LU MU 目录

第六章　万有引力定律 …… (01)
一、行星的运动 …… (01)
二、万有引力定律 …… (01)
三、引力常量的测定 …… (01)
四、万有引力定律在天文学上的应用 …… (03)
五、人造卫星　宇宙速度(一) …… (04)
六、人造卫星　宇宙速度(二) …… (07)
七、单元复习作业 …… (08)
八、“3+X”试题 …… (12)
第七章　动　量 …… (14)
一、冲量和动量 …… (14)
二、动量定理(一) …… (15)
三、动量定理(二) …… (17)
四、动量守恒定律 …… (18)
五、动量守恒定律的应用(一) …… (20)
六、动量守恒定律的应用(二) …… (22)
七、反冲运动　火箭 …… (23)
八、单元复习作业 …… (25)
九、“3+X”试题 …… (27)
高一下学期期中试卷 …… (29)
第八章　机械能 …… (32)
一、功 …… (32)
二、功率 …… (34)
三、功和能 …… (35)
四、动能　动能定理(一) …… (35)
五、动能　动能定理(二) …… (37)
六、重力势能 …… (38)
七、机械能守恒定律 …… (40)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

LU MU 目录

八、机械能守恒定律的应用(一) …… (41)
九、机械能守恒定律的应用(二) …… (43)
十、机械能守恒定律的应用(三) …… (45)
十一、单元复习作业 …… (47)
十二、“3+X”试题 …… (50)
第九章 机械振动 …… (51)
一、简谐运动 …… (51)
二、振幅、周期和频率 …… (53)
三、简谐运动的图象 …… (54)
四、单摆(一) …… (55)
五、单摆(二) …… (56)
六、简谐运动的能量 阻尼振动 …… (58)
七、受迫振动 共振 …… (59)
八、单元复习作业 …… (60)
九、“3+X”试题 …… (62)
高一下学期期末试卷 …… (64)

第六章　万有引力定律

一、行星的运动

一、1. 解析：根据开普勒第三定律：所有行星轨道的半长轴的三次方跟公转周期的平方的比值都相等，对绕太阳运动的宇宙飞船和地球，有

$\frac{R_{船}^3}{T_{船}^2}=\frac{R_{地}^3}{T_{地}^2}$，由题设

$T_{船}=(\frac{R_{船}}{R_{地}})^{\frac{3}{2}}\cdot T_{地}=(\frac{9}{1})^{\frac{3}{2}}\times 1$ 年 $=27$ 年

故 C 正确.

答案：C

2. 答案：D

3. 解析：开普勒第三定律为：所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等，所以 D 正确.

答案：D

4. 解析：由开普勒第一定律：所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上，故 B 正确.

答案：B

5. 解析：开普勒第三定律可知 $\frac{R^3}{T^2}=K$，故正确答案为 D.

答案：D

6. 解析：本题是一道考查物理学发展史的试题. 第谷的观测数据与行星绕太阳做圆周运动的模型误差较大，与行星绕太阳做椭圆运动的模型相吻合. 故选项 D 正确.

答案：D

二、7. 地球　太阳　日常经验　简单

8. 匀速圆周　不同的

9. 解析：可以认为圆是长轴和短轴相等的一种特殊椭圆. 根据开普勒第三定律可知：

$\frac{T_{谷}^2}{T_{地}^2}=\frac{R_{谷}^3}{R_{地}^3}$

$T_{谷}=T_{地}\cdot\sqrt{\frac{R_{谷}^3}{R_{地}^3}}=T_{地}\cdot\sqrt[2]{2.77^3}$ 年 $=4.61$ 年

答案：4.61 年

10. 解析：根据开普勒第三定律有 $\frac{R_1^3}{R_2^3}=\frac{T_1^2}{T_2^2}$

$R_1=R_2\sqrt[3]{T_1^2/T_2^2}=R_2\sqrt[3]{12^2}=5.24R_2$

答案：$R_1=5.24R_2$

11. 解析：(1) 对于绕太阳运行的地球

$\frac{R_1^3}{T_1^2}=\frac{(1.50\times10^{11})^3}{(365\times24\times3600)^2}$ m^3/s^2

$=3.4\times10^{18}$ m^3/s^2

(2) 对于绕地球运行的月球

$\frac{R_2^3}{T_2^2}=\frac{(3.84\times10^8)^3}{(27.3\times24\times3600)^2}$ m^3/s^2

$=1.0\times10^{13}$ m^3/s^2

答案：(1)3.4×10^{18} m^3/s^2

(2)1.0×10^{13} m^3/s^2

12. 解析：设地球到太阳的平均距离为 $R_1=R$，地球的公转周期 $T_1=1$ 年，小行星到太阳的平均距离为 $R_2=8R$，公转周期为 T_2. 由开普勒第三定律得：$\frac{R^3}{T_1^2}=\frac{(8R)^3}{T_2^2}$

$T_2=T_1\sqrt{\frac{(8R)^3}{R^3}}=16\sqrt{2}T_1=22.6$ 年

答案：22.6 年

二、万有引力定律
三、引力常量的测定

一、1. 解析：地心周围的物体对放到地心处的物体的万有引力的合力为零，所以选项 A 正确.

答案：A

点评：此题不能由 $F=G\frac{Mm}{R^2}$ 得，$R\to0$，$F\to\infty$. 因为万有引力定律适用于两个质点，当把物体放在地心时，地球不能再看作质点.

2. 解析：由万有引力定律 $F=G\frac{m_1\cdot m_2}{r^2}$ 得知，当 $r'=3r$ 时

$F'=G\frac{m_1\cdot m_2}{(3r)^2}=\frac{1}{9}\cdot G\frac{m_1\cdot m_2}{r^2}=\frac{1}{9}F$,

所以答案C正确.

答案:C

3.解析:设地球半径为R,卫星离地的高度为h,则卫星在地面和高空受到的引力分别为

$F_1 = G\frac{Mm}{R^2}, F_2 = G\frac{Mm}{(R+h)^2}$

由题设 $G\frac{Mm}{R^2} = 2G\frac{Mm}{(R+h)^2}$

所以,$h = (\sqrt{2}-1)R$

答案:C

4.解析:引力常量的测出有着非常重要的意义,它不仅用实验证明了万有引力的存在,更使得万有引力定律有了真正的实用价值.所以正确选项为D.

答案:D

5.解析:由万有引力定律的普遍性可知,万有引力适用于宇宙间一切有质量的物体,它们之间都存在着万有引力,故A错,B正确.由重力与万有引力的关系可知,重力是万有引力的一个分力,故重力是由于地球对物体的吸引而产生的,C不正确.由万有引力的相互性,万有引力是两个有质量的物体间的互相作用力,满足牛顿第三定律,它们应大小相等,故D错,正确选项为B.

答案:B

6.解析:卡文迪许扭秤的主要部分是一个轻而坚固的T型架,倒挂在一根金属丝的下端,所以B错.T型架的竖直部分装有小平面镜M,它能把射来的光线反射到刻度尺上,当T型架扭转θ角时,由平面镜M反射的光线转动2θ角,所以C错.

