物　理

时量:75分钟　　满分:100分

第Ⅰ卷

一、单项选择题(本题共6小题,每小题4分,共24分。每小题给出的四个选项中,只有一个选项是符合题目要求的)

1. 关于光学和热学的一些现象,下列说法正确的是　　(B)

A. 物体被举得越高,其分子势能越大

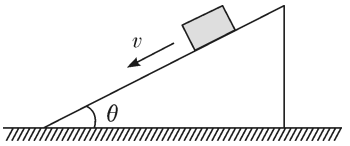
B. 光照射不透明圆盘的阴影中心出现亮斑是光的衍射现象

C. 氘核和氚核的间距达到10^{-10} m就能发生核聚变

D. 一定质量的理想气体放出热量,它的内能不可能增加

【解析】物体被举得越高,其重力势能越大,与分子势能无关,故A错误;光照射不透明圆盘的阴影中心出现亮斑,这是泊松亮斑,是光的衍射现象,故B正确;氘核和氚核的间距达到10^{-15} m才能发生核聚变,故C错误;一定质量的理想气体放出热量,如果同时有外界对它做功,且做功的量大于它放出的热量,它的内能就会增加,故D错误。

2. 如图所示,物块正在沿粗糙的斜面匀速下滑,斜面保持静止状态。在下列几种情况中,物块仍沿斜面下滑,则关于地面对斜面体的摩擦力正确说法是　　(D)



A. 若对物块施加竖直向下的外力,地面对斜面体的摩擦力水平向左

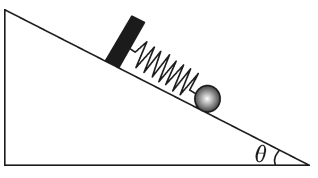
B. 若对物块施加垂直于斜面向下的外力,地面对斜面体的摩擦力水平向左

C. 若对物块施加沿斜面向下的外力,地面对斜面体的摩擦力水平向右

D. 若对物块施加沿斜面向下的外力,地面对斜面体没有摩擦力

【解析】物块沿粗糙的斜面匀速下滑,物块处于平衡状态,斜面体对物块的力竖直向上与重力平衡,物块对斜面体的力竖直向下,地面对斜面体没有摩擦力。若对物块施加竖直向下的外力,相当于物块的重力增加了,物块仍做匀速运动,地面对斜面体的摩擦力仍为零,A错误;若对物块施加沿斜面向下的外力,此时,物块对斜面体的摩擦力与匀速下滑时相等,物块对斜面体的压力与匀速时相等,因此斜面受力没变,地面对斜面体的摩擦力仍为零,C错误,D正确;若对物块施加垂直于斜面向下的外力,把该外力分解为竖直向下的和沿斜面向上的两个分力(两个分力不再相互垂直),两个分力单独作用时,竖直向下的外力不会造成地面对斜面体有摩擦,沿斜面向上的分力只能使物块减速运动,也不会造成地面对斜面体产生摩擦力,两个分力同时作用时,地面对斜面体的摩擦力仍为零,即若对物块施加垂直于斜面向下的外力,地面对斜面体的摩擦力仍为零,B错误。故选D。

3. 如图所示,在倾角为θ的光滑固定斜面上将轻质弹簧一端固定,弹簧下面挂一质量为m的物体,物体在斜面上做振幅为A的简谐运动,当物体振动到最高点时,弹簧正好为原长,弹簧在弹性限度内,重力加速度大小为g,则物体在振动过程中,下列说法正确的是　　(D)



A. 弹簧的最大弹性势能等于 $2mgA$

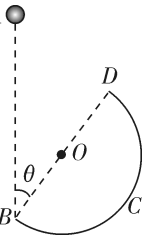
B. 弹簧的弹性势能和物体的动能总和不变

C. 物体在最低点时的加速度大小应为 $2g\sin\theta$

D. 物体在最低点时的弹力大小应为 $2mg\sin\theta$

【解析】因物体振动到最高点时，弹簧正好为原长，此时弹簧的弹力等于零，则有 $mg\sin\theta=F_{回}=kA$，当物体在最低点时，弹簧的弹性势能最大，等于 $2mgA\sin\theta$，A 错误；由能量守恒定律知，弹簧的弹性势能和物体的动能、重力势能三者的总和不变，B 错误；当物体在最低点时，由牛顿第二定律可得 $F_{回}=mg\sin\theta=ma$，$a=g\sin\theta$，C 错误；对物体受力分析可知 $F_{弹}-mg\sin\theta=F_{回}$，解得 $F_{弹}=2mg\sin\theta$，D 正确。故选 D。

4. 如图所示，竖直平面内有半径为 R 的固定光滑半圆环 BCD，AB 在同一竖直线上且与直径 BD 的夹角为 θ，现有一质量为 m 的小球（大小忽略不计）从 A 点静止释放，落到 B 点时可通过一大小忽略不计的拐角与半圆 BCD 平滑相接，认为通过时无能量损失，小球恰好能通过半圆轨道最高点 D，在空中运动一段时间后又恰好落在 B 点，重力加速度大小为 g。下列说法正确的是 （D）



