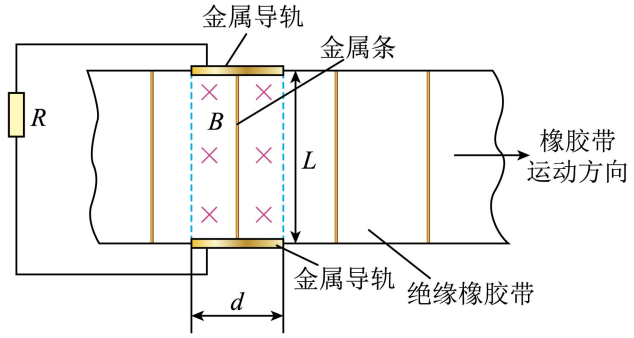
2025 北京高三一模物理汇编
第二道计算题

一、解答题

1.（2025 北京房山高三一模）如图所示为某种可测速跑步机的原理图。该机底面固定着两平行金属导轨，导轨间充满匀强磁场，且通过导线与定值电阻相连。跑步机的绝缘橡胶带上镀有平行细金属条，金属条与导轨垂直。橡胶带运动时，磁场中始终只有一根金属条与两金属导轨接通。已知导轨间距为 L，长度为 d。磁感应强度为 B，方向垂直于纸面向里。定值电阻阻值为 R，每根细金属条的电阻为 r，橡胶带以速度 v 匀速运动。

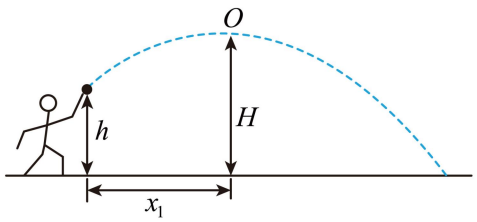


(1)求通过定值电阻的电流大小 I。

(2)求每根金属条穿过磁场的过程中，所受安培力对其做的功 W。

(3)某人在跑步机上锻炼，先后以 v_1、v_2 两种速度使跑步机匀速运动，且 $v_1 < v_2$。若两次运动过程中，跑步机上显示的里程均为 s。请你通过分析比较两次运动过程中定值电阻 R 中产生焦耳热的大小。

2.（2025 北京石景山高三一模）如图所示，某同学从离水平地面高度为 h 处将铅球投出，铅球运动的最高点 O 距地面高度为 H，距抛出点水平距离为 x_1，铅球质量为 m，重力加速度为 g，忽略空气阻力。求：

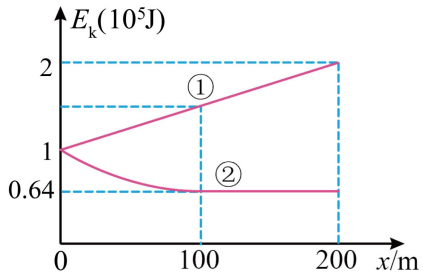


(1)铅球运动到最高点 O 时的速度大小 v_1；

(2)铅球从被抛出到落地的过程中所受重力冲量的大小 I；

(3)该同学将铅球投出时铅球的动能 E_k。

3.（2025 北京丰台高三一模）“能回收”装置可使电动车在减速或下坡过程中把机械能转化为电能。质量 $m=2\times10^3$kg 的电动车以 $E_{k0}=1\times10^5$J 的初动能沿平直斜坡向下运动。第一次关闭电动机，电动车自由滑行，动能位移关系如图线①所示；第二次关闭电动机的同时，开启电磁制动的“能量回收”装置。电动车动能位移关系如图线②所示，行驶 200m 的过程中，回收了 $E_{电}=1.088\times10^4$J 的电能。求：



(1)图线①所对应的过程，电动车所受合力 $F_{合}$的大小；

(2)图线②所对应的过程中，电动车行驶到 150m 处受到的电磁制动力 F 及其功率 P；

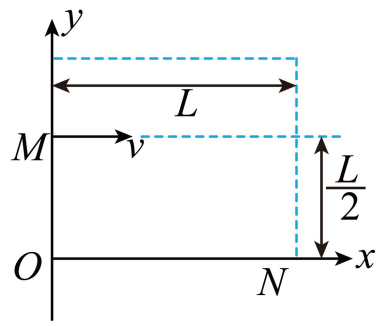
(3)图线②所对应的全过程，机械能转化为电能的效率η。

4.（2025 北京延庆高三一模）如图所示，在 xOy 坐标系第一象限的矩形区域内存在垂直于纸面的匀强磁场。一带正电的粒子在 M 点以垂直于 y 轴的方向射入磁场，并从另一侧边界的 N 点射出。已知带电粒子质量为 m，电荷量为 q，入射速度为 v，矩形区域的长度为 L，MN 沿 y 轴方向上的距离为$\frac{L}{2}$。不计重力。