答案:A

7.解析:小铁球之间的万有引力

$F = G\frac{mm}{(2r)^2} = G\frac{m^2}{4r^2}$

大球半径是小铁球的2倍,其质量分别为

小铁球 $m = \rho V = \rho \cdot (\frac{4}{3}\pi r^3)$

大铁球 $M = \rho V' = \rho \cdot [\frac{4}{3}\pi(2r)^3] = 8m$

故两个大铁球间的万有引力

$F' = G\frac{MM}{(2R)^2} = G\frac{(8m)^2}{[2(2r)]^2} = 16G\frac{m^2}{4r^2} = 16F$

答案:D

8.解析:万有引力定律适用于两个质点间的万有引力的大小的计算.对于质量均匀分布的球体,公式中的r就是它们球心之间的距离.

答案:D

二、9.解析:对地球表面的该物体而言

$F = G\frac{Mm}{R^2} = 800$

对高空处的该物体而言

$F' = G\frac{Mm}{(R+h)^2} = 50$

两式相除可得:$h = 3R$

答案:3

10.解析:因不讨论自转,则可认为重力就等于万有引力,所以 $mg = G\frac{Mm}{R^2}$

而 $M = \rho V = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$ 代入上式

即 $g = G\frac{\frac{4}{3}\pi R^3\rho}{R^2}$

所以 $\rho = \frac{3g}{4G\pi R}$

答案:$\frac{3g}{4G\pi R}$

11.解析:由万有引力定律:

$F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$,得

$F = 6.67\times10^{-11}\times\frac{0.91\times10^{-30}\times1.67\times10^{-27}}{(0.53\times10^{-10})^2}\ \mathrm{N}$

$= 3.6\times10^{-47}\ \mathrm{N}$

答案:$3.6\times10^{-47}\ \mathrm{N}$

12.解析:由万有引力定律 $F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$,得

$G = \frac{Fr^2}{m_1m_2}$

$= \frac{1.3\times10^{-10}\times(4.0\times10^{-2})^2}{0.8\times4\times10^{-3}}\ \mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$

$= 6.5\times10^{-11}\ \mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$

答案:$6.5\times10^{-11}\ \mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$

四、万有引力定律在天文学上的应用

一、1. **解析**：$mg = G\frac{Mm}{R^2}$，$g = G\frac{M}{R^2}$

$H = \frac{v_0^2}{2g}$，$g = \frac{v_0^2}{2H}$

两式联立求解得：$M : M' = K : 1$

答案：B

2. **解析**：**由万有引力提供卫星的向心力，则**

$F = G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}R$，

得：$G\frac{4}{3}\frac{\pi R^3\rho}{R^3} = \frac{4\pi^2}{T^2}$

$\frac{4}{3}\pi G\rho = \frac{4\pi^2}{T^2}$，

即 $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$，**即** $\frac{\rho_a}{\rho_b} = \frac{T_b^2}{T_a^2}$

答案：B

3. **解析**：**由** $G\frac{Mm}{R^2} = mg$，**得** $g = \frac{GM}{R^2}$

所以，$\frac{g_{火}}{g_{地}} = \frac{M_{火}}{M_{地}} \cdot (\frac{R_{地}}{R_{火}})^2 = p/q^2$

答案：A

4. **解析**：**由** $F_{引} = G\frac{Mm}{R^2} = mg$，**得** $\frac{g}{g_0} = \frac{R_0^2}{(R_0+h)^2}$

故通讯卫星受到的万有引力大小

$F = mg = \frac{mR_0^2 g_0}{(R_0+h)^2}$

通讯卫星的角速度等于地球自转的角速度，故 $F_{引} = m\omega_0^2(R+h)$

由 $g_0 = \frac{GM_{地}}{R_0^2}$ **和** $G\frac{M_{地}\ m}{(R+h)^2} = m\omega_0^2(R+h)$

得：$(R+h) = \sqrt[3]{R_0^2 g\omega_0^4}$

所以它受到的引力也可以表示为，

$F = m\sqrt[3]{R_0^2 g_0\omega_0^4}$

答案：B

5. **解析**：**由** $F = G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$，**得** $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$

所以 A **错，**B **正确，又由** $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot R$

得 $T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$，**即** R **越大，**T **也越大，故** C、D **错，正确答案为** B.

答案：B

6. **解析**：**因为双星体是以其连线中的某点为圆心而做同步的圆周运动，故周期相等，万有引力提供向心力，则** $G\frac{M_1M_2}{L^2} = M_1\omega^2R_1 = M_2\omega^2R_2$

所以$\frac{M_1}{M_2} = \frac{R_2}{R_1}$，**故** B **错.**

又因为 $G\frac{M_1M_2}{L^2} = M_1\frac{v_1^2}{R_1} = M_2\frac{v_2^2}{R_2}$

$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1} \cdot \frac{R_1}{R_2}} = \frac{M_2}{M_1}$，**故** C **错.**

$G\frac{M_1M_2}{L^2} = M_1a_1 = M_2a_2$ **所以**$\frac{a_1}{a_2} = \frac{M_2}{M_1}$

故 D **正确.**

答案：D

7. **解析**：**设** M **为太阳的质量，**m' **为行星的质量，行星绕太阳做匀速圆周运动所需的向心力为**

$F = m'\omega^2r = m'\frac{4\pi^2}{T^2}r$

而行星的向心力由万有引力提供，

所以 $G\frac{Mm'}{r^2} = m'\frac{4\pi^2}{T^2}r$

由此可得：$M = \frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$，**故** B **正确.**

答案：B

8. **解析**：1781 **年** 3 **月** 13 **日晚，恒星天文学之父——赫歇耳用自制的大望远镜发现天王星. 海王星是继天王星之后发现的第二颗新行星. 但与天王星不同，海王星的发现是神机妙算的结果. 同理，冥王星也是天文学家分析推算出来的. 所以本题** A **为正确答案.**

答案：A

二、9. **解析**：**地球表面上物体重力等于地球对物体的万有引力，即** $mg = G\frac{Mm}{R^2}$

所以 $M = \frac{R^2g}{G}$

需要全本请访问 www.ertongbook.com

答案：$\frac{R^2g}{G}$

10. 解析：地球对月球的万有引力提供月球绕地球运转所需的向心力，月球绕地球运转的周期为 27 天，即

$$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot r \qquad \cdots\cdots①$$

$$T=27\times24\times3600\ \text{s}$$

$$G\frac{Mm'}{R^2}=m'g \qquad \cdots\cdots②$$

由 ①、② 两式可得

$$r=\sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}}$$

$$=\sqrt[3]{\frac{9.8\times(6.4\times10^6)^2\times(27\times24\times3600)^2}{4\pi^2}}$$

$$=4\times10^8\ \text{m}$$

答案：4×10^8

11. 解析：物体受地球的吸引力为

$$F=G\frac{Mm}{R^2} \qquad \cdots\cdots①$$

物体受火星的吸引力为

$$F'=G\frac{\frac{M}{9}\cdot m}{(0.5R)^2} \qquad \cdots\cdots②$$

两式相除得 $\frac{F}{F'}=\frac{4}{9}$

答案：$\frac{4}{9}$

12. 解析：由万有引力提供向心力，

则 $G\frac{Mm}{R^2}=mg=m\omega^2R=m\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot R$

所以 $T=2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}=2\pi\sqrt{\frac{6.4\times10^6}{10}}$

$=2\pi\sqrt{64\times10^4}\ \text{s}$

$=16\pi\times10^2\ \text{s}$

$=\frac{16\pi\times10^2}{3600}\ \text{h}$

$=1.396\ \text{h}$

$=1.4\ \text{h}$

答案：1.4 h

13. 解析：该题应用第二定律和万有引力的知识来求解，设物体所在位置高度为 h，重力加速度为 g'，物体在地球表面重力加速度为 g，则

$$F-mg'=ma \qquad ①$$

$$g'=G\frac{M}{(R+h)^2} \qquad ②$$

$$g=G\frac{M}{R^2} \qquad ③$$

由 ① 式得：

$$g'=\frac{F}{m}-a=\frac{7.5g}{10}-\frac{g}{2}=\frac{g}{4}$$

由 ②、③ 得：

$$\frac{g'}{g}=\frac{R^2}{(R+h)^2}=\frac{1}{4}$$

所以 $h=R=6400\ \text{km}$.

