**素能演练提升三**(**2**)**天体运动**

(时间:60分钟满分:100分)

第*Ⅰ*卷(选择题共70分)

一、本题共10小题,每小题7分,共70分*.*在每小题给出的四个选项中,第1*~*7题只有一个选项符合题目要求,第8*~*10题有多个选项符合题目要求,全部选对的得7分,选对但不全的得3分,有选错或不答的得0分*.*

**1***.*经国际小行星命名委员会命名的神舟星和杨利伟星的轨道均处在火星和木星轨道之间,它们绕太阳沿椭圆轨道运行,其轨道参数如下表*.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 远日点 | 近日点 |
| 神舟星 | 3.575 AU | 2.794 AU |
| 杨利伟星 | 2.197 AU | 1.649 AU |

注:AU是天文学中的长度单位,1 AU*=*149 597 870 700 m(大约是地球到太阳的平均距离)*.*神舟星和杨利伟星绕太阳运行的周期分别为*T*1和*T*2,它们在近日点的加速度分别为*a*1和*a*2*.*则下列说法正确的是()

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

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

解析:由图表可知,神舟星的近日点和远日点之间的距离较大,其轨道半长轴较大,根据开普勒第三定律可知,其运行周期较大;神舟星近日点到太阳中心的距离较大,所受引力较小,则加速度较小,选项A正确*.*

答案:A

**2***.*嫦娥三号在月球正面的虹湾以东地区成功实现软着陆,使我国的探月计划向前迈进了一大步*.*已知月球表面的重力加速度为*g*,*g*为地球表面的重力加速度*.*月球半径为*R*,引力常量为*G.*则下列说法正确的是()

A.嫦娥三号着陆前,在月球表面附近绕月球做匀速圆周运动的速度*v=*

B.嫦娥三号着陆前,在月球表面附近绕月球做匀速圆周运动的周期*T=*2π

C.月球的质量*m*月*=*

D.月球的平均密度*ρ=*

解析:嫦娥三号在月球表面做匀速圆周运动时,由万有引力定律可知*=mg==mR*,解得月球质量*m*月*=*,故选项C错误;线速度*v=*,故选项A错误;周期*T=*2π,故选项B正确;密度*ρ=*,故选项D错误*.*

答案:B

**3**.(**2015**四川德阳模拟)美国宇航局发现了太阳系外第一颗类似地球的、可适合居住的行星“开普勒-226”,它每290天环绕着一颗类似于太阳的恒星运转一周,距离地球约600光年,体积是地球的2.4倍.已知万有引力常量和地球表面的重力加速度.根据以上信息,下列推理中正确的是(　　)

A.若能观测到该行星的轨道半径,可求出该行星所受的万有引力

B.若该行星的密度与地球的密度相等,可求出该行星表面的重力加速度

C.根据地球的公转周期与轨道半径,可求出该行星的轨道半径

D.若已知该行星的密度和半径,可求出该行星的轨道半径

解析:根据万有引力公式*F=G*,由于不知道中心天体的质量,无法算出向心力,故选项A错误;该行星表面物体的重力等于所受万有引力,即*G=mg*,得*g=G.*若该行星的密度与地球的密度相等,体积是地球的2*.*4倍,则有*=*2*.*4,,根据,可以求出该行星表面的重力加速度,故选项B正确;由于地球与行星不是围绕同一个中心天体做匀速圆周运动,故根据地球的公转周期与轨道半径,无法求出该行星的轨道半径,故选项C错误;由于不知道中心天体的质量,已知该行星的密度和半径,无法求出该行星的轨道半径,故选项D错误*.*

答案:B

**4***.*质量为*m*的人造地球卫星与地心的距离为*r*时,引力势能可表示为*E*p*=-*,其中*G*为引力常量,*M*为地球质量*.*该卫星原来在半径为*R*1的轨道上绕地球做匀速圆周运动,由于受到极稀薄空气的摩擦作用,飞行一段时间后其圆周运动的半径变为*R*2,此过程中因摩擦而产生的热量为()

A.*GMm*() B.*GMm*()

C.) D.)

