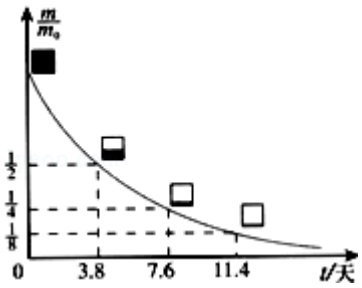
2014 北京西城高三二模

物　　理

一、选择题（共 8 小题，每小题 6 分，满分 48 分）

1.（6 分）放射性同位素衰变的快慢有一定的规律．氡 222 衰变为钋 218 的规律如图所示．纵坐标表示的是任意时刻氡 222 的质量 m 与 t=0 时的质量 m_0 的比值．下列说法正确的是（　　）



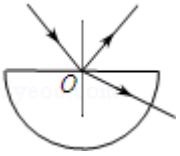
A．氡 222 的半衰期是 7.6 天

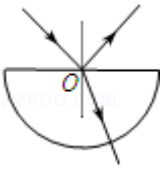
B．氡 222 的半衰期是 3.8 天

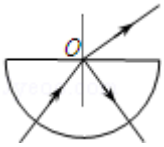
C．若升高温度，氡 222 的半衰期将变长

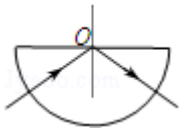
D．若升高温度，氡 222 的半衰期将变短

2.（6 分）如图所示，将一个半圆形玻璃砖置于空气中，当一束单色光入射到玻璃砖的圆心 O 时，下列情况不可能发生的是（　　）

A. 

B. 

C. 

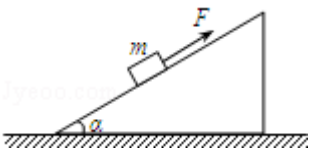
D. 

3.（6 分）如图，一列简谐横波向右传播，质点 a 和 b 的平衡位置相距 0.5m．某时刻质点 a 运动到波峰位置时，质点 b 刚好处于平衡位置向上运动．这列波的波长可能是（　　）



A．1m　　B．2m　　C．0.5m　D．0.67m

4.（6 分）在水平桌面上有一个倾角为 α 的斜面体．一个质量为 m 的物块，在平行于斜面的拉力 F 作用下，沿斜面向上做匀速运动．斜面体始终处于静止状态．已知物块与斜面间的动摩擦因数为 μ，重力加速度为 g．下列结论正确的是（　　）



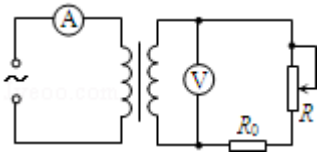
A．斜面对物块的摩擦力大小是 F

B．斜面对物块的摩擦力大小是 μmg

C．桌面对斜面体的摩擦力大小是 0

D．桌面对斜面体的摩擦力大小是 Fcosα

5.（6 分）如图是街头变压器通过降压给用户供电的示意图．变压器的输入电压是市区电网的电压，假设负载变化时输入电压保持不变．输出电压通过输电线输送给用户，两条输电线的总电阻用 R_0 表示，变阻器 R 代表用户用电器的总电阻，当用电器增加时，相当于 R 的值减小．忽略变压器上的能量损失，不计电压表、电流表的内阻对电路的影响．当用户的用电器增加时，下列说法正确的是（　　）



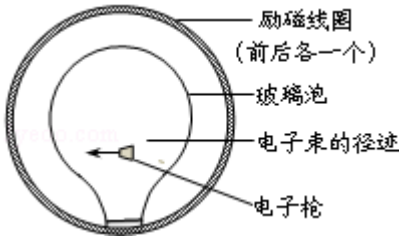
A．电压表读数增大，电流表读数增大

B．电压表读数减小，电流表读数增大

C．电压表读数不变，电流表读数增大

D．电压表读数不变，电流表读数减小

6．（6 分）如图所示，洛伦兹力演示仪由励磁线圈、玻璃泡、电子枪等部分组成．励磁线圈是一对彼此平行的共轴的圆形线圈，它能够在两线圈之间产生匀强磁场．玻璃泡内充有稀薄的气体，电子枪在加速电压下发射电子，电子束通过泡内气体时能够显示出电子运动的径迹．若电子枪垂直磁场方向发射电子，给励磁线圈通电后，能看到电子束的径迹呈圆形．若只增大电子枪的加速电压或励磁线圈中的电流，下列说法正确的是（　　）