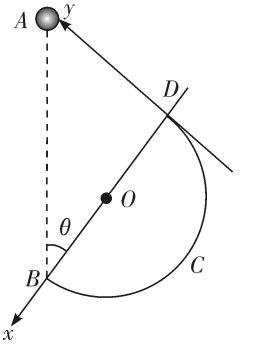
A. $\theta=30°$

B. 从 D 点落到 B 点的时间 $t=\sqrt{\dfrac{2\sqrt{2}R}{g}}$

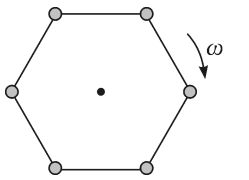
C. 过 D 点的速度大小为 $\sqrt{2\sqrt{2}R}$

D. AB 的长度为 $\dfrac{5\sqrt{2}}{4}R$

【解析】沿 BD 和垂直 BD 方向建立直角坐标系，可以知道从 D 点飞出后 $a_x=g\cos\theta$，$2R=\dfrac{1}{2}a_xt^2$，$a_y=g\sin\theta$，$0=v_Dt-\dfrac{1}{2}a_yt^2$，又因为小球恰好通过 D 点，即 $F_N=0$，有 $mg\cos\theta=\dfrac{mv_D^2}{R}$。联立上式可得 $\theta=45°$，$t=\sqrt{\dfrac{4\sqrt{2}R}{g}}$，$v_D=\sqrt{\dfrac{\sqrt{2}gR}{2}}$；$A$ 到 D 过程中，由动能定理可得 $mg(h-2R\cos\theta)=\dfrac{1}{2}mv_D^2$，所以 $h=\dfrac{5\sqrt{2}R}{4}$，故选 D。



5. 用劲度系数为 k，原长均为 l_0 的符合胡克定律的六根橡皮筋，将六个质量均为 m 的小球连接成正六边形（如图所示），放在光滑水平桌面上。现在使这个系统绕垂直于桌面通过正六边形中心的轴匀速转动。在系统稳定后，观察到正六边形边长变为 $3l_0$，则此时转动的周期为 （B）

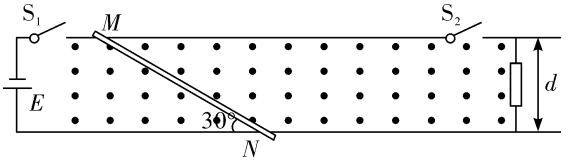


A. $T=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{2k}}$　　B. $T=2\pi\sqrt{\dfrac{3m}{2k}}$　　C. $T=2\pi\sqrt{\dfrac{2m}{k}}$　　D. $T=2\pi\sqrt{\dfrac{2m}{3k}}$

【解析】每根橡皮筋弹力均为 $F=k(3l_0-l_0)=2kl_0$，相邻橡皮筋夹角为 120°，则每个小球的合力为 $2kl_0$，根据牛顿第二定律可得 $k\cdot2l_0=m\dfrac{4\pi^2}{T^2}\times3l_0$，解得 $T=2\pi\sqrt{\dfrac{3m}{2k}}$，故选 B。

6. 如图所示，两条间距为 d 的平行光滑金属导轨（足够长）固定在水平面上，导轨的左端接电动势为 E 的电源，右端接定值电阻，磁感应强度为 B 的匀强磁场垂直于导轨平面竖直向上。两端都足够长的金属棒 MN 斜放在两导轨之间，与导轨的夹角为30°，导线、导轨、金属棒的电阻均忽略

不计，电源的内阻与定值电阻阻值相等。当开关 S_1 断开，开关 S_2 闭合，给金属棒一个沿水平方向与棒垂直的恒定作用力 F_0，经过时间 t_0 金属棒获得最大速度 v_0，定值电阻的最大功率为 P_0，在此过程中金属棒的最大加速度为 a_0，金属棒与导轨始终接触良好，下列说法正确的是　　(C)



A. 金属棒的质量为 $\frac{2F_0}{a_0}$

B. 电源的内阻为 $\frac{2B^2d^2v_0^2}{P_0}$

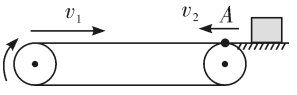
C. $0\sim t_0$ 时间内，流过定值电阻某一横截面的电荷量为 $\frac{F_0}{2Bd}\left(t_0-\frac{v_0}{a_0}\right)$