（1）画出带电粒子在磁场区域内运动的轨迹，并求轨迹的半径 r；

（2）判断磁场的方向，并求磁场的磁感应强度的大小 B；

（3）将矩形区域内的磁场换为平行于 y 轴方向的匀强电场，使该粒子以相同的速度从 M 点入射后仍能从 N 点射出。通过计算说明，该粒子由 N 点射出磁场和电场时的速度方向是否相同。



5.（2025 北京顺义高三一模）如图 1 所示，MN、PQ 为两根水平放置相距 $L=1.0\text{m}$ 平行且光滑的金属导轨，PM 两点间接阻值 $R=2.0\Omega$ 的定值电阻，一导体棒放置在导轨上，与导轨垂直且接触良好。$t=0$ 时刻给导体棒施加 $F=2.0\text{N}$ 水平向右的恒力，导体棒从静止开始运动，$t=2.0\text{s}$ 时导体棒的速度 $v=2.0\text{m/s}$。已知匀强磁场的磁感应强度 $B=1.0\text{T}$，方向竖直向上，导体棒的质量 $m=0.2\text{kg}$，不计导轨、导体棒的电阻，重力加速度 g 取 10m/s^2。则在导体棒向右运动的过程中，求：

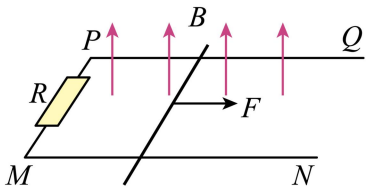


图1

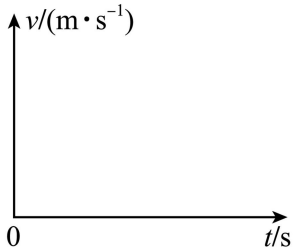


图2

(1)$t=2.0\text{s}$ 时导体棒切割磁感线产生的感应电动势的大小 E；

(2)$t=2.0\text{s}$ 时导体棒的加速度大小 a，并在图 2 中定性画出导体棒运动过程的速度 v 随时间 t 变化的图像；

(3)0 至 2.0s 时间内导体棒通过的位移大小 x。

6.（2025 北京大兴高三一模）如图 1 所示，两平行金属板 A、B 间电势差为 U_1，带电量为 q、质量为 m 的带电粒子，由静止开始从极板 A 出发，经电场加速后射出，沿金属板 C、D 的中心轴线进入偏转电压为 U_2 的偏转电场，最终从极板 C 的右边缘射出。偏转电场可看作匀强电场，板间距为 d。忽略重力的影响。

（1）求带电粒子进入偏转电场时速度的大小 v。

（2）求带电粒子离开偏转电场时动量的大小 p。

（3）以带电粒子进入偏转电场时的位置为原点、以平行于板面的中心轴线为 x 轴建立平面直角坐标系 xOy，如图 2 所示。写出该带电粒子在偏转电场中的轨迹方程。

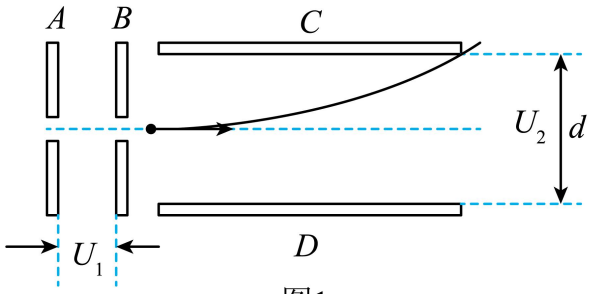


图1

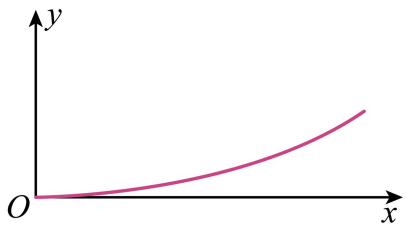
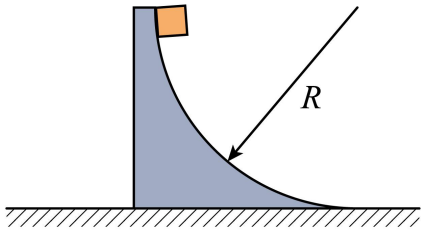