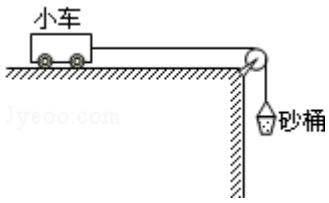
A．增大电子枪的加速电压，电子束的轨道半径不变

B．增大电子枪的加速电压，电子束的轨道半径变小

C．增大励磁线圈中的电流，电子束的轨道半径不变

D．增大励磁线圈中的电流，电子束的轨道半径变小

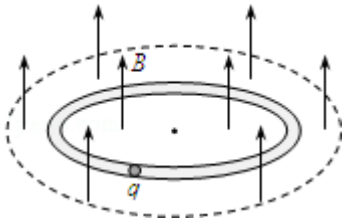
7．（6 分）如图所示，水平桌面上有一小车，装有砂的砂桶通过细绳给小车施加一水平拉力，小车从静止开始做直线运动．保持小车的质量 M 不变，第一次实验中小车在质量为 m_1 的砂和砂桶带动下由静止前进了一段距离 s；第二次实验中小车在质量为 m_2 的砂和砂桶带动下由静止前进了相同的距离 s，其中 $m_1<m_2<M$．两次实验中，绳对小车的拉力分别为 T_1 和 T_2，小车、砂和砂桶系统的机械能变化量分别为 $\triangle E_1$ 和 $\triangle E_2$，若空气阻力和摩擦阻力的大小保持不变，不计绳、滑轮的质量，则下列分析正确的是（　　）



A．$(m_1g-T_1)<(m_2g-T_2)$，$\triangle E_1=\triangle E_2$　B．$(m_1g-T_1)=(m_2g-T_2)$，$\triangle E_1=\triangle E_2$

C．$(m_1g-T_1)<(m_2g-T_2)$，$\triangle E_1<\triangle E_2$　D．$(m_1g-T_1)=(m_2g-T_2)$，$\triangle E_1<\triangle E_2$

8.（6 分）如图所示，在圆柱形区域内存在竖直向上的匀强磁场，磁感应强度的大小 B 随时间 t 的变化关系为 $B=B_0+kt$，其中 B_0、k 为正的常数．在此区域的水平面内固定一个半径为 r 的圆环形内壁光滑的细玻璃管，将一电荷量为 q 的带正电小球在管内由静止释放，不考虑带电小球在运动过程中产生的磁场，则下列说法正确的是（　　）



A．从上往下看，小球将在管内沿顺时针方向运动，转动一周的过程中动能增量为 $2qk\pi r$

B．从上往下看，小球将在管内沿逆时针方向运动，转动一周的过程中动能增量为 $2qk\pi r$

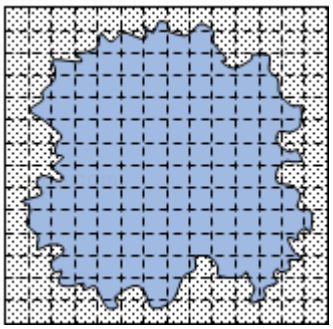
C．从上往下看，小球将在管内沿顺时针方向运动，转动一周的过程中动能增量为 $qk\pi r^2$