D. 若开关 S_2 断开，开关 S_1 闭合，则金属棒稳定运行的速度为 $\frac{2E}{Bd}$

【解析】施加外力 F_0 瞬间，加速度最大为 a_0，根据牛顿第二定律有 $F_0=ma_0$，可得 $m=\frac{F_0}{a_0}$，故 A 错误；金属棒获得最大速度 v_0 时处于力的平衡状态，则有 $F_m=F_0$，由法拉第电磁感应定律、欧姆定律及安培力公式有 $E_m=BLv_0$，$I_m=\frac{E_m}{R}$，$F_m=BI_mL$，$P_0=I_m^2R$，结合 $L=\frac{d}{\sin 30^\circ}$，综合解得 $R=\frac{4B^2d^2v_0^2}{P_0}$，故 B 错误；金属棒从静止开始运动的一段时间 t_0，由动量定理可得 $F_0t_0-B\bar{i}Lt_0=mv_0$，结合电流的定义式 $\bar{i}=\frac{q}{t_0}$，综合计算可得 $q=\frac{F_0t_0}{2Bd}-\frac{F_0v_0}{2Bda_0}$，故 C 正确；开关 S_2 断开，开关 S_1 合上，金属棒稳定运行时 $E_{合}=E-E_m=0$，$E_m=BLv_m$。结合 $L=\frac{d}{\sin 30^\circ}$，综合可得 $v_m=\frac{E}{2Bd}$，故 D 错误。故选 C。

二、多项选择题(本题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求，全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分)

7. 如图所示，绷紧的水平传送带足够长，且始终以 $v_1=2$ m/s 的恒定速率顺时针运行。初速度大小为 $v_2=3$ m/s 的小墨块从与传送带等高的光滑水平地面上的 A 处滑上传送带。若从小墨块滑上传送带开始计时，小墨块在传送带上运动 5 s 后与传送带的速度相同，则　　(ABD)



A. 小墨块未与传送带速度相同时，受到的摩擦力方向水平向右

B. 小墨块的加速度大小为 1 m/s^2

C. 小墨块在传送带上的痕迹长度为 4.5 m

D. 小墨块在传送带上的痕迹长度为 12.5 m

【解析】小墨块未与传送带速度相同时，相对传送带向左运动，受到传送带的摩擦力方向水平向右，故 A 正确；小墨块在摩擦力的作用下做匀变速运动，小墨块在传送带上运动 5 s 后与传送带的速度相同，则 $a=\frac{v_1+v_2}{t}=\frac{5}{5}$ m/s^2=1 m/s^2，方向向右，故 B 正确；小墨块向左做匀减速运动时，对小墨块有 $x_1=\frac{v_2^2}{2a}=4.5$ m，小墨块向左减速的过程中，传送带的位移为 $x_2=v_1\cdot\frac{v_2}{a}=6$ m。小墨块向右做

匀加速运动时，对小墨块有 $x_1'=\frac{v_1^2}{2a}=2$ m，对传送带有 $x_2'=v_1\cdot\frac{v_1}{a}=4$ m。小墨块在传送带上的痕迹长度为 $x=(x_1+x_2)+(x_2'-x_1')=12.5$ m，故 C 错误，D 正确。故选 ABD。

8. 随着中国航天科技的飞跃发展，中国宇航员将登上月球。假设宇航员登月后，在月面做了一个自由落体运动的实验，将一小球由静止释放，经过一小段时间 t，小球的速度大小为 v_0，已知月球的第一宇宙速度大小为 nv_0，引力常量为 G，一探测器在离月面的高度为月球半径 $\frac{5}{4}$ 倍的轨道上绕月球做匀速圆周运动，下列说法正确的是 (BD)

A. 月面的重力加速度大小为 $\frac{2v_0}{t}$

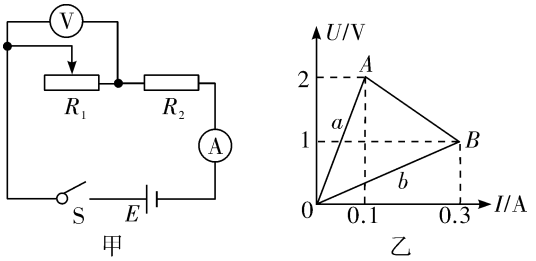
B. 探测器的线速度大小为 $\frac{2nv_0}{3}$

C. 月球的半径为 $2n^2v_0t$

D. 月球的密度为 $\rho=\frac{3}{4\pi Gn^2t^2}$

【解析】小球由静止释放，经过一小段时间 t，小球的速度大小为 v_0，则有 $v_0=g_0t$，解得 $g_0=\frac{v_0}{t}$，故 A 错误；月球的第一宇宙速度大小为 nv_0，则有 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{(nv_0)^2}{R}$，$G\frac{Mm}{R^2}=mg_0$，结合上述解得 $R=n^2v_0t$，故 C 错误；探测器在离月面的高度为月球半径 $\frac{5}{4}$ 倍的轨道上绕月球做匀速圆周运动，则有 $G\frac{Mm}{\left(R+\frac{5}{4}R\right)^2}=m\frac{v^2}{R+\frac{5}{4}R}$，解得 $v=\frac{2nv_0}{3}$，故 B 正确；月球的密度 $\rho=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$，结合上述解得 $\rho=\frac{3}{4\pi Gn^2t^2}$，故 D 正确。故选 BD。