图2

7.（2025 北京朝阳高三一模）如图所示，半径为 R 的四分之一圆弧轨道顶端放置一个光滑物块，物块可视为质点，物块与圆弧轨道的质量均为 m。已知重力加速度为 g。



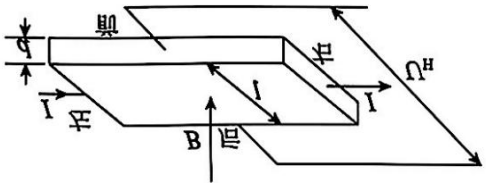
(1)圆弧轨道固定在水平面上，由静止释放物块，求：

a．物块滑到轨道底端时速度的大小 v；

b．物块滑到轨道底端的过程中受到的冲量。

(2)轨道放在光滑水平面上，同时释放轨道和物块，求物块滑到轨道底端时速度的大小 v'。

8.（2025 北京东城高三一模）如图所示，将一金属或半导体薄片垂直磁场放置，在薄片的左右两个侧面间通入电流，前后两个侧面间产生电势差(霍尔电压)，这一现象称为霍尔效应。



(1)设图中薄片为某 N 型半导体(自由电子导电)，其宽度为 l、厚度为 d，单位体积内的自由电子个数为 n，电子所带电荷量为 e，电流大小为 I，磁感应强度大小为 B。

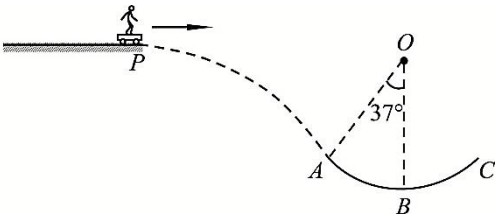
a.判断图中前后侧面电势的高低；

b.推导霍尔电压U_H的表达式。

(2)实际上，霍尔电压很小，不易测量。已知金属导体中单位体积的自由电子数约 10^{22}~10^{23}个/cm³,半导体材

料中单位体积的导电粒子数约 10^{15}~10^{20}个/cm³,请说明为什么选用半导体材料制作霍尔元件。

9.（2025 北京海淀高三一模）如图所示，运动员以一定速度从 P 点沿水平方向离开平台，恰能从 A 点与轨道相切进入粗糙圆弧轨道 AC，沿圆弧轨道在竖直平面做圆周运动。已知运动员（含装备）质量 m＝50kg，运动员进入圆弧轨道时的速度大小 vA＝10m/s，圆弧轨道的半径 R＝4m，圆弧轨道 AB 对应的圆心角 $\angle AOB=37°$。测得运动员在轨道最低点 B 时对轨道的压力是其总重力的 3.8 倍。取重力加速度 g＝10m/s²，$\sin37°=0.6$，$\cos37°=0.8$。将运动员视为质点，忽略空气阻力。求：



（1）运动员从 P 点到 A 点运动过程所用时间 t；

（2）运动员在 B 点时的动能 EkB；

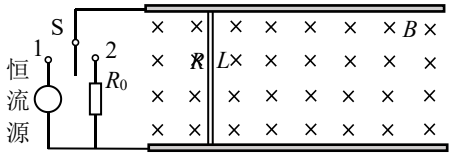
（3）在圆弧轨道 AB 段运动过程中，摩擦力对运动员所做的功 W。

10.（2025 北京西城高三一模）如图为某种“电磁弹射”装置的简化原理图。在竖直向下的匀强磁场中，两根光滑的平行长直导轨水平放置，一根导体棒放置在导轨上，与导轨垂直且接触良好。已知磁场的磁感应强度大小为 B，导轨间距为 L，导体棒的质量为 m，电阻为 R。开关 S 接 1，导轨与恒流源相连，回路中的电流恒定为 I，导体棒由静止开始做匀加速运动，一段时间后速度增大为 v。此时，将开关 S 接 2，导轨与定值电阻 R0 相连，导体棒开始做减速运动直至停止。不计导轨电阻及空气阻力。