答案：6400

14. 解析：由万有引力定律和向心力公式来求即可. m_1、m_2 做匀速圆周运动的半径分别为 R_1、R_2，它们的向心力是由它们之间的万有引力提供，所以

$$G\frac{m_1m_2}{L^2}=m_1\frac{4\pi^2}{T^2}R_1 \qquad ①$$

$$G\frac{m_1m_2}{L^2}=m_2\frac{4\pi^2}{T^2}R_2 \qquad ②$$

由 ①② 得：

$\frac{R_1}{R_2}=\frac{m_2}{m_1}$，得：$R_1=\frac{m_2}{m_1+m_2}L$

代入 ① 式

$$T^2=\frac{4\pi^2L^2R_1}{Gm_2}=\frac{4\pi^2L^2}{Gm_2}\cdot\frac{m_2L}{(m_1+m_2)}$$

所以：

$$T=2\pi\sqrt{\frac{L^3}{G(m_1+m_2)}}$$

答案：$2\pi\sqrt{\frac{L^3}{G(m_1+m_2)}}$

五、人造卫星　宇宙速度(一)

一、1. 解析：$mg=G\frac{Mm}{r^2}$

所以 $\frac{g}{g_0}=(\frac{r_0}{r})^2=(\frac{R}{4R})^2=1/16$

答案：D

2. 解析：在卫星绕地球做匀速圆周运动时，由万有引力提供向心力，即

$$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$$

所以 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$

$$\omega=\frac{v}{R}=\sqrt{\frac{GM}{R^3}}$$

可见，卫星的轨道半径越大，v 越小，ω 越小，T 越长，可判断 A、B 错.

要想使卫星从低轨道上升到较高的轨道，必须给卫星提供更多的动能，高轨道和低轨道上的动能差用于克服万有引力做功.

卫星在绕地球运行时，由万有引力定律和牛顿第二定律，有 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$

所以卫星在运行过程中的加速度 $a=\frac{GM}{r^2}$. 由题意知，P 点为 2、3 轨道的切点，Q 点为 1、2 轨道的切点. “相切”隐含着两轨道有相同的瞬时轨道半径 r，所以 C 错 D 对，正确答案为 D.

答案：D

3. 解析：非同步的人造地球卫星，其轨道平面可与地轴间有任意的夹角，但同步卫星的轨道平面一定与地轴垂直，当卫星绕地轴转动的角速度与地球自转的角速度相同时，卫星与地球相对静止，即相对地面不动，虽然与地轴垂直的平面有无限多个，但由于卫星受地球的引力指向地心，而由地球吸引力提供向心力的卫星又要同步，它就不可能停留在与赤道平面平行的其他平面上，因此，地球同步卫星的轨道平面一定与赤道平面共面，卫星位于赤道上空，卫星在赤道上空的高度是一定的. 所以本题答案为 D.

答案：D

4. 解析：设地球质量为 M，卫星质量为 m，卫星在轨道半径为 r 的轨道上运行的速率为 v，可得：

$$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$$

即：$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$

因为 GM 为定值

∴r 越大，v 越小，故 A 错.

设地球半径为 R，地球表面处的重力加速度为 g，在卫星尚未发射时，有

$$G\frac{Mm}{r^2}=mg$$

得：$GM=gR^2$

代入 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$

所以 $v=R\sqrt{\frac{g}{r}}$

由此可知 r 越小，v 越大，r 的最小值为 $r=R$，因此地球卫星速率的最大值

$v_{max}=R\sqrt{\frac{g}{r}}=\sqrt{gR}=7.9\ \text{km/s}$，因此地球卫星环绕地球的最大速率为 7.9 km/s，地球卫星轨道越高，环绕速度越小，故 B 项错误.

设卫星的运行周期为 T

由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{r^2}\cdot r$，得

$$T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$$

所以 r 越大，T 越大，C 项正确.

将 gR^2 代换 $T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$ 中的 GM，得

$$T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{gR^2}}=85\ \text{min}$$

地球卫星最小周期为 85 min，故 D 项错误.

综上所述，正确答案为 C.

答案：C

5. 解析：由开普勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2}=K$ 得

$$\frac{{r_A}^3}{{T_A}^2}=\frac{{r_B}^3}{{T_B}^2}$$

所以 $r_A:r_B=1:4$

由 $v=\frac{2\pi}{T}\cdot r$

所以 $\frac{v_A}{v_B}=\frac{r_A}{r_B}\cdot\frac{T_B}{T_A}=\frac{1}{4}\cdot\frac{8}{1}$

得：$v_A:v_B=2:1$

故选项 D 正确.

答案：D

6. **解析**：$\frac{GM}{r^2}=\frac{F}{m}=\frac{4\pi^2}{T^2}r$

所以 $r=\frac{FT^2}{4\pi^2 m}$，$M=\frac{F^3T^4}{16G\pi^4m^3}$

答案：C

7. **解析**：人造卫星的向心力由地球与人造卫星间的万有引力提供，所以向心力与轨道半径之间的关系只能由 $F=G\frac{Mm}{r^2}$ 中判断. 故 F 与 r^2 成反比. 即 A 正确，B、C、D 错误.

答案：A

8. **解析**：由地球对人造地球卫星的万有引力提供向心力则由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$

所以当卫星的轨道半径增大到 $2r$ **时**

$v'=\sqrt{\frac{GM}{2r}}$，$\frac{v'}{v}=\frac{\sqrt{\frac{GM}{2r}}}{\sqrt{\frac{GM}{r}}}=\frac{\sqrt{2}}{2}$

即 $v'=\frac{\sqrt{2}}{2}v$

所以 ① **错误**，② **正确**.

又由 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$，**得**

$a=G\frac{M}{r^2}$. **当轨道半径增大到** $2r$ **时**，$a'=G\frac{M}{(2r)^2}$ **所以** $\frac{a'}{a}=\frac{1}{4}$

即 $a'=\frac{1}{4}a$

所以 ③ **正确**，④ **错误**，综上所述，B **正确**.

答案：B

二、9. **解析**：行星对卫星的引力提供卫星做匀速圆周运动所需的向心力 $G=\frac{Mm}{r^2}=m\cdot\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot r$

得 $M=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$

答案：$\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$

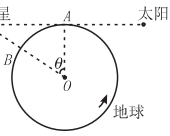
10. **解析**：$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，$v=\sqrt{G\frac{M}{r}}$

$\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{M_2r_1}{M_1r_2}}=\sqrt{\frac{6}{1.5}}=2$，$v_2=2v_1$

$=2\times8\ \text{km/s}=16\ \text{km/s}$

答案：16

11. **解析**：**如图，当日落** 4 h **后，地球自转** 60°，**则** $\theta=60°$，**人由** A **转至** B，C **为卫星所在点**，$\angle ACB=30°$，$OC=20A$



所以 $BC=OB=6400\ \text{km}$.