9. 在图甲的电路中，R_1 是可变电阻，$R_2=3\ \Omega$ 的定值电阻，电源有内阻。调节 R_1 的阻值，得到理想电压表和理想电流表的多组数据，用这些数据在坐标纸上描点、拟合，作出的 $U-I$ 图像如图乙中 AB 所示。则 (CD)



甲　　乙

A. 图线 a 的斜率表示通过 R_1 的电流为 0.1 A 时，R_1 的有效电阻为 10 Ω

B. 图线 AB 斜率的绝对值表示电源内阻

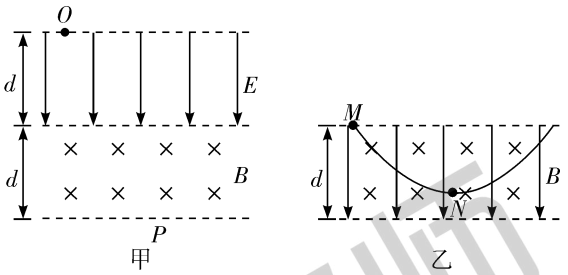
C. R_1 变化时，R_2 的消耗的最大功率是 0.75 W

D. 电流为 0.3 A 时，电源的输出效率为 76%

【解析】电压表测量的是 R_1 两端电压，电流表测量干路电流，因此图线 a 的斜率表示 R_1 的电阻 $R=\frac{U}{I}=\frac{2\text{ V}}{0.1\text{ A}}=20\ \Omega$，故 A 错误；根据图甲可得 $E=U+I(R_2+r)$，故 $U=E-I(R_2+r)$，得 $U-I$ 图像斜率 $k=R_2+r=\frac{2-1}{0.3-0.1}\ \Omega=5\ \Omega$，又 $R_2=3\ \Omega$，故 $r=2\ \Omega$，故 $U=E-5I$，代入 $I=0.1$ A，$U=2$ V，

有 $2=E-5\times0.1$，$E=2.5$ V，因此图线 AB 斜率的绝对值表示电源内阻和 R_2 之和，故 B 错误；根据 $P_{R_2}=I^2R_2=3I^2=3\left(\frac{E}{R_1+R_2+r}\right)^2=3\left(\frac{E}{R_1+5}\right)^2$，知 $R_1=0$ 时，可得 $(P_{R_2})_{max}=\left(\frac{2.5}{5}\right)^2\times3$ W $=0.75$ W，故 C 正确；电源的输出效率为 $\eta=\frac{P_{出}}{P_{总}}\times100\%=\frac{(E-Ir)I}{EI}\times100\%$，电流为 0.3 A 时 $\eta=\frac{E-Ir}{E}\times100\%=\left(1-\frac{0.3\times2}{2.5}\right)\times100\%=76\%$，故 D 正确；故选 CD。

10. 现代科学仪器中常利用电、磁场控制带电粒子的运动。如图甲所示，纸面内存在上、下宽度均为 d 的匀强电场与匀强磁场。电场强度大小为 E，方向竖直向下；磁感应强度大小为 B，方向垂直纸面向里。现有一质量为 m、电荷量为 q 的带正电粒子（不计重力）从电场的上边界的 O 点由静止释放，运动到磁场的下边界的 P 点时正好与下边界相切。若把电场下移至磁场所在区域，如图乙所示，重新让粒子从上边界 M 点由静止释放，经过一段时间粒子第一次到达最低点 N，下列说法正确的是 （AC）



A. 匀强磁场 B 的大小为 $\sqrt{\frac{2Em}{qd}}$

B. 粒子从 O 点运动到 P 点的时间为 $\frac{(\pi+2)m}{qB}$

C. 粒子经过 N 点时速度大小为 $\frac{Bqd}{m}$

D. MN 两点的竖直距离为 $\frac{3}{4}d$

【解析】设粒子在磁场中的速率为 v，运动半径为 R，对在电场中的运动过程由动能定理得 $qEd=\frac{1}{2}mv^2$，在磁场中运动过程由洛伦兹力充当向心力得 $qvB=m\frac{v^2}{R}$，粒子在磁场中的运动轨迹为半个圆周，可知运动的半径为 $R=d$，解得 $B=\sqrt{\frac{2Em}{qd}}$，故 A 正确；粒子在电场中的运动时间为 $t_1=\frac{d}{\frac{v}{2}}=\frac{2m}{qB}$，在磁场中的运动时间为 $t_2=\frac{1}{4}\times\frac{2\pi m}{qB}=\frac{\pi m}{2qB}$，粒子从 O 运动到 P 的时间为 $t=t_1+t_2=\frac{(\pi+4)m}{2qB}$，故 B 错误；将粒子从 M 到 N 的过程中某时刻的速度分解为水平向右和竖直向下的分量，分别为 v_x、v_y，再把粒子受到的洛伦兹力分别沿水平方向和竖直方向分解，两个洛伦兹力分量分别为 $f_x=qBv_y$，$f_y=qBv_x$，设粒子在最低点 N 的速度大小为 v_1，MN 的竖直距离为 y。以向右为正方向，水平方向上由动量定理可得 $mv_1-0=\sum qBv_y\Delta t=qBy$，由动能定理得 $qEy=\frac{1}{2}mv_1^2-0$，解得 $v_1=\frac{qBd}{m}$，$y=d$，故 C 正确，D 错误。故选 AC。