解析:根据万有引力提供向心力可得,人造卫星的动能*E*k*=*,又*E*p*=-*,则在半径为*R*1的轨道上的机械能*E*1*=E*k1*+E*p1*=-*,在半径为*R*2的轨道上的机械能*E*2*=E*k2*+E*p2*=-*,因摩擦而产生的热量为*Q=E*1*-E*2*=*),C项正确*.*

答案:C

**5***.*一物体静置在平均密度为*ρ*的球形天体表面的赤道上*.*已知引力常量*G*,若由于天体自转使物体对天体表面压力恰好为零,则天体自转周期为()

A.( B.(

C.( D.(

解析:物体与天体表面没有作用力,万有引力作为向心力有*=mR*()2,又有*M=ρ*π*R*3,联立以上两式可求得*T=*(*.*

答案:D

**6***.*(**2015**福建泉州模拟)某些卫星因能量耗尽而报废,成为太空垃圾,被称为“垃圾卫星”*.*“轨道康复者”简称“CX”,是“垃圾卫星”的救星,它可在太空中给“垃圾卫星”补充能量,延长卫星的寿命.假设“CX”正在地球赤道平面内的圆周轨道上运行,运行方向与地球自转方向一致,轨道半径为地球同步卫星轨道半径的,则()

A.“CX”的速度是地球同步卫星速度的倍

B.“CX”的加速度是地球同步卫星加速度的5倍

C.“CX”相对于地球赤道上的观测者向西运动

D.“CX”要实现对更低轨道上“垃圾卫星”的拯救必须直接加速

解析:由万有引力提供向心力*G=m*,得*v=*,“CX”的轨道半径为地球同步卫星轨道半径的,故“CX”的速度是地球同步卫星速度的倍,选项A正确;由万有引力提供向心力*G=ma*,得*a=*,故“CX”的加速度是地球同步卫星加速度的25倍,选项B错误;由万有引力提供向心力*G=mω*2*r*,得*ω=*,故“CX”的角速度大于同步卫星角速度,即大于地球自转角速度,所以站在赤道上的人用仪器观察到“CX”向东运动,故选项C错误;“CX”若在原轨道上加速,则会使得万有引力不足以提供向心力,而做离心运动,会到达更高的轨道,不可能“拯救”更低轨道上的卫星,故选项D错误.

答案:A

**7***.*



如图所示,*A*是静止在赤道上随地球自转的物体;*B*、*C*是同在赤道平面内的两颗人造卫星,*B*位于离地高度等于地球半径的圆形轨道上,*C*是地球同步卫星*.*则下列关系正确的是()

A.物体*A*随地球自转的角速度大于卫星*B*的角速度

B.卫星*B*的线速度大于卫星*C*的线速度

C.物体*A*随地球自转的加速度大于卫星*C*的加速度

D.物体*A*随地球自转的周期大于卫星*C*的周期

解析:地球赤道上的物体与同步卫星具有相同的角速度,所以*ωA=ωC*,根据万有引力提供向心力*=mω*2*r=mr=ma=m*,*ω=*,所以卫星*B*的角速度大于卫星*C*的角速度,所以物体*A*随地球自转的角速度小于卫星*B*的角速度,故A错误;*v=*,所以卫星*B*的线速度大于卫星*C*的线速度,故B正确;根据*a=ω*2*r*,物体*A*随地球自转的加速度小于卫星*C*的加速度,故C错误;地球赤道上的物体与同步卫星*C*有相同的角速度,所以物体*A*随地球自转的周期等于卫星*C*的周期,故D错误*.*

答案:B



**8***.*(**2015**江苏南通模拟)据报道,一颗来自太阳系外的彗星于2014年10月20日擦火星而过*.*如图所示,设火星绕太阳在圆轨道上运动,运动半径为*r*,周期为*T.*该彗星在穿过太阳系时由于受到太阳的引力,轨道发生弯曲,彗星与火星在圆轨道的*A*点“擦肩而过”*.*已知引力常量*G*,则()

A.可计算出太阳的质量

B.可计算出彗星经过*A*点时受到的引力

C.可计算出彗星经过*A*点的速度大小

D.可确定彗星在*A*点的速度大于火星绕太阳的速度

解析:火星绕太阳在圆轨道上运动,根据万有引力提供向心力知,得*M=*,故A正确;由于不知道彗星的质量,所以无法求解彗星经过*A*点时受到的引力,故B错误;彗星经过*A*点做离心运动,万有引力小于向心力,不能根据*v=*求解彗星经过*A*点的速度大小,该彗星在穿过太阳系时由于受到太阳的引力,轨道发生弯曲,彗星与火星在圆轨道的*A*点“擦肩而过”,所以可确定彗星在*A*点的速度大于火星绕太阳的速度,故C错误,D正确*.*

答案:AD

**9***.*(**2015**江苏南京、盐城模拟)据英国《卫报》网站2015年1月6日报道,在太阳系之外,科学家发现了一颗最适宜人类居住的类地行星,绕恒星橙矮星运行,命名为“开普勒-438b”*.*假设该行星与地球绕恒星均做匀速圆周运动,其运行的周期为地球运行周期的*p*倍,橙矮星的质量为太阳的*q*倍*.*则该行星与地球的()