D．从上往下看，小球将在管内沿逆时针方向运动，转动一周的过程中动能增量为 $qk\pi r^2$

二、解答题（共 5 小题，满分 72 分）

9．（4 分）在做“用油膜法估测分子的大小”实验时，将 6mL 的油酸溶于酒精中制成 10^4mL 的油酸酒精溶液．用注射器取适量溶液滴入量筒，测得每滴入 75 滴，量筒内的溶液增加 1mL．用注射器把 1 滴这样的溶液滴入表面撒有痱子粉的浅水盘中，把玻璃板盖在浅盘上并描出油酸膜边缘轮廓，如图所示．已知玻璃板上正方形小方格的边长为 1cm，

则油酸膜的面积约为____m^2（保留两位有效数字）．由以上数据，可估算出油酸分子的直径约为____m（保留两位有效数字）．



10．（14 分）几位同学通过实验研究水果电池的电动势和内电阻．他们了解到水果电池的内电阻可能比较大，因此设计了一个如图 1 所示的电路进行测量．图中电压表和电流表的量程分别为 1V 和 0.6mA．

①他们制作了一个苹果电池组进行研究．请将图 2 中的实物按图 1 所示电路图连接成实验所用的电路．

②利用图 1 所示电路，调节滑动变阻器的位置，测量出相应的电流 I 和电压 U，并将电流 I 和相应的电压 U 用“+”标注在如图 4 所示的坐标纸上．其中一组电流和电压读数如图 3 所示，电压表的读数为____ V，电流表的读数为____ mA．

③请将图 3 所示的电流表、电压表的读数也用“+”标注在图 4 的坐标纸上，并画出这个苹果电池组的 U－I 图线．

④根据图 4 的 U－I 图线可求得该电池组的电动势 E=____V（保留三位有效数字），内电阻 r=____Ω（保留三位有效数字）．

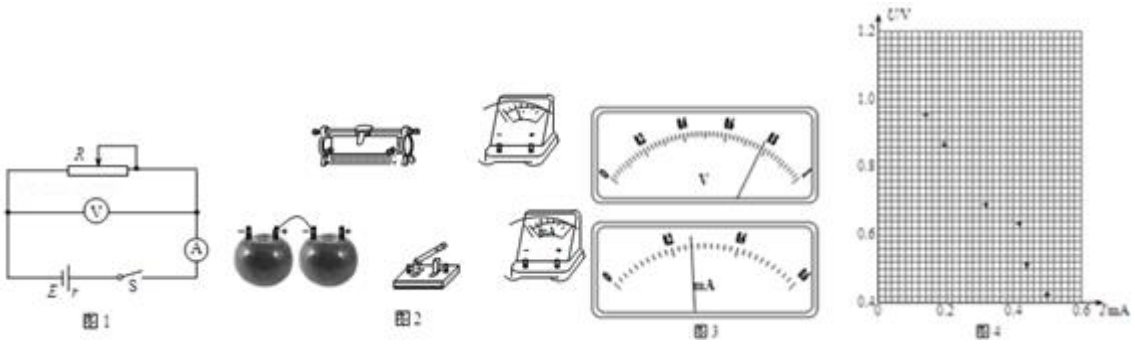
⑤关于该实验的误差，下列说法正确的是____．

A．由于电压表内阻的影响，会使电源内电阻的测量值偏大

B．由于电压表内阻的影响，会使电源内电阻的测量值偏小

C．由于电流表内阻的影响，会使电源内电阻的测量值偏大

D．由于电流表内阻的影响，会使电源内电阻的测量值偏小．

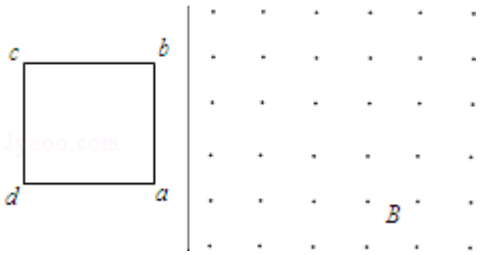


11.（16 分）如图所示，一个匝数 n=100、边长 L=0.1m 的正方形导线框 abcd，以 v=1m/s 的速度向右匀速进入磁感应强度 B=0.5T 的匀强磁场，在运动过程中线框平面始终与磁场垂直，已知线框的总电阻 R=25Ω．求在进入磁场的整个过程中

（1）导线中感应电流的大小；

（2）ab 边所受安培力的大小；

（3）线框中产生的热量.