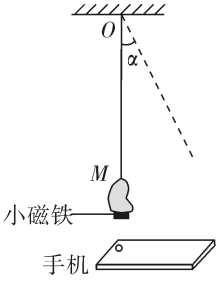
第Ⅰ卷答题卡

题　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答　案	B	D	D	D	B	C	ABD	BD	CD	AC

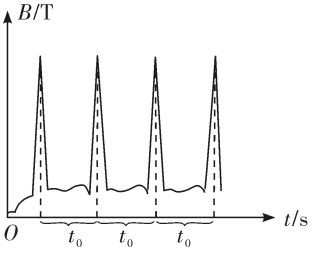
第Ⅱ卷

三、非选择题(本题共 5 个小题,共 56 分)

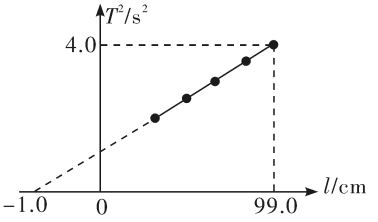
11.(6 分,每空 2 分)某同学用如图甲所示装置测当地的重力加速度。用细线拴一块形状不规则的铁块并悬挂,铁块下面吸一小块磁铁,手机放在悬点 O 正下方桌面上,打开手机的磁传感器。(地磁场和手机对铁块的运动影响很小,可忽略不计)



甲



乙



丙

(1)用毫米刻度尺测量摆线长度 l,使铁块在竖直面内做小角度摆动,手机的磁传感器记录接收到的磁感应强度随时间变化的图像如图乙所示,则铁块摆动的周期 $T=$ ＿$2t_0$＿。

(2)多次改变摆线的长度,重复实验,得到多组摆线长度 l 及铁块摆动的周期 T,作出的 T^2-l 图像如图丙所示,根据图丙可得重力加速度的测量值为 ＿9.86＿ m/s^2。(π 取 3.14,计算结果保留 3 位有效数字)

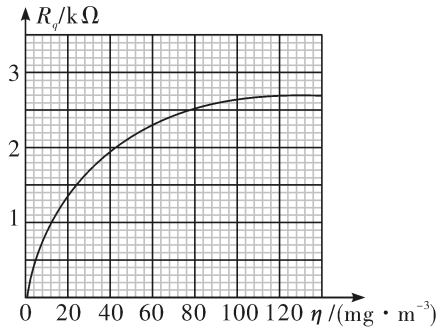
(3)图像不过原点对重力加速度的测量 ＿没有＿ (填“有”或“没有”)影响。

【解析】(1)由图像可知,铁块摆动的周期 $T=2t_0$

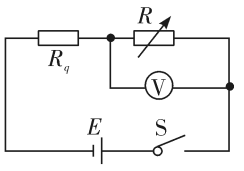
(2)设铁块和磁铁整体重心到细线下端距离为 r,根据周期公式 $T=2\pi\sqrt{\dfrac{l+r}{g}}$,可得 $T^2=\dfrac{4\pi^2}{g}l+\dfrac{4\pi^2 r}{g}$,故该图像的斜率为 $k=\dfrac{4\pi^2}{g}=\dfrac{4.0}{99.0-(-1.0)}\times10^2=4$,解得重力加速度的测量值为 $g\approx9.86\ m/s^2$

(3)根据上面分析可知图像不过原点对图像的斜率无影响,则对重力加速度的测量没有影响。

12.(10 分,每空 2 分)“围炉煮茶”是近几年广受追捧的休闲项目,曾有媒体报道了多起围炉煮茶时的一氧化碳中毒事故。某学习小组想设计一款“一氧化碳报警器”,经查阅资料,发现当人体所处环境中的一氧化碳浓度超过 60 mg/m^3 时,便容易发生一氧化碳中毒。该小组同学购买了一款气敏电阻,其产品说明书中提供了该气敏电阻的阻值 R_q 随一氧化碳浓度 η 变化的关系图像,如图甲所示。