（1）开关 S 接 1 后，求导体棒受到安培力的大小 FA 及其加速运动的时间 t；

（2）开关 S 接 2 后，求导体棒速度为 0.5v 时加速度的大小 a；

（3）求导体棒在加速运动阶段及减速运动阶段产生的焦耳热 Q1 和 Q2。



11.（2025 北京平谷高三一模）磁聚焦技术是高能物理学中的一种重要技术，用于将高能粒子束聚焦到某一特定位置，以便进行精确的实验研究。现有电子射入圆形匀强磁场区域，当满足一定条件时，这些电子就会汇聚于同一点。已知电子的质量为 m、电荷量为 e，忽略电子所受重力和电子间的相互作用。

（1）如图 18-1 所示，在 xOy 平面内，有一半径为 R、中心位于原点 O 的圆形匀强磁场区域，磁场方向垂直纸面向里，P、Q 为圆形磁场区域的边界与坐标轴的交点。电极 K 发出电子（初速度不计），经过电压为 U 的加速电场后，由小孔 S 沿 PO 方向射入圆形磁场区域，并从 Q 点射出磁场。

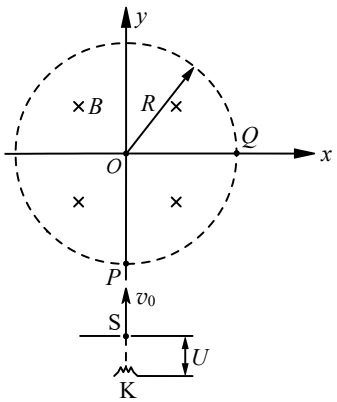


图 18-1

a．求电子从加速电场射出时的速度 v0 的大小；

b．求磁感应强度 B 的大小。

（2）将（1）中的电子发射装置换成如图 18-2 所示的电子源，电子源能持续不断地沿 y 轴正方向以相同的速度 v0 发射电子，形成宽 $L=\sqrt{2}R$，在 x 轴方向均匀分布且关于 y 轴对称的电子流。这些电子经磁场偏转后均从 Q 点射出

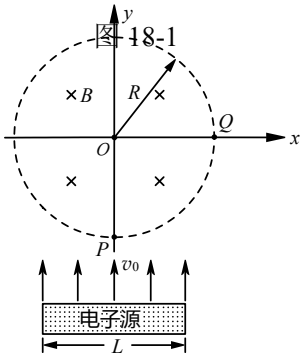


图 18-2

磁场。求电子流从 Q 点射出时与 x 轴方向的夹角 θ 的范围。

参考答案

1．(1) $I=\dfrac{BLv}{R+r}$

(2) $W=-\dfrac{B^2L^2vd}{R+r}$

(3) $Q_1<Q_2$

【详解】（1）电路中产生的感应电动势为 $E=BLv$

则通过定值电阻的电流：$I=\dfrac{BLv}{R+r}$

（2）金属条穿过磁场过程中受安培力为：$F=BIL=\dfrac{B^2L^2v}{R+r}$

安培力对金属条做的功为：$W=-\dfrac{B^2L^2vd}{R+r}$

（3）电阻 R 中产生的焦耳热为：$Q=I^2Rt$

其中 $I=\dfrac{E}{R+r}$，$t=\dfrac{s}{v}$

则 $Q=I^2Rt=\dfrac{B^2L^2vRs}{\left(R+r\right)^2}$

因 $v_1<v_2$，所以 $Q_1<Q_2$

2．(1) $v_1=x_1\sqrt{\dfrac{g}{2\left(H-h\right)}}$

(2) $I=mg\left(\sqrt{\dfrac{2H}{g}}+\sqrt{\dfrac{2\left(H-h\right)}{g}}\right)$

(3) $E_k=mg\dfrac{4\left(H-h\right)^2+x_1^2}{4\left(H-h\right)}$

【详解】(1)铅球运动到最高点 O 时竖直分速度为 0，速度 v_1 沿水平方向，由平抛运动规律 $H-h=\dfrac{1}{2}gt^2$，$x_1=v_1t$

