 的速度比 B 的大

B．A 与 B 的向心力大小相等

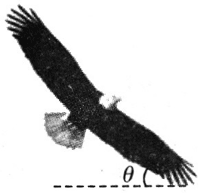
C．悬挂 A、B 的缆绳与竖直方向的夹角相等

D．悬挂 A 的缆绳所受的拉力比悬挂 B 的小

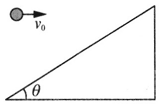
1. 汽车在水平地面上转弯，地面对车的摩擦力已达到最大值。当汽车的速率增大到原来的 2 倍，若使车在地面转弯时仍不打滑，汽车的转弯半径应（ ）

A．增大到原来的 2 倍 B．减小到原来的一半

C．增大到原来的 4 倍 D．减小到原来的

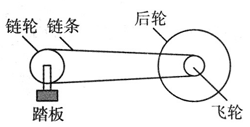
1. 鹰在高空中盘旋时，垂直于翼面的升力和其重力的合力提供向心力，如图，当翼面与水平面成 *θ* 角，并以速率 *v* 匀速水平盘旋时的半径为（ ）

A． B． C． D．



1. 如图，小球以初速度 *v*0 正对倾角为 *θ* 的斜面水平抛出，小球刚好垂直碰撞斜面，小球做平抛运动的时间为 *t*。重力加速度大小为 *g*，下列判断正确的是（ ）

A．*t* = B．*t* = C．*t* = D．*t* =

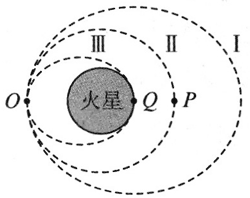
1. 某单车的传动装置如图，链轮的齿数为 40，飞轮的齿数为 18，后轮直径为 600 mm，若小明以 4 m/s 匀速骑行，则脚踩踏板的角速度为（ ）

A．3 rad/s B．6 rad/s C．12 rad/s D．18 rad/s

1. 设地面附近重力加速度为 *g*。，地球半径为 *R*0，人造地球卫星的圆形轨遒半径为 *R*，则下列说法正确的是（ ）

A．卫星在轨道上的向心加速度大小为 B．卫星运行的速度大小为

C．卫星运行的角速度大小为 D．卫星运行的周期为 2π

1. 如图，为探测器经过多次变轨后登陆火星的轨迹示意图，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 的切点，O、Q还分别是椭圆轨道 Ⅲ 的远火星点和近火星点。关于探测器，下列说法正确的是（ ）

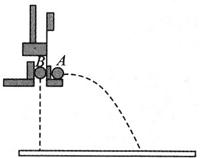
A.由轨道 Ⅰ 进入轨道 Ⅱ 需在 O 点加速

B．在轨道 Ⅱ 的运行周期小于沿轨道 Ⅲ 的运行周期

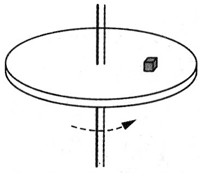
C．在轨道 Ⅱ 运行的线速度大于火星的第一宇宙速度

D．在轨道 Ⅲ 上，探测器运行到 O 点的线速度小于 Q 点的线速度

**二、实验题（共12分，每小题4分）**

1. 在研究向心力的实验装置中，需要用到力传感器和\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_传感器，由于该实验涉及多个物理量，所以实验采用的方法是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_法。
2. 某同学采用如图的装置“探究平抛运动的特点”。用小锤打击弹性金属片，金属片把 A 球沿水平方向弹出，同时 B 球被松开，自由下落，观察到两球同时落地，改变小锤打击的力度，即改变 A 球被弹出时的速度，观察到的现象是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，这说明\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
3. 最早用扭秤实验测得引力常量的科学家是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；设地球表面物体受到的重力等于地球对物体的万有引力，已知地球表面重力加速度为 *g*，半径为 *R*，引力常量为 *G*，则地球质量 *M* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（用上述已知量表示）。

**三、简答题（共8分）**

1. （4分）开普勒第三定律的数学表达式为 = *k*，其中 *k* 是一个确定值。请你应用万有引力及其他相关知识推导该比值，并说明该比值与哪些因素有关。
2. （4分）如图，一个圆盘在水平面内匀速转动，角速度是 4 rad/s。盘面上距圆盘中心 0.1 m 的位置有一个质量为 0.1 kg 的小物体能够随圆盘一起运动。

（1）求小物体做匀速圆周运动时所受向心力的大小；

（2）关于小物体的向心力，甲、乙两人有不同意见：甲认为该向心力等于圆盘对小物体的静摩擦力，指向圆心；乙认为小物体有向前运动的趋势，静摩擦力方向和相对运动趋势方向相反，即向后，而不是和运动方向垂直，因此向心力不可能是静摩擦力。你的意见是什么？说明理由。