答案：6400 km

12. **解析**：(1) **根据** $G\frac{Mm}{R^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2R$ ①

$GM=\frac{4\pi^2R^3}{T^2}$

$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\frac{v^2}{R+h}$ ②

$R+h=\frac{GM}{v^2}=\frac{4\pi^2R^3}{T^2v^2}$

所以 $h=\frac{4\pi^2R^3}{T^2v^2}-R$

(2) **根据** $G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\omega v$ ③

$\omega=\frac{GM}{v(R+h)^2}=\frac{4\pi^2R^3/T^2}{v(\frac{4\pi^2R^3}{T^2v^2})^2}=\frac{T^2v^3}{4\pi^2R^3}$

$T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{8\pi^3R^3}{T^2v^3}$

答案：(1) $\frac{4\pi^2R^3}{T^2v^2}-R$　　(2) $\frac{8\pi^3R^3}{T^2v^3}$

13. **解析**：**根据** $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ ①

$GM=gR^2$

$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$ ②

$T^2=\frac{4\pi^2(R+h)^3}{GM}=\frac{4\pi^2(R+h)^3}{gR^2}$

$T=\sqrt{\frac{4(R+h)^3}{R^2}}=\sqrt{\frac{4(6400+1280)^3}{6400^2}}\ \text{s}=6650\ \text{s}=1.85\ \text{h}$

$n=\frac{24}{1.85}$ **周** ≈13 **周**

答案：13 **周**

14. 解析：在两极，由万有引力定律得：

$$G\frac{Mm}{R^2}=mg=W \qquad ①$$

在赤道，又有 $G\frac{Mm}{R^2}=mg'+m\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot R$

$$=W'+m\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot R \qquad ②$$

又因为 $W'=0.9W$

联立 ①② 得：

$$G\frac{Mm}{R^2}=0.9G\frac{Mm}{R^2}+m\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot R$$

所以 $\frac{M}{R^3}=\frac{4\pi^2}{0.1GT^2}$

故天体的平均密度

$$\rho=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{30\pi}{GT^2}$$

答案：$\rho=\frac{30\pi}{GT^2}$

六、人造卫星　宇宙速度(二)

一、1. 解析：由万有引力定律和向心力公式

$$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\frac{v^2}{(R+h)}$$

得：$v=\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ 可知 h 越大，其线速度越小，因此，第一宇宙速度是人造地球卫星绕地球做匀速圆周运动的最大速度，但发射过程要克服地球引力做功，增大势能，所以将卫星发射得越远，在地面所需要的发射速度就越大，故第一宇宙速度是发射人造卫星所需的最小速度，则 ①② 正确，③ 错误.

卫星的加速度 $a=\frac{v^2}{R+h}=\frac{GM}{(R+h)^2}$ 与卫星的质量无关，故 ④ 错误.

综上所述，本题正确答案为 A.

答案：A

2. 解析：由万有引力定律和向心力公式得：

$$G\frac{Mm}{r^2}=ma \quad a=\frac{GM}{r^2}$$

r 越大，a 越小，而 r 减小时，a 增大，A 错误.

又由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$

r 减小时 v 增大，B 错误.

由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$

$$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

r 减小时，T 也减小，ω 增大，故 C 错误，D 正确.

答案：D

3. 解析：因卫星做圆周运动的向心力为万有引力，而万有引力指向地心，所以其圆轨道圆心必为地心，因此 ① 不对. 卫星轨道平面一般不变，而经度线所决定平面随地球自转，故 ② 错误，综上所述，③④ 正确，故选 B.

答案：B

4. 解析：人造地球卫星做圆周运动的向心力是地球对卫星的万有引力，方向指向地心，卫星做圆周运动的圆心必须是地心. 地球绕过地心转动，故发射在北京上空的定点卫星是不可能的. 选项 A 错，B 正确.

同步通讯卫星的半径是一定的，因为它的周期等于地球自转的周期. 它的半径与卫星质量无关，故选项 C、D 都不正确.

答案：B

5. 解析：设地球自转角速度为 ω，发射一颗地面上的人造卫星，它的角速度为 $n\omega$，有

$$G\frac{Mm}{R^2}=m(n\omega)^2R,$$

$$GM=(n\omega)^2R^3 \qquad ①$$

对于同步卫星来说，它的角速度也是 ω

$$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\omega^2\cdot(R+h)$$

$$(R+h)^3=\frac{GM}{\omega^2}$$

把 ① 式代入 $(R+h)^3=n^2R^3$，得

$$h=\sqrt[3]{n^2R^3}-R=n^{2/3}R-R$$

故 C 选项正确.

答案：C

6. 解析：物体在地面附近，它的重力等于万有引力，即

需要全本请访问 www.eltongbook.com

$mg_0 = G\frac{Mm}{R_0^2}$，$GM = g_0R_0^2$

由 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$，得

$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{R_0^2g_0}{R}}$

由 $a = \frac{v^2}{R} = \frac{R_0^2g_0}{R^2}$，选项 A、B 均正确.

由 $\omega = \frac{v}{R} = \frac{R_0^2g_0}{R^3}$，选项 C 不正确.

再由 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{R_0^2g_0}}$，选项 D 正确.

答案：C

7. 解析：如果土星外层的环是土星的一部分，它们是一个整体，角速度固定.

根据 $v = \omega R$　$v \propto R$，故 ① 正确.

如果环是卫星群，它和土星不成一体.

根据　$G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$

$v^2 = \frac{GM}{R}$　$v^2 \propto \frac{1}{R}$，故 ④ 正确.

综上所述，正确选项为 B.

答案：B

二、8. 解析：行星在 A、B 两点的速度方向均与万有引力方向垂直，故万有引力提供向心力，有：

$\frac{Mv_A^2}{R_A} = G\frac{Mm}{a^2}$，$\frac{Mv_B^2}{R_B} = G\frac{Mm}{b^2}$

由于 A、B 两点的对称性，说明了 $R_A = R_B$，

故 $v_A : v_B = b : a$.

答案：$b : a$

9. 解析：$G\cdot\frac{M_{地}\cdot m}{R^2} = m\cdot\frac{v_{地}^2}{R}$，

$G\cdot\frac{M_{月}\cdot m}{r^2} = m\cdot\frac{v_{月}^2}{r}$

$\frac{v_{地}}{v_{月}} = \sqrt{\frac{M_{地}\cdot r}{M_{月}\cdot R}} = \sqrt{\frac{81\times1}{1\times4}} = \frac{9}{2}$

答案：9 : 2

10. 解析：要求球体表面物质在快速旋转中不被甩出，则应满足

$\frac{GMm}{R^2} \geqslant m\omega^2R$

故球体的质量 $M \geqslant \frac{R^3\omega^3}{G}$

又　$M = \frac{4}{3}\pi R^3\rho$

故球体密度应满足 $\rho \geqslant \frac{3\omega^2}{4\pi G}$

答案：$\frac{3\omega^2}{4\pi G}$

11. 解析：月球表面人造卫星的环绕速度为

$v = \sqrt{g'R} = \sqrt{\frac{1}{6}\times10\times1738\times10^3} = 1702$ m/s

$v_{分} = 2000$ m/s > 1702 m/s

所以水分子将离开月球表面，月球表面不可能有水.