A.轨道半径之比为

B.轨道半径之比为

C.线速度之比为

D.线速度之比为

解析:行星公转的向心力由万有引力提供,根据牛顿第二定律,有

*G=mR*

解得*R=*

该行星与地球绕恒星均做匀速圆周运动,其运行的周期为地球运行周期的*p*倍,橙矮星的质量为太阳的*q*倍,故,故A正确,B错误;根据*v=*,有,故C正确,D错误*.*

答案:AC

**10***.*假定地球、月球都静止不动,用火箭从地球沿地月连线向月球发射一探测器*.*假定探测器在地球表面附近脱离火箭*.*用*W*表示探测器从脱离火箭处飞到月球的过程中克服地球引力做的功,用*E*k表示探测器脱离火箭时的动能*.*若不计空气阻力,则()

A.*E*k必须大于或等于*W*,探测器才能到达月球

B.*E*k小于*W*,探测器也可能到达月球

C.*E*k*=W*,探测器一定能到达月球

D*.E*k*=W*,探测器一定不能到达月球

解析:



如图所示,设地球对探测器的引力为*F*1,月球对探测器的引力为*F*2,*O*为*F*1*=F*2的位置,根据万有引力定律有*G=G*,又因*M*地*>M*月,故*r*1*>r*2;若能使探测器飞到*O*点,则一定能靠月球的引力飞到月球*.*由于引力*F*∝,所以探测器飞到*O*点时,克服地球的引力做功*W'>*,即若*E*k*=*,则探测器不能到达*O*点,不能靠月球的引力到达月球*.*

答案:BD

第*Ⅱ*卷(非选择题共30分)

二、本题共2小题,共30分*.*解答应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤*.*只写出最后答案的不能得分*.*有数值计算的题,答案中必须明确写出数值和单位*.*



**11***.*(14分)图为嫦娥三号探测器在月球上着陆最后阶段的示意图*.*在发动机作用下,探测器受到推力在距月面高度为*h*1处悬停(速度为0,*h*1远小于月球半径);接着推力改变,探测器开始竖直下降,到达距月面高度为*h*2处的速度为*v*;此后发动机关闭,探测器仅受重力下落至月球表面*.*已知探测器总质量为*m*(不包括燃料),地球和月球的半径比为*k*1,质量比为*k*2,地球表面附近的重力加速度为*g*,求:

(1)月球表面附近的重力加速度大小及探测器刚接触月球表面时的速度大小;

(2)从开始竖直下降到刚接触月球表面时,探测器机械能的变化*.*

解析:(1)设地球质量和半径分别为*M*和*R*,月球的质量、半径和表面附近的重力加速度分别为*M'*、*R'*和*g'*,探测器刚接触月球表面时的速度大小为*v*1*.*

由*mg'=G*(1分)

和*mg=G*,(1分)

得*g'=g*(2分)

由*-v*2*=*2*g'h*2(2分)

得*v*1*=.*(2分)

(2)设机械能变化量为Δ*E*,动能变化量为Δ*E*k,重力势能变化量为Δ*E*p*.*

由Δ*E=*Δ*E*k*+*Δ*E*p(2分)

有Δ*E=m*(*v*2*+*)*-mgh*1(2分)

得Δ*E=mv*2*-mg*(*h*1*-h*2)*.*(2分)

答案:(1)*g*

(2)*mv*2*-mg*(*h*1*-h*2)

**12***.*(16分)(**2015**河南焦作模拟)由于地球的自转,物体在地球上不同纬度处随地球自转所需向心力的大小不同,因此同一个物体在地球上不同纬度处重力大小也不同,在地球赤道上的物体受到的重力与其在地球两极点受到的重力大小之比约为299*∶*300,因此我们通常忽略两者的差异,可认为两者相等*.*而有些星球,却不能忽略*.*假如某星球因为自转的原因,一物体在赤道上的重力与其在该星球两极点受到的重力大小之比为7*∶*8,已知该星球的半径为*R.*

(1)求绕该星球运动的同步卫星的轨道半径*r*;

(2)已知该星球赤道上的重力加速度大小为*g*,引力常量为*G*,求该星球的密度*ρ.*

解析:(1)设物体质量为*m*,星球质量为*M*,星球的自转周期为*T*,物体在星球两极时,万有引力等于重力,即*F*万*=G=G*极(3分)

物体在星球赤道上随星球自转时,向心力由万有引力的一个分力提供,另一个分力就是重力*G*赤,有*F*万*=G*赤*+F*n(3分)

因为*G*赤*=G*极,

得*F*n*==mR*(2分)

该星球的同步卫星的周期等于自转周期*T*,则有

*G=mr*(2分)

联立解得*r=*2*R.*(2分)

(2)在星球赤道上,有*=mg*(1分)

可得*M=*(1分)

又因星球的体积*V=*π*R*3(1分)

所以该星球的密度*ρ=.*(1分)

答案:(1)2*R*(2)