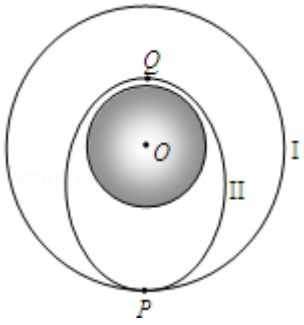
12.（18 分）我国的月球探测计划“嫦娥工程”分为“绕、落、回”三步.“嫦娥三号”的任务是“落”. 2013 年 12 月 2 日，“嫦娥三号”发射，经过中途轨道修正和近月制动之后，“嫦娥三号”探测器进入绕月的圆形轨道 I．12 月 12 日卫星成功变轨，进入远月点 P、近月点 Q 的椭圆形轨道Ⅱ．如图所示．2013 年 12 月 14 日，“嫦娥三号”探测器在 Q 点附近制动，由大功率发动机减速，以抛物线路径下降到距月面 100 米高处进行 30s 悬停避障，之后再缓慢竖直下降到距月面高度仅为数米处，为避免激起更多月尘，关闭发动机，做自由落体运动，落到月球表面.

已知引力常量为 G，月球的质量为 M，月球的半径为 R，“嫦娥三号”在轨道 I 上运动时的质量为 m，P、Q 点距月球表面的高度分别为 h_1、h_2.

（1）求“嫦娥三号”在圆形轨道 I 上运动的速度大小；

（2）已知“嫦娥三号”与月心的距离为 r 时，引力势能为 $E_p=-\frac{GMm}{r}$（取无穷远处引力势能为零），其中 m 为此时“嫦娥三号”的质量．若“嫦娥三号”在轨道 II 上运动的过程中，动能和引力势能相互转化，它们的总量保持不变．已知“嫦娥三号”经过 Q 点的速度大小为 v，请根据能量守恒定律求它经过 P 点时的速度大小；

（3）“嫦娥三号”在 P 点由轨道 I 变为轨道 II 的过程中，发动机沿轨道的切线方向瞬间一次性喷出一部分气体，已知喷出的气体相对喷气后“嫦娥三号”的速度大小为 u，求喷出的气体的质量.



13.（20 分）光电效应和康普顿效应深入地揭示了光的粒子性的一面．前者表明光子具有能量，后者表明光子除了具有能量之外还具有动量．由狭义相对论可知，一定的质量 m 与一定的能量 E 相对应：$E=mc^2$，其中 c 为真空中光速．

（1）已知某单色光的频率为 ν，波长为 λ，该单色光光子的能量 $E=h\nu$，其中 h 为普朗克常量．试借用质子、电子等粒子动量的定义：动量=质量×速度，推导该单色光光子的动量 $p=\frac{h}{\lambda}$．

（2）光照射到物体表面时，如同大量气体分子与器壁的频繁碰撞一样，将产生持续均匀的压力，这种压力会对物体表面产生压强，这就是“光压”，用 I 表示．一台发光功率为 P_0 的激光器发出一束某频率的激光，光束的横截面积为 S．当该激光束垂直照射到某物体表面时，假设光全部被吸收，试写出其在物体表面引起的光压的表达式．

（3）设想利用太阳光的“光压”为探测器提供动力，将太阳系中的探测器送到太阳系以外，这就需要为探测器制作一个很大的光帆，以使太阳光对光帆的压力超过太阳对探测器的引力，不考虑行星对探测器的引力．