解得 $v_1=x_1\sqrt{\dfrac{g}{2\left(H-h\right)}}$

（2）铅球运动至最高点 O 后做平抛运动，由平抛运动规律 $H=\dfrac{1}{2}gt'^2$，$H-h=\dfrac{1}{2}gt^2$

全过程重力冲量 $I=mg\left(t+t'\right)$

解得 $I=mg\left(\sqrt{\dfrac{2H}{g}}+\sqrt{\dfrac{2\left(H-h\right)}{g}}\right)$

（3）由能量守恒，$E_k+mgh=mgH+\dfrac{1}{2}mv_1^2$

解得 $E_k=mg\dfrac{4\left(H-h\right)^2+x_1^2}{4\left(H-h\right)}$

3．(1)500N

(2)500N，4000W

(3)80%

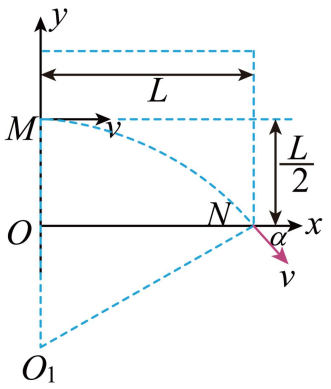
【详解】（1）根据动能定理可得 $k=\frac{\Delta E_{\mathrm{k}}}{\Delta x}=F_{合}=\frac{(2-1)\times10^{5}}{200}\mathrm{N}=500\mathrm{N}$

（2）在 x=150m 处，电动车处于平衡状态，故此时由于发电产生的制动力为 $F=500\mathrm{N}$

此时电动车的速度为 8m/s，所以功率为 $P=Fv=4000\mathrm{W}$

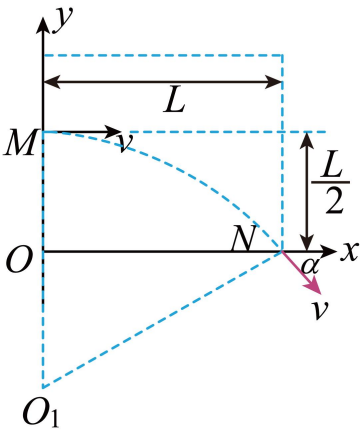
（3）根据图线可知，回收的机械能为 $E_{机}=E_{\mathrm{kmax}}-E_{\mathrm{kmin}}=1.36\times10^{5}\mathrm{J}$

所以回收效率为 $\eta=\frac{E_{电}}{E_{机}}\times100\%=80\%$

4．（1）

，$r=\frac{5}{4}L$；（2）垂直纸面向外，$B=\frac{4mv}{5qL}$；（3）不相同

【详解】（1）带电粒子在磁场区域内运动的轨迹如图所示



根据几何关系

$$r^{2}=\left(r-\frac{1}{2}L\right)^{2}+L^{2}$$

轨迹的半径

$$r=\frac{5}{4}L$$

（2）根据粒子的运动轨迹可知，在 M 点，所受洛伦兹力指向 y 轴负方向，根据左手定则可知，磁场方向垂直于纸面向外，粒子在磁场中做匀速圆周运动，有

$$qvB = m\frac{v^2}{r}$$

得

$$B = \frac{mv}{qr} = \frac{4mv}{5qL}$$

（3）该粒子在电场中做类平抛运动。

粒子由 N 点射出磁场和电场时的速度方向与 x 轴夹角分别为 α 、 β，则

$$\tan\alpha = \frac{L}{r - \frac{L}{2}} = \frac{4}{3}，\quad \tan\beta = 2 \times \frac{\frac{L}{2}}{L} = 1$$

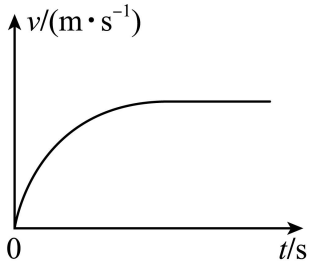
所以

$$\alpha \neq \beta$$

即该粒子由 N 点射出磁场和电场时的速度方向不相同。

5．(1) 2V

(2) 5m/s^2，



(3) 7.2m

【详解】（1）根据题意可知，$t = 2.0\text{s}$ 时导体棒切割磁感线产生的感应电动势的大小 $E = BLv = 1 \times 1 \times 2\text{V} = 2\text{V}$

