1.发射地球同步卫星时，可认为先将卫星发射至距地面高度为$ℎ\_{1}$的圆轨道上，在卫星经过$A$点时点火$($喷气发动机工作$)$实施变轨进入椭圆轨道，椭圆轨道的近地点为$A$，远地点为$B$，在卫星沿椭圆轨道运动至$B$点时再次点火实施变轨，将卫星送入同步轨道$($椭圆轨道的远地点$B$在同步轨道上$)$，如图所示．两次点火过程都使卫星沿轨道切线方向加速，并且点火时间很短．已知地球自转的周期为$T$，地球的半径为$R$，地球表面重力加速度为$g$．

$(1)$求卫星在较低圆轨道上运行接近$A$点时的加速度大小；

$(2)$求卫星同步轨道距地面的高度$ℎ\_{2}$；

$(3)$通过计算比较卫星在圆轨道及同步轨道上的速度大小关系．$($同步轨道的高度用$ℎ\_{2}$表示即可$)$

2.$2018$年$12$月$8$日，我国成功发射探月卫星“嫦娥四号”，该卫星在环月圆轨道绕行$n$圈所用的时间为$t$，月球半径为$R\_{0}$，月球表面处重力加速度为$g\_{0}$．

$(1)$请推导出“嫦娥四号”卫星离月球表面高度$ℎ$的表达式．

$(2)$地球和月球的半径的比值为$\frac{R}{R\_{0}}=4$，表面重力加速度的比值为$\frac{g}{g\_{0}}=6$，试求地球和月球的密度之比．

3.如图所示，半径为$R$的内壁光滑的绝缘的半圆形轨道固定在水平面上，质量为$m$带电荷量为$q$的小球，从轨道右侧$A$点由静止开始释放，$A$点与圆心$O$等高，当小球到达$B$点时，球的速度正好为零，已知角$∠AOB=60^{∘}$，重力加速度为$g$。求：

$(1)$小球的电性；$(2)A$、$B$两点的电势差；$(3)$匀强电场的电场强度大小。

4.如图，三角形$ABC$为等腰三角形，$∠A=∠C=30°$，$AC$长为$\sqrt[ ]{3}m$，空间存在平行于三角形平面的匀强电场。一个电荷量为$q=−6×10^{−6}C$的点电荷从$A$点运动到$C$点，电场力做功为$9×10^{−4}J$，从$C$点运动到$B$点克服电场力做功为$3×10^{−4}J$。求：
$(1)A$、$B$两点间的电势差；$(2)$匀强电场的电场强度。

5.如图所示，电荷量为$−q$、质量为$m$的电子从$A$点沿与电场垂直的方向进入匀强电场，初速度为$v\_{0}$，当它通过电场$B$点时，速度与场强方向成$150°$角，不计电子的重力，求：

$(1)$电子从$B$点射出的速度$v\_{B}$；$(2)A$、$B$两点间的电势差；

6.水平面上有一个竖直放置的部分圆弧轨道，$A$为轨道的最低点，半径$OA$竖直，圆心角$AOB$为$60°$，半径$R=0.8 m$，空间有竖直向下的匀强电场，场强$E=1×10^{4}N/C$。一个质量$m=2 kg$、电荷量$q=−1×10^{−3}C$的带电小球，从轨道左侧与圆心$O$同一高度的$C$点水平抛出，恰好从$B$点沿切线方向进入圆弧轨道，到达最低点$A$时对轨道的压力$F\_{N}=32.5 N$。取$g=10 m/s^{2}$，求：

$(1)$小球抛出时的初速度$v\_{0}$的大小；

$(2)$小球从$B$到$A$的过程中克服摩擦力所做的功$W\_{f}$。

**答案和解析**

1.【答案】解：$(1)$设地球质量为$M$，卫星质量为$m$，引力常量为$G$，卫星在较低圆轨道上运行接近$A$点时的加速度大小为$a.$
卫星在较低圆轨道上运动，由万有引力定律和牛顿第二定律，有：$\frac{GMm}{(R+ℎ\_{1})^{2}}=ma$
由物体在地球表面受到的万有引力等于重力，有：$\frac{GMm}{R^{2}}=mg$
联立解得：$a=(\frac{R}{R+ℎ\_{1}})^{2}g$；