一个质量为 m 的探测器，正在朝远离太阳的方向运动．已知引力常量为 G，太阳的质量为 M，太阳单位时间辐射的总能量为 P．设帆面始终与太阳光垂直，且光帆能将太阳光一半反射，一半吸收．试估算该探测器光帆的面积应满足的条件．

参考答案

一、选择题（共 8 小题，每小题 6 分，满分 48 分）

1.【解答】设衰变周期为 T，那么任意时刻 $m=(\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}}m_0$，可见氡 222 的半衰期是 3.8 天．半衰期不受温度的影响．B 正确．

故选：B

2.【解答】A、当光由空气射入半圆形玻璃砖时，折射角应小于入射角，所以这种情况不可能发生．故 A 正确．

B、当光由空气斜射进入半圆形玻璃砖时，既有反射又有折射，折射角一定小于入射角，是可能发生的．故 B 错误．

C、当光由半圆形玻璃砖射入空气时，若入射角小于临界角，既有反射又有折射，是可能发生的．故 C 错误．

D、当光由半圆形玻璃砖射入空气时，若入射角大于临界角，会发生全反射，光线就不能进入空气，这种情况是可能发生的．故 D 错误．

故选：A

3.【解答】据题质点 a 运动到波峰位置时，质点 b 刚好处于平衡位置向上运动，则 ab 间距离与波长的关系为：$x_{ab}=(n+\frac{1}{4})\lambda$，n=0，1，2，3…

则得 $\lambda=\frac{4x_{ab}}{4n+1}=\frac{4\times0.5}{4n+1}=\frac{2}{4n+1}m$

当 n=0 时，$\lambda=2m$；由于 n 是整数，则 λ 不可能等于 1m、0.5m、0.67m，故 B 正确．

故选：B

4.【解答】对 m 受力分析可知，m 受重力、支持力及拉力的作用及摩擦力的作用而处于平衡状态；则在沿斜面方向上有：$F-mg\sin\alpha=f$；故 A 错误；

B、斜面对物块的摩擦力大小是 $f=\mu F_N=\mu mg\cos\alpha$；故 B 错误；

C、对整体受力分析可知，整体受重力、支持力、拉力的作用，因拉力有水平向右的分量，故地面一定对斜面体有向左的摩擦力；大小为 $F\cos\alpha$；故 C 错误；D 正确；

故选：D.

5.【解答】理想变压器的输出电压是由输入电压和匝数比决定的，由于输入电压和匝数比不变，所以副线圈的输出的电压也不变，所以 V 的示数不变；

当用电器增加时，相当于 R 的值减小，电路中的总的电阻减小，所以电流要变大，即副线圈中的电流示数变大，副线圈消耗的功率增大；由于变压器的输入的功率和输出的功率相等，由于副线圈的功率变大了，所以原线圈的输入

的功率也要变大，因为输入的电压不变，所以输入的电流要变大.

故选：C

6.【解答】A、B、根据电子所受洛伦兹力的方向结合安培定则判断出励磁线圈中电流方向是顺时针方向，电子在加速电场中加速，由动能定理有：

$eU=\frac{1}{2}mv_0^2$…①

电子在匀强磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力充当向心力，有：$eBv_0=\frac{mv_0^2}{r}$…②

解得：$r=\frac{mv_0}{eB}=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{e}}$…③

增大电子枪的加速电压，电子束的轨道半径变大．故 AB 错误；

C、D、增大励磁线圈中的电流，电流产生的磁场增强，由③式可得，电子束的轨道半径变小．故 C 错误，D 正确．

故选：D

7.【解答】小车的砂桶用细线相连，故其加速度大小相等，根据牛顿第二定律以整体为研究对象有加速度：

$a=\frac{mg-\mu Mg}{M+m}=\frac{g(1-\mu\frac{M}{m})}{\frac{M}{m}+1}$知，当砂桶的质量 m 增加时加速度 a 增大即 $m_1<m_2$，所以有 $a_1<a_2$，