12. 解析：对近地卫星，有 $G\frac{Mm}{R^2} = m(\frac{2\pi}{T_1})^2R$

对同步卫星，有 $G\frac{Mm}{(R+h)^2} = m(\frac{2\pi}{T_2})^2(R+h)$

两式相除，有 $\frac{h}{R} = \sqrt[3]{(\frac{T_2}{T_1})^2} - 1$

其中：$T_1 = 5100$ s，$T_2 = 24\times3600$ s

故 $\frac{h}{R} = 5.6$

答案：5.6 倍

七、单元复习作业

一、1. 解析：同步卫星必须在赤道上方确定的高度处，且卫星绕地球做匀速圆周运动的周期等于地球自转的周期（$T = 24$ h），

由　$G\frac{Mm}{(R+h)^2} = m\omega^2(R+h)$

得　$h = \sqrt[3]{\frac{GM}{\omega^2}} - R$，即高度、周期相同.

答案：D

2. 解析：物体在人造卫星中随卫星一起做匀速圆周运动，地球对物体的引力作为向心力，物体有一指向地球球心的加速度 $a = \frac{GM}{R^2} = g'$，故物体处于完全失重状态，对支持它的物体没有压力.

答案:C

3. **解析**:**由** $G\frac{Mm}{R^2}=ma$

得 $\frac{a_B}{a_A}=(\frac{R_A}{R_B})^2=\frac{1}{4}$ ① **错**

由 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$

得 $\frac{T_B}{T_A}=\sqrt{\frac{R_B{}^3}{R_A{}^3}}=\frac{2\sqrt{2}}{1}$ ② **对**

又由 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$

得 $\frac{v_B}{v_A}=\sqrt{\frac{R_A}{R_B}}=\sqrt{\frac{1}{2}}$ ③ **正确**

由 $G\frac{Mm}{R^2}=m\omega^2R$

得 $\frac{\omega_B}{\omega_A}=\sqrt{\frac{R_A{}^3}{R_B{}^3}}=\frac{1}{\sqrt{2}}$ ④ **错误**.

所以本题正确答案为 ②③,**故选** B.

答案:B

4. **解析**:**因为时针的周期为** 12h,**而分针的周期为** 1h.

$\therefore \frac{T_1}{T_2}=\frac{12\text{h}}{1\text{h}}=\frac{12}{1},\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{T_2}{T_1}$,

即得:$\frac{\omega_2}{\omega_1}=\frac{T_1}{T_2}=\frac{12}{1}$. ① **正确**,② **错**.

又由 $v=\omega R$,**得**

$\frac{v_1}{v_2}=\frac{\omega_1}{\omega_2}\cdot\frac{R_1}{R_2}=\frac{T_2}{T_1}\cdot\frac{R_1}{R_2}=\frac{1}{12}\times\frac{1}{1.5}=\frac{1}{18}$

③ **错**,④ **正确**.

正确选项为 C.

答案:C

5. **解析**:**卫星绕地球、行星绕太阳等都近似看作匀速圆周运动来处理,它们做圆周运动所需的向心力是万有引力,正确选用** $F_{引}=ma_n$ **的各种形式求解是关键.**

月球绕地球运动:

$G\frac{Mm}{R_1{}^2}=m\frac{4\pi^2}{T_1{}^2}R_1$ $M=\frac{4\pi^2R_1{}^3}{GT_1{}^2}$ ① **正确**

卫星绕地球表面运动

$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$ **而** $R=\frac{vT}{2\pi}$

所以 $M=\frac{v^3T}{2G\pi}$ ④ **正确**

地球的同步卫星

$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\omega^2(R+h)$

则:$M=\frac{\omega^2(R+h)^3}{G}$ ② **错**

地球绕太阳运动:

$G\frac{Mm}{R_2{}^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R_2$,**只能求太阳的质量.**

所以 ③ **错,正确答案为** ①④,**故选** C.

答案:C

6. **解析**:**在赤道,物体随星球自转做匀速圆周运动所需向心力由一部分万有引力提供,**

此时有 $G\frac{Mm}{R^2}=mg+m\frac{4\pi^2}{T^2}R$

若 T **变小,则** mg **变小,当物体"漂浮"时,**

$mg=0$,**又** $\because M=\rho v=\frac{4}{3}\pi R^3\rho$

所以 $G\frac{\frac{4}{3}\pi R^3\rho}{R^2}=\frac{4\pi^2}{T^2}R,T=\sqrt{\frac{3\pi}{\rho G}}$

答案:A

7. **解析**:**由开普勒行星第三定律** $\frac{R^3}{T^2}=K$,

得 $\frac{R_1{}^3}{R_2{}^3}=\frac{T_1{}^2}{T_2{}^2}$,

所以 $\frac{R_1}{R_2}=\sqrt[3]{\frac{T^2}{(3T)^2}}=\frac{1}{\sqrt[3]{9}}$ ① **对**,② **错**.

太阳与行星之间的万有引力充当了行星做圆周运动的向心力 $F=G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$,**因不知行星的质量关系,故无法判断它们受太阳的引力之比.** ③ **错**

又由 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$ **得** $v\propto\frac{1}{\sqrt{R}}$

$\therefore v_1:v_2=\sqrt{R_2}:\sqrt{R_1}=\sqrt[3]{3}:1$ ④ **正确.**

本题正确答案为 ①④,**故选** D.

答案:D

8. **解析**:**因为地球同步卫星与地球的自转周期相同,所以** $ma_1=m\frac{4\pi^2}{T_1{}^2}r_1=m\frac{4\pi^2}{T_1{}^2}r$

$ma_2 = m\frac{4\pi^2}{T_2^2}r_2 = m\frac{4\pi^2}{T_2^2}R$

两式相比，得：$\frac{a_1}{a_2} = \frac{r}{R}$，① 正确.

又由 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v_2^2}{R}$，$G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v_1^2}{r}$

得：$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{R}{r}}$. ④ 正确，故选 A.

答案：A

二、9. 解析：在地球表面上的物体，其重力可近似等于万有引力，所以 $mg_0 = G\frac{M_{地}m}{R_0^2}$ ①

而在星球表面上的物体：$mg = G\frac{M_{星}m}{R^2}$ ②

① ② 得：$\frac{g_0}{g} = \frac{R^2M_{地}}{R_0^2M_{星}} = \frac{(\frac{R_0}{2})^2}{R_0^2}\cdot\frac{M_{地}}{9M_{地}} = \frac{1}{36}$，

即：$g = 36g_0$

由平抛运动的知识，水平射程为

$s_0 = v_0t = v_0\sqrt{\frac{2h}{g_0}}$

$s = v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$

所以 $\frac{s}{s_0} = \sqrt{\frac{g_0}{g}} = \sqrt{\frac{1}{36}} = \frac{1}{6}$

$s = \frac{1}{6}s_0 = 10\text{m}$

答案：10

10. 解析：由竖直上抛运动可求该星球的表面处重力加速度和重力，重力作为最低卫星的向心力，可求最小的发射速度.

由 $0 = v_0 - g\frac{t}{2}$，$\therefore g = 2v_0/t$

人造卫星的向心力由重力提供

$mg = mv^2/R$

最低卫星环绕速度为：

$v = \sqrt{gR} = \sqrt{\frac{2v_0R}{t}}$.