$(2)$已知地球自转的周期为$T$，则同步卫星的周期也为$T$，卫星在同步轨道上运动，
由万有引力定律和牛顿第二定律，有：  $\frac{GMm}{(R+ℎ\_{2})^{2}}=m\frac{4π^{2}}{T^{2}}(R+ℎ\_{2})$
联立解得：$ℎ\_{2}=\sqrt[\begin{matrix}3\end{matrix}]{\frac{gR^{2}T^{2}}{4π^{2}}}−R$；

$(3)$设卫星在圆轨道上运行时的速度大小为$v$ ，在同步轨道上的速度大小$v′$．
根据万有引力提供向心力可得：$\frac{GMm}{(R+ℎ\_{1})^{2}}=m\frac{v^{2}}{R+ℎ\_{1}}$ ，$\frac{GMm}{(R+ℎ\_{2})^{2}}=m\frac{v′^{2}}{R+ℎ\_{2}}$
解得：$v=\sqrt[ ]{\frac{GM}{R+ℎ\_{1}}}$ ，$v′=\sqrt[ ]{\frac{GM}{R+ℎ\_{2}}}$
因为$ℎ\_{2}$大于$ℎ1$，所以$v$大于$v′$
故卫星在较低圆轨道上的速度大于同步轨道上的速度．

【解析】本题考查万有引力定律的应用，在忽略星球自转的情况下，星球表面重力等于万有引力；对于绕星球做匀速圆周运动的卫星，根据万有引力提供向心力，抓住这两条主线，即可解题。

2.【答案】解：

$(1)$由题意知，“嫦娥三号”卫星的周期为$T=\frac{t}{n}$，
由万有引力提供向心力得 $G\frac{M\_{月}m}{(R\_{0}+ℎ)^{2}}=m(R\_{0}+ℎ)(\frac{2π}{T})^{2}$
又$G\frac{M\_{月}m^{′}}{R\_{0}^{2}}=m^{′}g\_{0}$
联立解得$ℎ=\sqrt[\begin{matrix}3\end{matrix}]{\frac{g\_{0}R\_{0}^{2}t^{2}}{4π^{2}n^{2}}}−R\_{0}$．

$(2)$设地球的密度为$ρ$，由$G\frac{M\_{地}m^{′}}{R^{2}}=m^{′}g$，得$GM\_{地}=gR^{2}$
又$ρ=\frac{M\_{地}}{V}=\frac{M\_{地}}{\frac{4}{3}πR^{3}}$
联立解得$ρ=\frac{3g}{4πGR}$
设月球的密度为$ρ\_{1}$，则$\frac{ρ}{ρ\_{1}}=\frac{gR\_{0}}{g\_{0}R}$
将$\frac{R}{R\_{0}}=4$，$\frac{g}{g\_{0}}=6$
代入上式，解得$ρ:ρ\_{1}=3:2$．

【解析】本题考查万有引力定律的应用，知道表面重力与万有引力关系是解题的关键。
$(1)$“嫦娥三号”星绕月球做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力列出等式$.$忽略星球自转的影响，根据万有引力等于重力，列出等式求解．
$(2)$根据密度的公式和已知量表示出密度，再求密度之比．

3.【答案】解：$(1)A\rightarrow B$过程通过动能定理可知电场力做负功，位移与力的方向夹角为钝角，所以小球带正电；
$(2)$对小球从$A$点运动到$B$点过程应用动能定理，有：$qU\_{AB}+mgRsin60^{∘}=0−0$，解得：$U\_{AB}=−\frac{\sqrt[ ]{3}mgR}{2q}$；
$(3)B$、$A$两点在水平方向上的距离为$d=R(1−cos60°)$，根据$U=Ed$得：$E=\frac{U}{d}=\frac{\sqrt[ ]{3}mg}{q}$。

【解析】$(1)$小球从$A$点到$B$点动能变化量为零，重力做正功，所以电场力做负功，通过力的方向确定小球电性；
$(2)$对小球从$A$点运动到$B$点过程应用动能定理，求出$A$、$B$两点的电势差；
$(3)$根据几何关系求出$B$、$A$两点在水平方向上的距离，根据$U=Ed$求出匀强电场的电场强度大小。
考察动能定理的基本应用、带电粒子在电场中的平衡问题，基础题。