再以砂和砂桶为研究对象有：$m_1g-T_1=ma_1$，$m_2g-T_2=ma_2$，所以有（m_1g-T_1）＜（m_2g-T_2），则 BD 错误；

根据功能关系知，除重力和弹力外其它力对系统做的功等于系统机械能的变化知，在两种情况下运动，小车所受摩擦力对小车做的功相同，可知两种情况下系统机械能的变化量$\triangle E_1=\triangle E_2$，所以 C 错误，A 正确．

故选：A

8.【解答】由题意可知，如图所示的磁场在均匀增加时，则会产生顺时针方向的涡旋电场，那么正电荷在电场力作用下，做顺时针方向圆周运动，

根据动能定理，转动一周过程中，动能的增量等于电场力做功，则为 $W=qU=q\frac{\triangle B}{\triangle t}\pi r^2=qk\pi r^2$，故 C 正确，ABD 错误，

故选：C.

二、解答题（共 5 小题，满分 72 分）

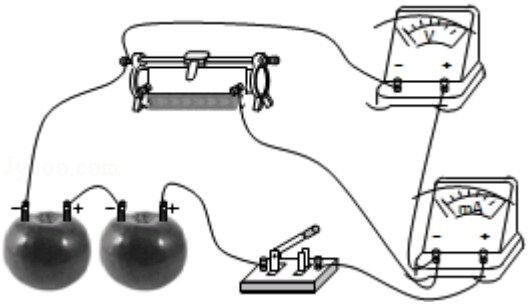
9.【解答】面积超过正方形一半的正方形的个数为 110 个，则油酸膜的面积约为：$S=110\times1cm^2=1.1\times10^{-2}m^2$.

每滴酒精油酸溶液中含有纯油酸的体积：$V=\frac{6}{10^4\times75}mL=8\times10^{-6}mL=8\times10^{-12}m^3$；

把油酸分子看成球形，且不考虑分子间的空隙，因此其直径为：$d=\frac{V}{S}=\frac{8\times10^{-12}}{1.1\times10^{-2}}m=7.3\times10^{-10}m$.

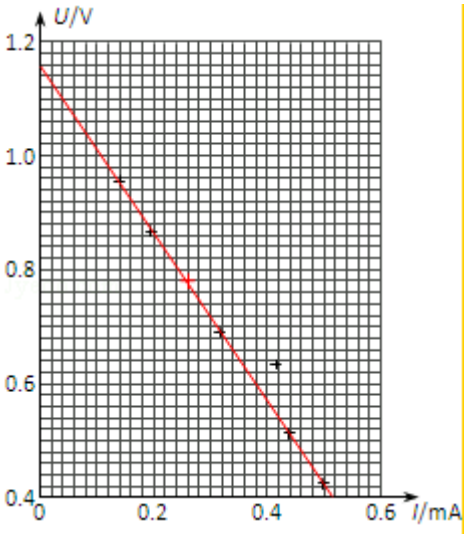
故答案为：1.1×10^{-2}，7.3×10^{-10}.

10.【解答】①根据图 1 所示电路图连接实物电路图，实物电路图如图所示：



②电压表量程为 1V，由图 3 所示电压表可知其分度值为 0.02V，其示数为 0.78V；电流表量程为 0.6mA，由图 3 所示电流表可知，其分度值为 0.02mA，示数为 0.26mA；

③把 U=0.78V，I=0.26A 对应的点描在坐标系内；根据坐标系内描出的点作出图象如图所示：



④由图示 U - I 图象可知，图象与纵轴交点坐标值为 1.16，则电源电动势 E=1.16V，

电源内阻 $r=\frac{\Delta U}{\Delta I}=\frac{1.16-0.4}{0.52\times10^{-3}}\approx1.46\times10^3\Omega$.

⑤由图 1 所示电路图可知，相对于电源来说，电流表采用内接法，由于电流表的分压作用，路端电压的测量值小于真实值，实验所测量的电源内阻阻值是电源内阻与电流表内阻之和，电源内阻测量值大于真实值，故 C 正确，故选 C.