发射卫星不能小于这个速度，即“第一宇宙速度”为 $\sqrt{\frac{2v_0R}{t}}$.

答案：$\sqrt{\frac{2v_0R}{t}}$

11. 解析：环绕地球表面飞行的卫星，

由 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$，

得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$.

即环绕速度与物体质量无关.

答案：8 km/s

12. 解析：设飞船离地心的距离为 h，月球离地心的距离为 L，月球质量为 M，地球质量为 M_0，

由万有引力定律有：

$G\frac{M_0m}{h^2} = G\frac{Mm}{(L-h)^2}$ （m 为飞船的质量）

$\frac{M_0}{h^2} = \frac{M}{(L-h)^2}$ $(\frac{L-h}{h})^2 = \frac{M}{M_0}$

所以，$h = \frac{L}{1+\sqrt{\frac{M}{M_0}}}$.

答案：$\frac{L}{1+\sqrt{\frac{M}{M_0}}}$

13. 解析：根据万有引力定律：

$F = G\frac{m_1m_2}{r^2} = 6.67\times10^{-11}\times\frac{0.01\times0.05}{(0.05)^2}\text{ N}$

$= 1.33\times10^{-11}\text{ N}$.

小球的加速度

$a = \frac{F}{m} = \frac{1.33\times10^{-11}}{0.01}\text{ m/s}^2$

$= 1.33\times10^{-9}\text{ m/s}^2$

大球的加速度

$a' = \frac{F}{m'} = \frac{1.33\times10^{-11}}{0.05}\text{ m/s}^2$

$= 2.66\times10^{-10}\text{ m/s}^2$

答案：$1.33\times10^{-9}\text{m/s}^2$；$2.66\times10^{-10}\text{ m/s}^2$

14. 解析：由万有引力定律和向心力公式

$G\frac{Mm}{(R+nR)^2} = ma_{卫}$ ①

$G\frac{Mm'}{R^2} = m'g$ ②

① ② 得：$\frac{a_{卫}}{g} = \frac{R^2}{(n+1)^2R^2} = \frac{1}{(n+1)^2}$

又由：$G\frac{Mm}{(R+nR)^2}=m\frac{v_{卫}^2}{(R+nR)}$ ③

$G\frac{Mm'}{R^2}=m'\frac{v_1^2}{R}$ ④

③/④ **得**：$\frac{v_{卫}^2}{v_1^2}=\frac{R}{(n+1)R}=\frac{1}{n+1}$

所以，$\frac{v_{卫}}{v_1}=\frac{1}{\sqrt{n+1}}$.

答案：$\frac{1}{(n+1)^2}$；$\frac{1}{\sqrt{n+1}}$

15. **解析**：**卫星受到的引力为它作圆周运动的向心力**：$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$

$M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$

而物体在行星表面的重力就是卫星在该处受到的引力(不计行星自转的影响)，即

$G\frac{Mm}{(\frac{R}{10})^2}=mg$

所以，$g=\frac{100GM}{R^2}=\frac{400\pi^2R}{T^2}$.

答案：$\frac{400\pi^2R}{T^2}$

16. **解析**：**卫星做匀速圆周运动所需要的向心力为**

$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$

所以，$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$ ①

由于卫星离地面不远，可以认为地球对卫星的引力就是卫星所受的重力，

即 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$

得：$GM=gR^2$ ②

解 ①② 式得

$v=\sqrt{gR}=\sqrt{9.8\times6.4\times10^6}$ m/s

$=7.9\times10^3$ m/s

答案：7.9×10^3 m/s

17. **解析**：(1) **由** $G\frac{Mm}{(4R)^2}=m\frac{v^2}{4R}$

$G\frac{Mm}{R^2}=mg$

所以 $v^2=\frac{GM}{4R}=\frac{R^2g}{4R}=\frac{Rg}{4}$

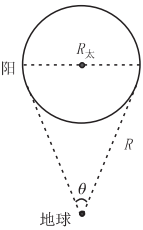
$v=\frac{1}{2}\sqrt{Rg}=4000$ m/s

(2) $T=\frac{2\pi\cdot4R}{v}$

$=2\pi\times\frac{4\times6.4\times10^6}{4\times10^3}\text{s}=4\times10^4\text{s}$

答案：(1)4000m/s；(2)4×10^4 s

18. **解析**：**先计算太阳的质量，由太阳与地球的万有引力与向心力公式**



$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot R$

所以，$M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$

依题意：$R=\frac{2R_{太}}{\theta}$

(即：半径等于弧长除以圆心角如图)

把太阳看成球体，其体积

$V=\frac{4}{3}\pi R_{太}^3$

$\rho=\frac{M}{V}=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2\cdot\frac{4}{3}\pi R_{太}^3}=\frac{3\pi R^3}{GT^2R_{太}^3}=\frac{24\pi}{GT^2\theta^3}$

答案：$\frac{24\pi}{GT^2\theta^3}$

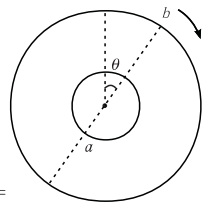
19. **解析**：**由地球对卫星的万有引力提供卫星的向心力，则**

$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$,

得 $T=2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

所以，$\frac{T_a}{T_b}=\sqrt{\frac{R_a^3}{R_b^3}}=\sqrt{\frac{(2R)^3}{(8R)^3}}=\frac{1}{8}$

当 a 与 b 相距最远时，如图



$\Delta t=\frac{\pi+\theta}{\omega_a}=\frac{\theta}{\omega_b}$

$\frac{\pi+\theta}{2\pi}T_a=\frac{\theta}{2\pi}T_b$,

求出：$\theta=\frac{\pi T_a}{T_b-T_a}$，$\Delta t=$

$\frac{4}{7}T_a$.

答案：$\frac{T_a}{T_b}=\frac{1}{8}$；$\Delta t=\frac{4}{7}T_a$

20. **解析**：卫星一直在固定的轨道上运转，转至有光照的赤道上方时则摄下一张照片，待地球自转转过某一角度后又摄下一张.……

设卫星运行的周期为 T_0，则由万有引力定律和向心力公式得：

$$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\frac{4\pi^2}{T_0^2}(R+h) \quad ①$$

$$G\frac{Mm'}{R^2}=m'g \quad ②$$

解 ①② 式得：$T_0=2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}}$

在卫星绕行一周的时间内，地球自转转过的角度为 $\theta=2\pi\frac{T_0}{T}$

所以，$s=\theta\cdot R=2\pi\cdot\frac{2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}}\cdot R}{T}$

$=\frac{4\pi^2}{T}\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}}$

答案：$\frac{4\pi^2}{T}\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}}$

八、“3+X”试题

一、1. **解析**：航天飞机绕行到地球向阳的区域，阳光能照射到它时为白昼，当飞到地球背阳的区域，阳光被地球挡住时就是黑夜，因航天飞机绕地球一周所需时间为 90 min，而地球昼夜交替的周期是 24×60 min，所以，航天飞机里的宇航员在绕行一周的时间内，看到的日落日出次数

$n=\frac{24\times60}{90}=16$ 次

答案：D

2. **解析**：地球绕太阳公转，有 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$

$M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$

同理，可得地球质量为 $M'=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$，

则 $\frac{M}{M'}=\frac{R^3t^2}{T^2r^3}$

答案：A

3. **解析**：$mg=G\frac{Mm}{R^2}$，$mg'=G\frac{Mm}{(2R)^2}$

故 $g'=\frac{1}{4}g$

$mg'=m\frac{v^2}{(2R)}$

$=m\omega^2(2R)=ma=m\frac{4\pi^2}{T^2}(2R)$

可得：$v=\frac{\sqrt{2gR}}{2}$，$\omega=\sqrt{\frac{g}{8R}}$，

$a=\frac{g}{4}$，$T=2\pi\sqrt{\frac{8R}{g}}$

答案：A

4. **解析**：由万有引力提供同步卫星的向心力，有

$G\frac{Mm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2r$

$r^3=G\frac{MT^2}{4\pi^2}$ ①

在地球表面，地球对物体的万有引力近似等于物体的重力.