甲



乙

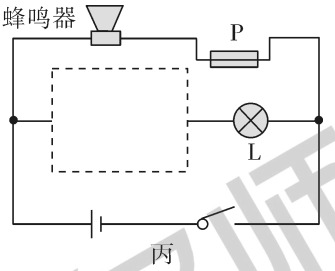
(1)该小组同学将一量程为“0～6 V”的理想电压表的表盘上“0～1 V”的区域涂成红色，并将其和气敏电阻 R_q、直流电源(电动势 $E=4$ V，内阻不计)、调好阻值的电阻箱 R、开关 S 一起按照图乙所示电路连接起来，然后将整个电路置于密闭容器中，缓慢充入一氧化碳气体。

①随着一氧化碳浓度的增加，电压表的示数逐渐__减小__(选填“增大”或“减小”)；

②当一氧化碳浓度为 60 mg/m^3 时，电压表指针恰好指到表盘红色区的右边缘(即 1 V 处)，则调好的电阻箱 R 的阻值为__767__Ω(保留三位有效数字)；

③若要使一氧化碳浓度更低时，电压表指针就指到红色区，应将电阻箱 R 的阻值适当__调小__(选填“调大”或“调小”)。

(2)为了使报警效果更好，该小组同学去掉了电压表，改用绿色灯泡指示灯 L、蜂鸣报警器和光控开关 P，并设计了如图丙所示电路(其中气敏电阻 R_q 和电阻箱 R 未画出)。已知灯泡 L 电阻为 15 Ω，当其两端的电压达到 1.0 V 及以上时才会发光，光控开关 P 正对灯泡 L，有光照时开关断开，无光照时开关接通。要实现“当一氧化碳浓度小于 60 mg/m^3 时灯泡 L 亮，当一氧化碳浓度达到60 mg/m^3 及以上时灯泡 L 灭、蜂鸣器报警”的功能：



丙

①请补全图丙中所示电路图；

__见解析图__

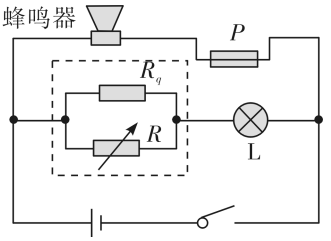
②电阻箱 R 的阻值应调为__45.9__Ω(保留三位有效数字)。

【解析】(1)①随着一氧化碳浓度增加，R_q 变大，由闭合电路欧姆定律知，干路电流变小，电压表示数逐渐减小。

②当一氧化碳浓度为 60 mg/m^3 时，由图甲知，气敏电阻 $R_q=2.3\times10^3$ Ω，此时电阻箱 R 两端的电压 $U=1$ V，电源电动势 $E=4$ V(内阻不计)，故 $\frac{R}{R_q}=\frac{U}{E-U}=\frac{1}{3}$，可得电阻箱的阻值 $R=\frac{R_q}{3}\approx767$ Ω

③当一氧化碳浓度更低时，R_q 更小，要求此时电阻箱两端的电压仍为 1 V，则仍有 $R=\frac{R_q}{3}$，故 R 应变小，即需要调小电阻箱的阻值。

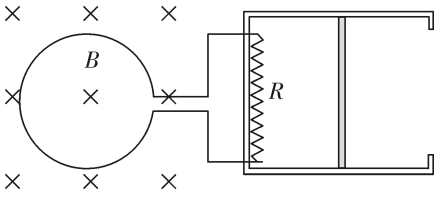
(2)①当灯泡 L 两端的电压小于或等于 1 V 时，灯泡 L 不发光，光控开关 P 接通，蜂鸣报警器报警，此时虚线框两端的电压大于或等于 3 V，虚线框内的等效电阻 $R'\geqslant3R_L=45$ Ω，当一氧化碳浓度为 60 mg/m^3 时，气敏电阻 $R_q=2.3\times10^3$ Ω，因此需要将气敏电阻 R_q 与电阻箱 R 并联，补充电路图如图所示。



②当一氧化碳浓度为 60 mg/m^3 时，虚线框内的并联总电阻 $R'=45$ Ω，由 $\frac{1}{R'}=\frac{1}{R}+\frac{1}{R_q}$，可得 $R\approx45.9$ Ω

13.(10 分)如图，圆形线圈的匝数 $n=200$，面积 $S=0.3$ m^2，处在垂直于纸面向里的匀强磁场中，磁感应强度大小 B 随时间 t 变化的规律为 $B=0.05t$(T)，回路中接有阻值为 $R=5$ Ω 的电热丝，线圈的总电阻 $r=1$ Ω。电热丝密封在体积为 $V=1\times10^{-3}$ m^3 的长方体绝热容器内，容器缸口

处有卡环。容器内有一不计质量的活塞，活塞与汽缸内壁无摩擦且不漏气，活塞左侧封闭一定质量的理想气体，起始时活塞处于容器中间位置，外界大气压强始终为 $p_0=1\times10^5$ Pa，接通电路开始缓慢对气体加热，加热前气体温度为 T_0。