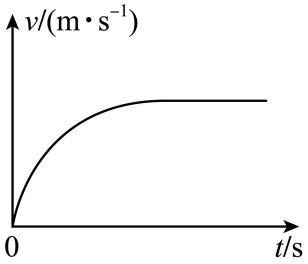
（2）根据题意可知，$t = 2.0\text{s}$ 时，感应电流为 $I = \frac{E}{R} = 1\text{A}$

导体棒所受安培力为 $F_{安} = BIL = 1\text{N}$

由牛顿第二定律有 $F - F_{安} = ma$

解得 $a = 5\text{m/s}^2$

由于导体棒做加速运动，速度越来越大，$F_{安}$ 越来越大，则 a 减小，当 $F_{安} = F$ 时，$a = 0$，导体棒速度最大，且开始做匀速直线运动，则导体棒运动过程的速度 v 随时间 t 变化的图像为



（3）根据题意，0 至 2.0s 时间内导体棒产生感应电动势的平均值为 $\bar{E} = BL\bar{v}$

由动量定理有 $\left(F - B\frac{\bar{E}}{R}L\right)t = Ft - \frac{B^2L^2\bar{v}}{R}t = mv$

又有 $x=\bar{v}t$

联立解得 $x=7.2\text{m}$

6．（1）$v_0=\sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$；（2）$p=\sqrt{mq(2U_1+U_2)}$；（3）$y=\frac{U_2}{4U_1d}x^2$

【详解】（1）对带电粒子从左极板由静止，经加速电场并进入偏转电场的过程中，运用动能定理

$$qU_1=\frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$v_0=\sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$$

（2）设带电粒子进入和离开偏转电场时的速度分别为v_0和v，对带电粒子从进入偏转电场到离开偏转电场的过程，运用动能定理

$$q\cdot\frac{1}{2}U_2=\frac{1}{2}mv^2--\frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$p=mv=\sqrt{mq(2U_1+U_2)}$$

（3）设带电粒子进入偏转电场时的速度为v_0，加速度为a，经过时间t后（为离开偏转电场），水平方向位移为x，竖直方向位移为y，根据运动学公式，可得

$$x=v_0t$$

$$y=\frac{1}{2}at^2$$

根据牛顿运动定律可知，带电粒子在偏转电场中的加速度

$$a=\frac{qU_2}{md}$$

将$v_0=\sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$和$a$代入$x$和$y$并消去时间$t$，可得带电粒子的轨迹方程

$$y=\frac{U_2}{4U_1d}x^2$$

7．(1)a．$v=\sqrt{2gR}$，b．$m\sqrt{2gR}$，方向水平向右

(2)$v'=\sqrt{gR}$

【详解】（1）a．对物块，规定水平面的重力势能为零，根据机械能守恒有$mgR=\frac{1}{2}mv^2$，解得

$v=\sqrt{2gR}$

b．对物块，规定水平向右方向为正，根据动量定理有$I=mv$-0，可得冲量的大小为$m\sqrt{2gR}$，方向水平向右

（2）设物块滑到底端时轨道的速度大小为v_2'，滑块滑到底端的过程，滑块与轨道组成的系统机械能守恒，规定水平面的重力势能为零，有$mgR=\frac{1}{2}mv'^2+\frac{1}{2}mv_2'^2$①

滑块与轨道组成的系统水平方向动量守恒，规定水平向右为正方向，有$0=mv'-mv_2'$②

由①②解得$v'=\sqrt{gR}$

8. (1)a.前侧面电势高

b.稳定时，电子所受电场力与洛伦兹力平衡：$eE_H=evB$

由场强与电势差关系$U_H=E_H\cdot l$

根据电流的定义：$I=\frac{\triangle q}{\triangle t}=neldv$

得$U_H=\frac{IB}{ned}$

(2) 由于半导体材料单位体积的导电粒子数小于金属导体中单位体积的自由电子数，根据$U_H=\frac{IB}{ned}$可知，在相同条件下，用半导体材料制作的霍尔元件产生的霍尔电压更大，更容易测量，所以选用半导体材料制作霍尔元件。