有 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$

所以 $GM=gR^2$ ②

解 ①② 联立方程可得

$r^3=\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}$

正确答案为 D.

答案：D

5. **解析**：宇航员仍受重力作用，此力提供宇航员做圆周运动向心力. 故 ①③ 正确，选项 B 正确。

答案：B

6. **解析**：当卫星在其轨道上加速时，F_3 小于所需向心力，故要做离心运动，从而使半径增大，故选 A.

答案：A

二、7. **答案**：(1) 基因突变；由于辐射、失重等原

因使基因的碱基排列顺序改变.(2) 诱变育种;提高变异频率,使后代的变异性状较快稳定,因而能加快育种过程.

8. 答案:失去重力;应激性;适用

9. 解析:$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$

$mg=G\frac{Mm}{R^2}$

其中 $r=R+h$

由上式三式可得 $h=\sqrt[3]{\frac{gT^2R^2}{4\pi^2}}-R=282\ \text{km}$

答案:282 km

10. 解析:(1) 设 A、B 的角速度分别为 ω_1、ω_2,经过时间 t,A 转过的角度为 $\omega_1\cdot t$,B 转过的角度为 $\omega_2\cdot t$. A、B 距离最近的条件是:$\omega_1 t-\omega_2 t=n\cdot 2\pi(n=1,2,3\cdots\cdots)$

恒星对行星的引力提供向心力,则

$\frac{GMm}{r^2}=m\omega^2 r$,即 $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$

$\omega_1=\sqrt{\frac{GM}{r_1^3}},\omega_2=\sqrt{\frac{GM}{r_2^3}}$

求得 $t=2\pi n/(\sqrt{\frac{GM}{r_1^3}}-\sqrt{\frac{GM}{r_2^3}})\quad(n=1,2,3\cdots\cdots)$

(2) 如果经过时间 t',A、B 转过的角度相差 π 的奇数倍时,则 A、B 相距最远,即:

$\omega_1 t'=\omega_2 t'=(2k-1)\pi\quad(k=1,2,3,\cdots\cdots)$

$t'=\frac{(2k-1)\pi}{\omega_1-\omega_2}$

$=(2k-1)\pi/(\sqrt{\frac{GM}{r_1^3}}-\sqrt{\frac{GM}{r_2^3}})\quad(k=1,2,3\cdots\cdots)$

答案:(1)$2\pi n/(\sqrt{\frac{GM}{r_1^3}}-\sqrt{\frac{GM}{r_2^3}})(n=1,2,3\cdots\cdots)$

(2)$(2k-1)\pi/(\sqrt{\frac{GM}{r_1^3}}-\sqrt{\frac{GM}{r_2^3}})(k=1,2,3\cdots\cdots)$

11. 解析:(1) $\frac{GM^2}{L^2}=M\frac{L}{2}\times\frac{4\pi^2}{T_{计}^2}$

$\therefore T_{计}=\pi L\sqrt{\frac{2L}{GM}}$

(2) 设暗物质的质量为 m,则

$\frac{GM^2}{L^2}+\frac{GMm}{(\frac{L}{2})^2}=M\frac{L}{2}\times\frac{4\pi^2}{T_{测}^2}$

$\therefore T_{测}=\pi L\sqrt{\frac{2L}{G(M+4m)}}$

$\because T_{测}:T_{计}=1:\sqrt{N}$

$\therefore m=\frac{(N-1)M}{4}$

$\therefore\rho=\frac{3m}{4\pi(\frac{L}{2})^3}=\frac{6m}{\pi L^3}=\frac{3(N-1)M}{2\pi L^3}$.

答案:(1)$T_{计}=\pi L\sqrt{\frac{2L}{GM}}$

(2)$\rho=\frac{3(N-1)M}{2\pi L^3}$

12. 解析:设抛出的高度为 h,两次抛出的小球飞行时间相同,第一次水平距离为 x,第二次水平距离为 $2x$.

$h^2+x^2=L^2$ ①

$h^2+(2x)^2=(\sqrt{3}L)^2$ ②

① 式乘以 4 减 ② 式得

$3h^2=L^2\quad h=\frac{\sqrt{3}}{3}L$

设该星球的重力加速度为 g

$h=\frac{1}{2}gt^2$,

$g=\frac{2h}{t^2}=\frac{2\sqrt{3}}{3t^2}L$

$G\frac{Mm}{R^2}=mg$

$M=\frac{gR^2}{G}=\frac{2\sqrt{3}LR^2}{3Gt^2}$

答案:$M=\frac{2\sqrt{3}LR^2}{3Gt^2}$

第七章　动　量

一、冲量和动量

一、1. 解析：动量是矢量，既有大小，又有方向，因此动量改变有三种情况：① 动量的大小发生变化，而方向不变. ② 动量的方向改变而大小不变. ③ 动量的大小和方向都发生变化. 故 B 是错误的，而 A、C、D 正确，本题答案应选 B.

答案：B

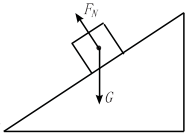
2. 解析：物体的动量 $p = mv$. 由此可知，物体动量的大小不仅与 m 有关，还与 v 有关，所以 A 不正确. 而动量的改变，可能是速度的大小变了，也可能是方向变化了，故 C 错，D 正确. 物体受到的冲量 $I = Ft$，不仅与力的大小有关，还与作用时间有关，所以 B 错. 本题正确选项为 D.

答案：D

3. 解析：由冲量的定义 $I = Ft$ 可知，冲量是反映力的作用时间累积效果的物理量，是物体动量变化的原因. 故 A、C 正确. 而由 $p = mv$，得知. 动量与速度有关，所以是描述物体运动状态的物理量，故 B 正确. 冲量的方向与动量改变量的方向不一致，所以 D 错误. 本题选项为 D.

答案：D

4. 解析：如图所示，物体沿光滑斜面下滑时，只受重力和斜面的支持力，合力方向平行于斜面向下，所以合外力不为零，那么合外力的冲量也不为零. 且因 $I_G = Gt$. 而 $I_N = G\cos\theta \cdot t$，即 $I_G > I_N$，因为物体沿斜面匀加速下滑，$F_{合} = ma$. 合外力的冲量为 $I = mat$，即在任意相等时间内，合外力对物体的冲量一定相等.



答案：B

5. 解析：物体做竖直上抛运动的过程中，只受重力作用，所以受到的冲量为 $I = Gt = 20 \times 4\text{N} \cdot \text{s} = 80\text{N} \cdot \text{s}$. 又由竖直上抛运动的知识可知：

$T = \dfrac{2v_0}{g}$.