## 期中测试卷（B）

（满分100分，考试时间60分钟）

**一、单项选择题（共40分，第1～8题每小题3分，第9～12题每小题4分）**

1. 在万有引力发展经历中，提出万有引力定律和测出引力常量的科学家分别是（ ）

A．开普勒、卡文迪什 B．牛顿、伽利略

C．牛顿、卡文迪什 D．开普勒、伽利略

1. 关于做曲线运动的物体，下列说法正确的是（ ）

A．速度的大小一定变化 B．速度的方向一定变化

C．加速度一定变化 D．加速度一定不变

1. 由开普勒行星运动定律，我们可以知道（ ）

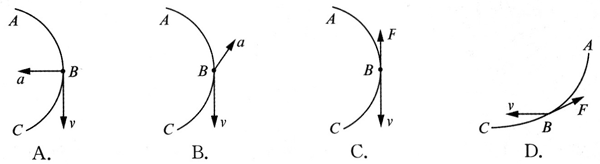
A．所有行星绕太阳运动的轨道都是圆

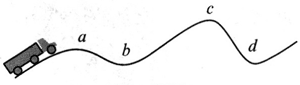
B．行星从远日点向近日点运动时，速率逐渐增大

C．离太阳越远的行星，公转周期越短

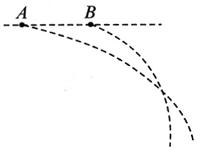
D．只有绕太阳运动的行星轨道才是椭圆

1. 质点由 A 至 C 做曲线运动，它的轨迹如图，关于它通过 B 点时速度 *v* 和加速度 *a* 或者合外力 *F* 的方向正确的是（ ）



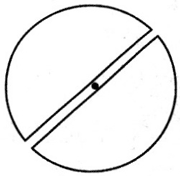
1. 一卡车在丘陵地区以不变的速率行驶，地形如图，则卡车对面的压力最大处是（ ）

A．a 处 B．b 处 C．c 处 D．dd处

1. 【多选】在同一水平直线上的两位置分别沿同方向水平抛出两小球 A 和 B，其运动轨迹如图，不计阻力，要使两球在空中相遇，则必须（ ）

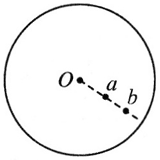
A．同时抛出两球 B．先抛出 A 球

C．先抛出 B 球 D．A 球的初速度大于 B 球的初速度

1. 如图，有人设想通过“打穿地球”从中建立一条过地心的隧道直达地球另一端。如果只考虑物体间的万有引力，则从隧道口抛下一物体，物体的加速度（ ）

A．一直增大 B．一直减小

C．先增大后减小 D．先减小后增大

1. 如图，a、b 两人绕一圆形花园健身步行，设两人做匀速圆周运动，若 a、b 所在位置与圆心 O 始终在一直线上，则（ ）

A．a 的线速度较大 B．a 的角速度较大

C．b 的转速较大 D．b 的加速度较大

1. 关于绕地球做匀速圆周运动的人造卫星，下列说法正确的是（ ）

A．同一轨道上，质量大的卫星线速度大

B．同一轨道上，质量大的卫星角速度大

C．离地面越近的卫星，周期越小

D．离地面越近的卫星，加速度越小

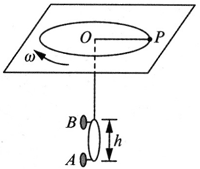
O

B

1. 如图，用一根细绳把小球悬挂于 B 点，使小球在水平面内绕 O 点做匀速圆周运动。保持 O 与 B 的距离不变，增加细绳的长度，小球仍绕 O 点做匀速圆周运动，则（ ）

A．小球的向心力增大 B．小球的向心力减小

C．小球的角速度增大 D．小球的角速度减小

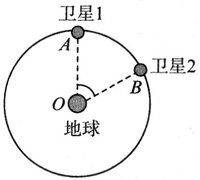
1. 如图，强度足够的、不可伸长的轻线一端系着一个小球 P，另一端套在图钉 A 上，图钉 A 正上方有距它 *h* 的图钉 B，此时小球在光滑的水平平台上做半径为 *r* 的匀速圆周运动。现拔掉图钉 A，则（ ）没说清楚下面是个绳套

A．小球继续做匀速圆周运动

B．小球做远离 O 的曲线运动，直到被图钉 B 拉住时停止

C．小球做匀速直线运动，直到被图钉 B 拉住时再做匀速圆周运动

D．不管小球做什么运动，直到被图钉 B 拉住时小球通过的位移为 *h*

1. 如图，两颗工作卫星沿同一轨道绕地心 O 做逆时针匀速圆周运动，轨道半径为 *r*，某时刻两颗工作卫星分别位于轨道上的 A、B 两位置。已知地球表面的重力加速度为 *g*，地球半径为 *R*，则（ ）