(1)求流过电热丝的电流；

(2)开始通电活塞缓慢运动，刚到达卡环时，汽缸内气体的内能增加了 100 J，若电热丝产生的热量全部被气体吸收，求此时汽缸内气体的温度及电热丝的通电时间。

【答案】(1)0.5 A　(2)$2T_0$　120 s

【解析】(1)根据法拉第电磁感应定律可得电动势为 $E=n\dfrac{\Delta B}{\Delta t}S=200\times0.05\times0.3$ V$=3$ V ……

…… (2 分)

根据闭合电路欧姆定律可得流过电热丝的电流为 $I=\dfrac{E}{R+r}=\dfrac{3}{5+1}$ A$=0.5$ A …… (2 分)

(2)开始通电活塞缓慢运动，刚到达卡环时，密封气体做等压变化，根据盖—吕萨克定律可得

$\dfrac{\frac{1}{2}V}{T_0}=\dfrac{V}{T}$ …… (1 分)

解得此时汽缸内气体的温度为 $T=2T_0$ …… (1 分)

此过程气体对外界做功为 $W=p_0\Delta V=p_0\cdot\dfrac{1}{2}V=1\times10^5\times\dfrac{1}{2}\times1\times10^{-3}$ J$=50$ J …… (1 分)

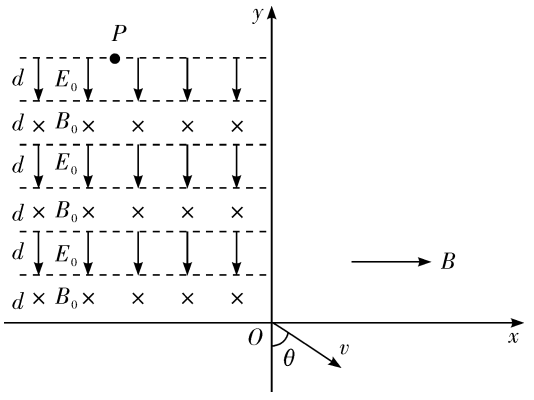
汽缸内气体的内能增加了 100 J，根据热力学第一定律可得 $\Delta U=-W+Q$ …… (1 分)

可得气体吸收热量为 $Q=150$ J

根据焦耳定律可得 $Q=I^2Rt$ …… (1 分)

可得电热丝的通电时间为 $t=\dfrac{Q}{I^2R}=\dfrac{150}{0.5^2\times5}$ s$=120$ s …… (1 分)

14.(14 分)如图所示，在真空中的坐标系中，第二象限内有边界互相平行且宽度均为 d 的六个区域，交替分布着方向竖直向下的匀强电场和方向垂直纸面向里的匀强磁场，调节电场强度和磁感应强度大小，可以控制飞出的带电粒子的速度大小及方向。现将质量为 m、电荷量为 q 的带正电粒子在边界 P 处由静止释放，粒子恰好以速度大小为 v 且与 y 轴负方向的夹角为 $\theta=53^\circ$ 从坐标原点进入 $x>0$ 区域，在 $x>0$ 的区域内存在磁感应强度大小为 $\dfrac{mv}{qd}$、方向沿 x 轴正方向的匀强磁场 B，不计粒子重力。已知 $\sin53^\circ=0.8$，$\cos53^\circ=0.6$，求：



(1)第二象限中电场强度大小 E_0 和磁感应强度大小 B_0；

(2)粒子在 $x>0$ 的区域运动过程中，距离 x 轴的最大距离；

(3)粒子在 $x>0$ 的区域运动过程中，粒子每次经过 x 轴时的横坐标。

【答案】(1)$\frac{mv^2}{6qd}$　$\frac{4mv}{15qd}$　(2)$\frac{6}{5}d$　(3)$x=\frac{8}{5}\pi nd(n=1,2,3\cdots)$

【解析】(1)粒子从 P 点到 O 点的过程中，只有电场力做功，洛伦兹力不做功，则由动能定理可得

$3qE_0d=\frac{1}{2}mv^2$ ……（1 分）

解得第二象限中电场强度大小 $E_0=\frac{mv^2}{6qd}$ ……（1 分）

粒子在经过磁场时水平方向上由动量定理 $\sum qB_0v_yt=m\Delta v_x$ ……（1 分）

即 $qB_0\times 3d=mv\sin 53^\circ$

解得磁感应强度大小为 $B_0=\frac{4mv}{15qd}$ ……（2 分）

(2)粒子经过 O 点时，沿 y 轴负方向的分速度大小为 $v_y=v\cos\theta$，沿 x 轴正方向的分速度大小为 $v_x=v\sin\theta$ ……（1 分）

沿 y 轴负方向的分速度 v_y 使粒子在垂直纸面的平面内做匀速圆周运动，由洛伦兹力提供向心力可知 $qv_yB=m\frac{v_y^2}{r}$ ……（1 分）