$v_0 = \dfrac{T}{2}g = \dfrac{4}{2} \times 10\ \text{m/s} = 20\ \text{m/s}$，

$v_t = -20\ \text{m/s}$.

物体动量的改变量为

$\Delta p = mv_t - mv_0 = 80\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$. 且方向竖直向下. 所以，A 正确，B、C、D 错误.

答案：A

6. 解析：动量是描述运动物体在某个状态下运动量的大小，它与力的大小无关，故 C 错. 动量大小 $p = mv$，由 m 与 v 两个因素共同决定动量的大小，所以对同一物体来说，m 确定，速度 v 大，动量大，B 正确. 物体的惯性的惟一量度标准是物体质量，质量大，惯性大，但质量大未必动量大，动量大，未必质量大. 故 A 错；动量的方向为即时速度的方向，而物体运动的方向也是即时速度的方向，故 D 错. 正确选项为 B.

答案：B

7. 解析：质点做匀速圆周运动的半个周期内速度方向的改变恰为 $2v$. 所以，质点动量的改变量为：$\Delta p = mv_t - mv = 2mv$. 只有 A 正确，B、C、D 错误.

答案：A

二、8. 解析：$p = mv$，$v = \dfrac{p}{m}$

$\dfrac{v_1}{v_2} = \dfrac{p_1 m_2}{m_1 p_2} = \dfrac{3 \times 1}{4 \times 4} = \dfrac{3}{16}$

答案：3∶16

9. 解析：$p_1 = mv_1 = 1 \times 5\ \text{kg} \cdot \text{m/s} = 5\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$，$p_2 = -mv_2 = -1 \times 3\ \text{kg} \cdot \text{m/s} = -3\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$，$\Delta p = p_2 - p_1 = (-3-5)\ \text{kg} \cdot \text{m/s} = -8\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$.

答案：5；−3；−8

10. 解析：初动量与末动量同向时，Δp 最小：

$\Delta p = p_2 - p_1 = (4-7)\ \text{kg} \cdot \text{m/s} = -3\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$

初动量与末动量反向时，Δp 最大：

$\Delta p' = p_2 - p_1 = (-4-7)\ \text{kg} \cdot \text{m/s} = -11\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$

故 $3\ \text{kg} \cdot \text{m/s} \leqslant |\Delta p| \leqslant 11\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$

答案：3 kg · m/s ～ 11 kg · m/s

11. 解析：足球的动量变化了，因初动量方向向东，而末动量方向向西，动量的方向发生了改变. 以

向东的速度方向为正方向，则足球的初动量 $p_1 = m v_1 = 10\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$，则末动量 $p_2 = -10\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$.

可见足球动量的变化为 $\Delta p_2 = p_2 - p_2 = (-10-10)\ \text{kg}\cdot\text{m/s} = -20\ (\text{kg}\cdot\text{m/s})$

负号表示足球的动量变化方向与初动量的方向相反，即 Δp 方向向西.

答案：变了，$\Delta p = -20\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$

12. 解析：重力的冲量

$I_G = G\cdot t = mg\cdot t = 5\times10\times2\ \text{N}\cdot\text{s} = 100\ \text{N}\cdot\text{s}$

方向竖直向下

支持力的冲量

$I_F = F\cdot t = mg\cos\alpha\cdot t = 5\times10\times0.8\times2\ \text{N}\cdot\text{s} = 80\ \text{N}\cdot\text{s}$

方向垂直于斜面向上.

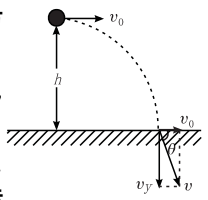
摩擦力冲量

$I_F' = F'\cdot t = \mu mg\cos\alpha\cdot t = 0.2\times5\times10\times0.8\times2\text{N}\cdot\text{s} = 16\ \text{N}\cdot\text{s}$

方向沿斜面向上.

答案：$I_G = 100\ \text{N}\cdot\text{s}$，$I_F = 80\ \text{N}\cdot\text{s}$，$I_{F'} = 16\ \text{N}\cdot\text{s}$

13. 解析：如图所示，水平方向 v_0 不变，故 $\Delta v_x = 0$；



竖直方向为自由落体运动，$\Delta v_y = g t$.

则由以上分析可知 $\Delta v = g t$.

由于平抛运动的竖直分运动为自由落体运动，故

$h = \frac{1}{2} g t^2$，落地时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1\ \text{s}$

(1) 因为水平方向上是匀速运动，v_0 保持不变，所以小球的速度增量 $\Delta v = \Delta v_y = g t = 10\ \text{m/s}$

所以 $\Delta p = \Delta p_y\ m\ \Delta v = 10\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$

(2) 由速度合成知，落地速度

$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{10^2+10^2}\ \text{m/s} = 10\sqrt{2}\ \text{m/s}$

所以小球落地时的动量大小为

$p' = m v = 10\sqrt{2}\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$

由图知 $\tan\theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{10}{10} = 1$，则小球落地的动量的方向与水平方向的夹角为 $45°$ 斜向下.

(3) 小球飞行过程中只受重力作用，所以合外力的冲量为

$I = mgt = 1\times10\times1\ \text{N}\cdot\text{s} = 10\ \text{N}\cdot\text{s}$，方向竖直向下.

答案：(1)10 kg·m/s (2)$10\sqrt{2}$ kg·m/s (3)10 N·s

二、动量定理(一)

一、1. 解析：由 $f = ma$ 和 $v_t^2 = v_0^2 - 2as$，

得 $s = -\frac{v_0^2}{2a} = -\frac{(mv_0)^2}{2fm} = -\frac{p_0^2}{2fm}$

在初动量 p_0 和摩擦力 f 相同的条件下，

$s \propto \frac{1}{m}$，即质量大的物体位移小.

答案：B

2. 解析：设小球弹回的方向为正方向，由动量定理，$Ft = mv_t - mv_0 = mv - (-mv) = 2mv$.

答案：D

3. 解析：小球落地前的速度 $v_1 = \sqrt{2gh}$，小球落地后的速度 $v_2 = \sqrt{gh}$. 所以小球与地面碰撞过程中受到的冲量为 $I = \Delta p = m\sqrt{gh} - m(-\sqrt{2gh}) = (\sqrt{2}+1)m\sqrt{gh}$. 选 B.

答案：B

4. 解析：玻璃杯跟沙发软垫接触后静止，跟掉在水泥地上接触后静止，两种情况中，玻璃杯动量的变化量，冲量皆相同，而接触时相互作用时间不同，掉在水泥地上相互作用时间短，作用力大. 正确选项为 C.

答案：C

5. 解析：轻推木块 B 时，B 给 A 的冲量大，使 A 的动量变化大，跟着 B 一起运动，猛击木块 B 时，B 给 A 的冲量小，使 A 的动量未有明显变化，基本保持静止. 所以正确的选项为 ① 和 ④，即选 B.

答案：B

6. 解析：因为冲量 $I = \Delta p$，从图上看，甲、乙两物体的动量变化的大小相同，所以冲量大小

$I_1 = I_2$，又因为冲量 $I_1 = F_1 t_1$，$I_2 = F_2 t_2$

需要全本请访问 www.ertongbook.com