故答案为：①实物电路图如图所示；②0.78；0.26；③图象如图 2 所示；④1.16；1.46×10^3；⑤C.

11.【解答】解：（1）ab 边切割磁感线产生的感应电动势：E=nBLv，

导线中的感应电流：$I=\frac{E}{R}=\frac{nBLv}{R}=\frac{100\times0.5\times0.1\times1}{25}=0.2A$；

（2）ab 边所受安培力：$F_{安}=nBIL=100\times0.5\times0.2\times0.1=1N$；

（3）线框进入磁场的过程中，所用时间：$t=\frac{L}{v}=\frac{0.1}{1}=0.1s$，

产生的热量：$Q=I^2Rt=0.2^2\times25\times0.1=0.1J$；

答：（1）导线中感应电流的大小为 0.2A；

（2）ab 边所受安培力的大小为 1N；

（3）线框中产生的热量为 0.1J.

12.【解答】解：（1）“嫦娥三号”在轨道 I 上做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力有：$G\frac{Mm}{(R+h_1)^2}=m\frac{v_1^2}{R+h_1}$

解得：$v_1=\sqrt{\frac{GM}{R+h_1}}$

（2）“嫦娥三号”在轨道 II 上运动的过程中，由机械能守恒定律可知，P 点的机械能等于 Q 点的机械能，则有：

$-\frac{GMm'}{R+h_1}+\frac{1}{2}m'v_P'^2=-\frac{GMm'}{R+h_2}+\frac{1}{2}m'v^2$

解得：$v_P'=\sqrt{v^2-\frac{2GM}{R+h_2}+\frac{2GM}{R+h_1}}$

（3）设喷出的气体质量为△m，由动量守恒定律有：

$mv_1=(m-\triangle m)v_P'+\triangle m(u+v_P')$

解得：$\triangle m=\frac{v_1-v_P'}{u}m=\frac{\sqrt{\frac{GM}{R+h_1}}-\sqrt{v^2-\frac{2GM}{R+h_2}+\frac{2GM}{R+h_1}}}{u}m$

答：（1）“嫦娥三号”在圆形轨道 I 上运动的速度大小为$\sqrt{\frac{GM}{R+h_1}}$；

（2）“嫦娥三号”经过 P 点时的速度大小为$\sqrt{v^2-\frac{2GM}{R+h_2}+\frac{2GM}{R+h_1}}$；

（3）“嫦娥三号”喷出的气体的质量为$\frac{\sqrt{\frac{GM}{R+h_1}}-\sqrt{v^2-\frac{2GM}{R+h_2}+\frac{2GM}{R+h_1}}}{u}m$.

13.【解答】解：（1）光子的能量：$E=mc^2$

$E=h\nu=h\frac{c}{\lambda}$

光子的动量：p=mc

可得：$p=\frac{E}{c}=\frac{h}{\lambda}$

（2）一小段时间△t 内激光器发射的光子数：$n=\frac{P_0\triangle t}{h\frac{c}{\lambda}}$

光照射物体表面，由动量定理：F△t=np

产生的光压：$I=\frac{F}{S}$

解得：$I=\frac{P_0}{cS}$

（3）由（2）同理可知，当光一半被反射一半被吸收时，产生的光压：$I=\frac{3P}{2cS}$

距太阳为 r 处光帆受到的光压：$I=\frac{3P}{2c\cdot 4\pi r^2}$

太阳光对光帆的压力需超过太阳对探测器的引力：$IS'>G\frac{Mm}{r^2}$

解得：$S'>\frac{8\pi cGMm}{3P}$；

答：（1）推导过程如上所示；

（2）在物体表面引起的光压的表达式 $I=\frac{P_0}{cS}$；

（3）该探测器光帆的面积应满足的条件 $S'>\frac{8\pi cGMm}{3P}$.