代入解得 $r=\frac{3}{5}d$

粒子做圆周运动距 x 轴的最大距离为 $L=2r=\frac{6}{5}d$ ……（2 分）

(3)粒子在 $x>0$ 的区域内做圆周运动的周期为 $T=\frac{2\pi m}{qB}=\frac{2\pi d}{v}$ ……（1 分）

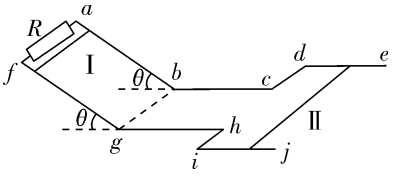
粒子在 $x>0$ 的区域内沿 x 轴方向做匀速直线运动，粒子在一个周期内沿 x 轴正方向运动的距离为 $\Delta x=v_xT$ ……（1 分）

粒子在 $x>0$ 的区域内每次经过 x 轴时的横坐标为 $x=n\cdot\Delta x(n=1,2,3\cdots)$ ……（1 分）

解得粒子在 $x>0$ 的区域运动过程中，粒子每次经过 x 轴时的横坐标为 $x=\frac{8}{5}\pi nd(n=1,2,3\cdots)$

……（2 分）

15.(16 分)如图所示，固定的平行光滑的金属导轨由倾斜部分和水平部分组成，倾斜导轨与水平导轨由两小段光滑绝缘圆弧(长度可忽略)相连，倾斜部分由倾角为 θ、间距为 l 的导轨 ab、fg 构成，水平部分由两段足够长但不等宽的平行金属导轨构成，bc、gh 段间距为 l，de、ij 段间距为 $2l$，导轨的 a、f 之间接有阻值为 R 的定值电阻。倾斜导轨处于垂直导轨平面向上的匀强磁场中，磁感应强度大小为 $2B$，水平导轨处于竖直向上的匀强磁场中，磁感应强度大小为 B(磁场方向均未画出)。导体棒Ⅱ静止于 de、ij 段，导体棒Ⅰ从倾斜导轨上与 bg 相距为 L 处由静止释放，到达 bg 前速度已达到最大。导体棒Ⅰ、Ⅱ的质量均为 m，电阻均为 R，两导体棒运动过程中始终与导轨垂直且接触良好，重力加速度为 g，导轨电阻和空气阻力均可忽略不计。求：



(1)导体棒Ⅰ到达 bg 时的速度大小；

(2)导体棒Ⅰ在水平导轨上运动的过程中，导体棒Ⅰ、Ⅱ达到稳定前，两导体棒和导轨围成的回路面积的改变量大小；

(3)整个运动过程中，导体棒Ⅰ上产生的焦耳热。

【答案】(1)$\frac{mgR\sin\theta}{2B^2l^2}$　(2)$\frac{m^2gR^2\sin\theta}{5B^4l^3}$　(3)$\frac{mgL\sin\theta}{2}-\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{20B^4l^4}$

【解析】(1)由题意知导体棒Ⅰ从到达 bg 前速度已达到最大，由平衡条件可得

$mg\sin\theta=2BIl$ ……（1分）

又 $I=\frac{2Blv_m}{2R}$ ……（1分）

联立解得 $v_m=\frac{mgR\sin\theta}{2B^2l^2}$ ……（2分）

(2)稳定时，两导体棒两端的感应电动势相等，则有

$Blv_1=B\cdot 2lv_2$ ……（1分）

解得：$v_1=2v_2$

对两棒分别由动量定理得

$-B\bar{I}lt=mv_1-mv_m$ ……（1分）

$B\bar{I}\cdot 2lt=mv_2$ ……（1分）

联立解得：$v_1=\frac{4}{5}v_m$，$v_2=\frac{2}{5}v_m$

又 $q=\bar{I}t$ ……（1分）

解得 $q=\frac{mv_m}{5Bl}$

又　$q=\frac{B\cdot\Delta S}{2R}$ ……（1分）

解得：$\Delta S=\frac{m^2gR^2\sin\theta}{5B^4l^3}$ ……（1分）

(3)设导体棒Ⅰ在倾斜导轨上产生的焦耳热为 Q_1，导体棒Ⅰ在倾斜导轨运动过程由能量守恒得

$mgL\sin\theta=2Q_1+\frac{1}{2}mv_m^2$ ……（1分）

解得：$Q_1=\frac{mgL\sin\theta}{2}-\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{16B^4l^4}$

设导体棒Ⅰ在水平导轨上产生的焦耳热为 Q_2，根据能量守恒得

$\frac{1}{2}mv_m^2=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}mv_2^2+2Q_2$ ……（1分）

解得：$Q_2=\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{80B^4l^4}$

整个运动过程中，导体棒Ⅰ上产生的焦耳热：

$Q=Q_1+Q_2$ ……（1分）

解得：$Q=\frac{mgL\sin\theta}{2}-\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{20B^4l^4}$ ……（3分）

问师 WENMS.COM