1．答案　A

2．答案　D

解析　设太阳系的质量为 m，该黑洞的质量为 M，太阳系绕该黑洞做匀速圆周运动的向心力由万有引力提供，则 $G\frac{M}{r^2}m=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=m\frac{v^2}{r}$，解得该黑洞的质量 $M=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}=\frac{rv^2}{G}$，则已知太阳系绕该黑洞的公转周期 T 和公转半径 r，或者已知太阳系的运行速度 v 和公转半径 r，可以估算出该黑洞的质量，故选 D.

3．答案　D

解析　设“卡西尼”号的质量为 m，它围绕土星的中心做匀速圆周运动，其向心力由万有引力提供，$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m(R+h)(\frac{2\pi}{T})^2$，其中 $T=\frac{t}{n}$，解得 $M=\frac{4\pi^2n^2(R+h)^3}{Gt^2}$；又因为土星体积 $V=\frac{4}{3}\pi R^3$，所以 $\rho=\frac{M}{V}=\frac{3\pi n^2(R+h)^3}{Gt^2R^3}$，故 D 正确.

4．答案　D

解析　设小球的质量为 m，该星球的质量为 M，该星球表面的重力加速度为 g，因小球恰好做完整的圆周运动，由牛顿第二定律以及向心力公式可得 $mg=\frac{mv^2}{r}$，解得 $g=\frac{v^2}{r}$，对于该星球表面质量为 m' 的物体，万有引力近似等于其重力，即 $m'g=\frac{GMm'}{R^2}$，由此可得 $M=\frac{v^2R^2}{Gr}$，故 D 正确.

5．答案　A

解析　根据 $G\frac{mM}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$可得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，故半径减小，速率增大；根据 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 可得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，故半径减小，周期减小，A 正确.

6．答案　A

解析　由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=ma_{\rm n}$ 可知，选项 B、C 错误，A 正确；因 a、c 轨道半径相同，周期相同，由题图可知当 c 运动到 P 点时不会与 a 相撞，以后也不可能相撞，选项 D 错误.

7．答案　C

解析　轨道周长 $C=2\pi r$，与半径成正比，故轨道周长之比为 3∶2，故 A 错误；根据万有引

力提供向心力有$\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，得$\frac{v_{火}}{v_{地}}=\sqrt{\frac{r_{地}}{r_{火}}}=\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$，故 B 错误；由万有引力提供向心力，$\frac{GMm}{r^2}=m\omega^2r$，得 $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，得$\frac{\omega_{火}}{\omega_{地}}=\sqrt{\frac{r_{地}{}^3}{r_{火}{}^3}}=\frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}}$，故 C 正确；由$\frac{GMm}{r^2}=ma$，得 $a=\frac{GM}{r^2}$，得$\frac{a_{火}}{a_{地}}=\frac{r_{地}{}^2}{r_{火}{}^2}=\frac{4}{9}$，故 D 错误.

8．答案　C

解析　地球对“中星 2D”卫星的万有引力提供其环绕地球做匀速圆周运动的向心力，有 $G\frac{m_{地}m}{(R+h)^2}=m\frac{v^2}{R+h}=m\omega^2(R+h)=m\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)=ma_n$，得速度大小为 $v=\sqrt{\frac{Gm_{地}}{R+h}}$，选项 A 错误；角速度为 $\omega=\sqrt{\frac{Gm_{地}}{(R+h)^3}}$，选项 B 错误；向心加速度大小 $a_n=\frac{Gm_{地}}{(R+h)^2}$，选项 C 正确；周期为 $T=2\pi(R+h)\sqrt{\frac{R+h}{Gm_{地}}}$，选项 D 错误.

9．答案　A

解析　“神舟十号”的线速度 $v=\frac{l}{2t}$，轨道半径 $r=\frac{l}{\theta}$，根据 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$得地球的质量为 $M=\frac{l^3}{4G\theta t^2}$，故选 A.

10．答案　C

解析　设该行星的质量为 M，卫星的质量为 m，该行星的半径为 R，根据 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2R}{T^2}$得 $M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$，则 $\rho=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{3\pi}{GT^2}$，故 $\rho T^2=\frac{3\pi}{G}$是定值，选项 C 正确；因无法求解该行星的半径 R，则无法求解该行星的质量，选项 A 错误；只知道该行星到太阳的距离无法求解太阳的质量，选项 B 错误；因为 T 不是该行星绕太阳的转动周期，则$\frac{T^2}{r^3}$不是定值，选项 D 错误.

11．答案　D

解析　根据万有引力提供向心力，有 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，解得线速度 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，由题意知，新恒

星的质量是太阳质量的 2 倍，地球到这颗恒星中心的距离是地球到太阳中心的距离的 2 倍，则地球绕新恒星的线速度大小不变，故 A 错误；由万有引力 $F=G\frac{Mm}{r^2}$可知，万有引力是原来的$\frac{1}{2}$，故 B 错误；由向心加速度 $a_n=\frac{v^2}{r}$可知，线速度 v 不变，半径 r 变为原来的 2 倍，则向心加速度是原来的$\frac{1}{2}$，故 C 错误；由周期 $T=\frac{2\pi r}{v}$可知，线速度 v 不变，半径 r 是原来的 2 倍，则周期是原来的 2 倍，故 D 正确．

12．答案　(1)$\frac{2h}{t^2}$　(2)$\frac{2hR^2}{Gt^2}$　(3)$\frac{3h}{2\pi RGt^2}$

解析　(1)月球表面附近的物体做自由落体运动，

则 $h=\frac{1}{2}g_{月}t^2$，

解得 $g_{月}=\frac{2h}{t^2}$.

(2)因不考虑月球自转的影响，则有 $G\frac{Mm}{R^2}=mg_{月}$，

月球的质量 $M=\frac{g_{月}R^2}{G}=\frac{2hR^2}{Gt^2}$.

(3)月球的平均密度 $\rho=\frac{M}{V}=\frac{\frac{2hR^2}{Gt^2}}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{3h}{2\pi RGt^2}$.

13．答案　(1)$\sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}}-R$　(2)$\sqrt[3]{\frac{2\pi gR^2}{T}}$　(3)$\sqrt[3]{\frac{16\pi^4gR^2}{T^4}}$

解析　(1)设地球质量为 M，“鹊桥”号中继星的质量为 m，万有引力提供向心力，

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

对地面上质量为 m' 的物体有：$G\frac{Mm'}{R^2}=m'g$

联立解得：$h=\sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}}-R$

(2)“鹊桥”号中继星线速度大小为：$v=\frac{2\pi(R+h)}{T}$

联立解得：$v=\sqrt[3]{\frac{2\pi gR^2}{T}}$

(3)“鹊桥”号中继星的向心加速度大小为：$a_{\mathrm{n}}=\dfrac{v^2}{R+h}$

联立解得：$a_{\mathrm{n}}=\sqrt[3]{\dfrac{16\pi^4 gR^2}{T^4}}$.