4.【答案】解：$(1)$根据题意有：$qU\_{AB}=W\_{AC}+W\_{CB}$
解得：$U\_{AB}=−100V$；
$(2)$根据题意：$qU\_{AC}=W\_{AC}$
解得：$U\_{AC}=−150V$
在$AC$上取一点$D$，使$D$点电势与$B$点电势相等，$BD$为等势线，根据匀强电场电势分布特点可知，$d\_{AD}=2d\_{DC}=\frac{2}{3}d\_{AC}$

由几何关系可知，$ΔABD$是直角三角形，且$d\_{AB}=d\_{AD}cos30°=1m$
$AB⊥BD$，故*AB*方向为电场方向，由于$B$点电势比$A$点电势高，因此电场的方向由$B$指向$A$，
电场强度大小：$E=\frac{U\_{BA}}{d\_{BA}}=\frac{100}{1}V/m=100V/m$。
故电场强度大小为$100V/m$，方向为由$B$指向$A$
答：$(1)A$、$B$两点间的电势差为$−100V$；
$(2)$匀强电场的电场强度为$100V/m$，方向为由$B$指向$A$。

【解析】根据电场力做功公式，求解$AB$点间的电势差；根据电势差关系，寻找等势点，根据电场线与等势线垂直，并结合几何关系，求解电场强度。

5.【答案】解：$(1)$电子垂直进入匀强电场中，做类平抛运动，$B$点的速度$v\_{B}=\frac{v\_{0}}{cos 60​^{∘}}=2v\_{0}$。


$(2)$电子从$A$运动到$B$由动能定理得：$−qU\_{AB}=\frac{1}{2}mv\_{B}^{2}−\frac{1}{2}mv\_{0}^{2}$，
*A*、$B$两点间的电势差$U\_{AB}=\frac{\frac{1}{2}m(2v\_{0})^{2}−\frac{1}{2}mv\_{0}^{2}}{−q}=−\frac{3mv\_{0}^{2}}{2q}$。

【解析】$(1)$电子垂直进入匀强电场中，做类平抛运动，根据$B$点的速度分解结合几何关系求解；
$(2)$从$A$到$B$根据动能定理求解。
本题考查了带电粒子在电场做类平抛运动，根据类平抛运动的规律、动能定理等求解即可。

6.【答案】解：$(1)$小球抛出后从$C$到$B$过程中，做类平抛运动，设竖直方向上加速度为$a$，
则竖直方向有：$mg−\left|q\right|E=ma…①$
设$C$与$B$的高度差为$ℎ$，则有：$ℎ=Rcos60°…②$
设小球到$B$点时竖直分速度为$v\_{y}$，则有：
$$v\_{y}^{ 2}  =2aℎ…③$$

小球在$B$点时，速度方向与水平方向夹角为$60°$，则有：$tan60°=\frac{ v\_{y}}{v\_{0}} …④$
由$①②③④$解得：$v\_{0}=\frac{ 2 \sqrt[ ]{3}}{ 3} m/s$；
$(2)$设小球在$B$点时速度为$v\_{B}$，则有：$sin60°=\frac{ v\_{y}}{v\_{B}} …⑤$
小球由$B$到$A$点做圆周运动，设小球在$A$点速度为$v\_{A}$，则有：$F\_{N}+\left|q\right|E−mg=m \frac{v\_{A}^{2} }{ R}…⑥$
小球从$B$到$A$过程，由动能定理得：$(mg−\left|q\right|E)(R−Rcosθ)−W\_{f}=\frac{1}{2}m v\_{A}^{2}  − \frac{1}{2}m v\_{B}^{2}…⑦$
由$⑤⑥⑦$可解得：$W\_{f}=\frac{ 1 }{3 }J$。

【解析】$(1)$要判断小球水平抛出的初速度，由题意可知小球做类平抛运动，最后恰好从$B$点沿切线方向进入，可根据竖直方向判竖直断末速度，再根据速度的合成与分解即可解得；
$(2)$计算克服摩擦力做功可根据动能定理直接判断。
本题考查带电物体在复合场中的运动。根据带电物体在复合场中的运动规律，应用运动的分解、牛顿运动定律、动能定理列式计算。