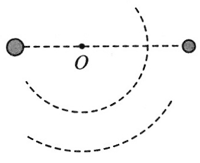
A．两卫星的加速度大小不相等

B．卫星 2 向后喷气就一定能追上卫星 1

C．卫星 1 的运动周期为

D．卫星 1 的线速度大小为

**二、填空题（共20分，每小题4分）**

1. 对于做平抛运动的物体，水平方向做\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“匀速”或“变速”）直线运动，运动轨迹是一条\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“直线”或“曲线”）。
2. 高速铁路弯道处，外轨比内轨\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“高”或“低”），当列车在设计规定的范围内以大小不变的速度通过弯道时\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“有”或“无”）加速度。
3. 汽车以 10 m/s 的速率转过一环形车道，车上某同学发现水平手机上“指南针”在 2 s 内匀速转过了约 30°，则环形车道半径约为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_m；为估算汽车受到的向心力大小还需知道的物理量是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
4. 设某空间站离地面的高度不变，运行周期为 *T*。已知地球半径为 *R*、质量为 *M*，引力常量为 *G*，则空间站的运行速度\_\_\_\_\_\_\_\_\_7.9 km/s（选填“大于”“等于”或“小于”），离地面的高度为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
5. 2017年，人类第一次直接探测到来自双中子星合并的引力波。如图，两颗中子星合并前某时刻，相距约 400 km，在相互引力的作用下，分别围绕其连线上的某一点做周期相同的匀速圆周运动，每秒转动 12 圈，其转速为地球自转转速的\_\_\_\_\_\_\_\_\_倍。将两颗中子星都看作是质量均匀分布的球体，可以估算出这一时刻两颗中子星的速率之和为\_\_\_\_\_\_\_\_\_m/s。

**三、综合题（共40分）**

1. （10分）某小组同学做“探究向心加速度与角速度、半径的关系”实验。

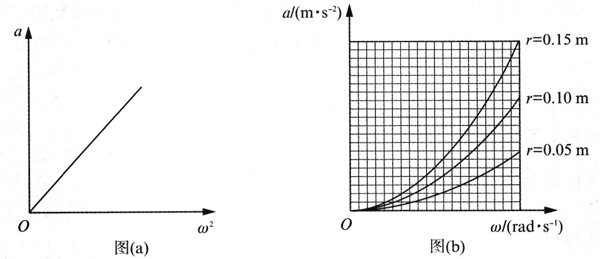
（1）（单选）本实验采用的物理思想方法是（ ）

A．理想实验法 B．控制变量法 C．等效替代法 D．微小量放大法

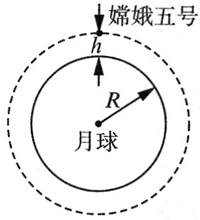
（2）首先让砝玛做半径 *r* = 0.1 m 的圆周运动，测量得到若干组向心力 *F* 和对应的角速度 *ω*，并通过计算得到对应的加速度值，如下表，第6组数据中 *a* = \_\_\_\_\_\_\_m/s2；

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| *F*/N | 4.00 | 2.86 | 2.02 | 1.23 | 0.44 | 0.10 |
| *a*/m·s−2） | 80.0 | 57.2 | 40.4 | 24.6 | 8.8 |  |
| *ω*/rad·s−1 | 28.3 | 23.9 | 20.1 | 15.7 | 9.4 | 4.4 |

（3）该小组某同学试作出 *a*–*ω*2图像，如图（a），由此得到的结论是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；



（4）他们将滑块做圆周运动的半径 r 再分别调整为 0.05 m、0.15 m，又得到了两条 *a* - *ω* 图线，他们将三次实验得到的图线放在一个坐标系中，如图（b），通过对三条图线的比较、分析、讨论，他们得出在\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的条件下，*a* ∝ *r* 的结论，你认为他们的依据\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

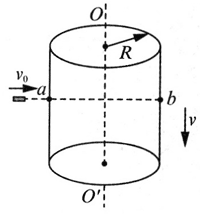


1. （14分）“嫦娥五号”是我国首个实施无人月面取样返回的月球探测器。2020年11月29日，“嫦娥五号”从椭圆环月轨道变轨为圆形环月轨道，环月轨道对应的周期为 *T*，离月面高度为 *h*，如图。已知月球半径为 *R*，引力常量为 *G*。

（1）求月球的质量 *M*；

（2）求月球表面的重力加速度大小 *g*；

（3）假设未来的你是一名宇航员，登陆月球后，要测量月球表面的重力加速度，请简要写出一种测量方案。



1. （16分）如图，某同学为研究平抛运动的规律而进行了一项小测试，薄壁大圆筒半径为 *R*，a、b 是圆筒某直径上的两个端点（图中 OO′ 为圆筒轴线）。圆筒以速度 *v* 竖直匀速下落。若某时刻玩具枪子弹沿图示平面正好水平射入 a 点，且恰能经 b 点穿出。

（1）求子弹从 a 点到 b 点的运动时间 *t*；

（2）求子弹射入 a 点时的速度大小 *v*0；

（3）若圆筒匀速下落的同时绕 OO′ 匀速转动，求圆筒转动的角速度 *ω* 满足的条件。