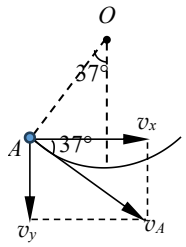
9. （1）运动员恰好从 A 点相切进入轨道，其运动情况如答图 3 所示。

得 $v_y=v_A\cdot\sin37°$

根据平抛运动规律可知

在 A 点运动竖直分速度 $v_y=gt$

联立可得 $t=0.6\text{s}$



答图 3

（2）运动员在轨道最低点 B 时受力情况如答图 4 所示。

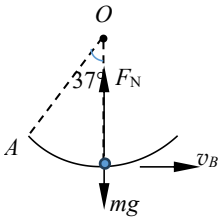
由牛顿运动定律 $F_\text{N}-mg=m\frac{v_B^2}{R}$

其中 $F_\text{N}=3.8mg$

运动员在轨道最低点 B 的动能

$E_\text{k}=\frac{1}{2}mv_B^2$

联立可得 $E_\text{k}=2.8\times10^3\text{J}$



答图 4

（3）运动员在 AB 段运动过程中，根据动能定理

有 $mgR(1-\cos37°)+W=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2$

可得 $W=-100\text{J}$

10. （1）开关 S 接 1 后，导体棒受到安培力的大小 $F_\text{A}=BIL$

根据牛顿第二定律有 $BIL=ma_1$ 得 $a_1=\frac{BIL}{m}$

导体棒做匀加速直线运动的时间 $t=\frac{v}{a_1}$ 得 $t=\frac{mv}{BIL}$

（2）开关 S 接 2 后，当导体棒速度为 0.5v 时，导体棒的感应电动势 $E=0.5BLv$

回路中的感应电流 $I_1=\frac{E}{R+R_0}=\frac{BLv}{2(R+R_0)}$

导体棒受到的安培力 $F = BI_1L = \dfrac{B^2L^2v}{2(R+R_0)}$

根据牛顿第二定律，导体棒加速度的大小 $a = \dfrac{F}{m} = \dfrac{B^2L^2v}{2m(R+R_0)}$

（3）开关 S 接 1 后，导体棒产生的焦耳热 $Q_1 = I^2Rt = \dfrac{IRmv}{BL}$

开关 S 接 2 后，电路产生的焦耳热 $Q = \dfrac{1}{2}mv^2$

其中导体棒产生的焦耳热 $Q_2 = \dfrac{R}{R+R_0}Q = \dfrac{mv^2R}{2(R+R_0)}$

11．

（1）a．由动能定理 $eU = \dfrac{1}{2}m\,v_0^2$

得 $v_0 = \sqrt{\dfrac{2eU}{m}}$

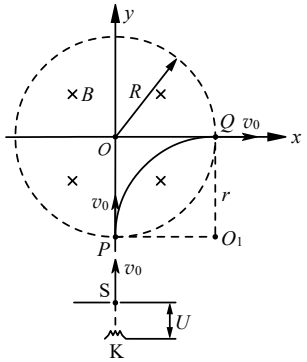
b．电子在洛伦兹力的作用下做匀速圆周运动，运动轨迹如答图 2

设电子做匀速圆周运动的半径为 r

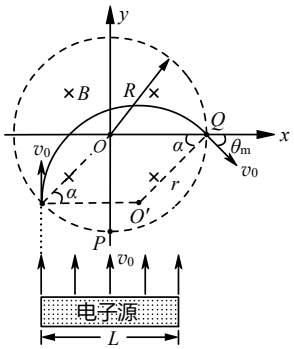
由几何知识 r=R

根据洛伦兹力公式和牛顿第二定律 $e\,v_0B = m\dfrac{v_0^2}{r}$

得 $B = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{2mU}{e}}$



答图 2



答图 3

（2）最左端的电子在磁场中运动的轨迹如答图 3

由题可知，电子做匀速圆周运动的半径 r=R

最左端的电子从 Q 点射出时与 x 轴的夹角最大，设该夹角为 θ m，由几何关系

$\cos\alpha = \frac{\frac{L}{2}}{R}$， θ m=90° - α 得 θ m=45°

同理最右端的电子从 Q 点射出时与 x 轴的最大夹角也为 45°

夹角 θ 的范围是-45° ≤ θ ≤45°