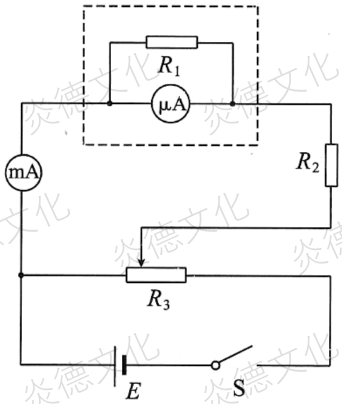
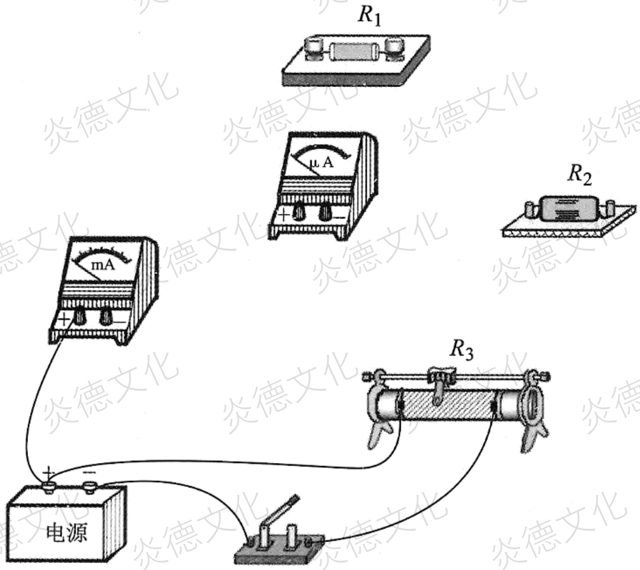
2022 物理预测题

1．某同学将一微安表Ⓐ（量程 $I_g=200\ \mu A$，内阻 $R_g=990\ \Omega$）改装为量程是 20 mA 的毫安表，并利用量程是 20 mA 的标准毫安表Ⓐ进行校准。



图(a)

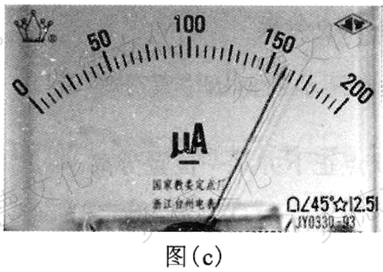


图(b)

（1）图(a)是电路图，虚线框内是改装后的毫安表，则与微安表Ⓐ并联的电阻 R_1 的阻值是________ Ω（保留到个位）；

（2）根据图(a)，将图(b)中的实物电路补充完整；

（3）正确连接实物电路后，闭合开关 S，调节滑动变阻器 R_3，当标准毫安表的示数是 15.2 mA 时，微安表Ⓐ的示数如图(c)所示，该示数是________ μA（保留到个位）；由此可以推测出改装毫安表的实际量程是________ mA（保留到个位）。



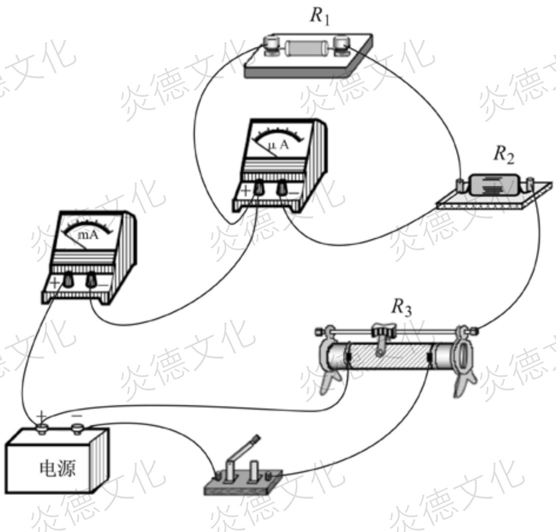
图(c)

（1）10

（2）如图

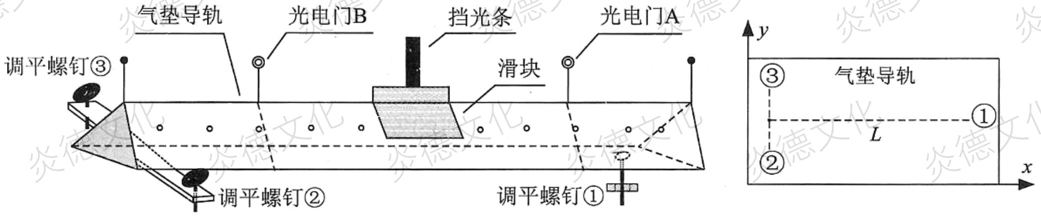
（3）160

19



图（b）

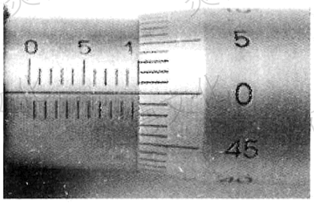
2. 某同学利用滑块在倾斜气垫导轨上的下滑运动，测得当地的重力加速度偏小，其中一个原因是未考虑滑块与导轨间的空气粘滞阻力。已知滑块受到的粘滞阻力大小 F 与滑块的速度大小 v 成正比，其表达式为 $F=kv$，式中比例常数 k 为粘滞阻力系数。为了计算方便，用平均速度 $\bar{v}$（$\bar{v}=\dfrac{v_1+v_2}{2}$，式中 v_1、v_2 分别表示初、末位置的速度）计算平均粘滞阻力。该同学弄清楚原因后重做实验，实验装置如图所示，实验步骤如下：



图(a)

(1) 如图(a)所示，将气垫导轨放在水平桌面上，将滑块放在导轨上，在滑块上放一个气泡水平仪，先调节②③号调平螺钉，后调节①号调平螺钉，当气泡水平仪中的气泡__________时，可认为导轨基本水平；

(2) 用刻度尺测出①号调平螺钉到②③号调平螺钉连线的距离为 L，测出两光电门之间的距离为 S，用天平测出滑块（含挡光条）的质量为 m，用螺旋测微器测量挡光条的宽度 d，示数如图(b)所示，则 $d=$________ mm；



图(b)

(3) 启动气泵，自右向左推一下滑块后，数字计时器自动记录挡光条通过光电门 A、B 的时间分别为 t_1、t_2，则挡光条通过光电门 A、B 时的速度大小分别为________、________，粘滞阻力系数 $k=$________；（用测量量的符号表示）

(4) 将高为 h（远小于 L）的垫块垫在①号调平螺钉与水平桌面之间，启动气泵，将滑块自光电门 A 的右侧某一位置由静止释放，数字计时器自动记录挡光条通过光电门 A、B 的时间分别为 t_3、t_4，则重力加速度大小的计算式为________。

A. $\dfrac{Ld^2}{2Sh}\left(\dfrac{1}{t_4^2}-\dfrac{1}{t_3^2}\right)+\dfrac{kLd}{2mh}\left(\dfrac{1}{t_4}+\dfrac{1}{t_3}\right)$　　B. $\dfrac{Ld^2}{2Sh}\left(\dfrac{1}{t_4^2}-\dfrac{1}{t_3^2}\right)+\dfrac{kLd}{2mh}\left(\dfrac{1}{t_4}-\dfrac{1}{t_3}\right)$

C. $\dfrac{Ld^2}{2Sh}\left(\dfrac{1}{t_4^2}-\dfrac{1}{t_3^2}\right)-\dfrac{kLd}{2mh}\left(\dfrac{1}{t_4}+\dfrac{1}{t_3}\right)$　　D. $\dfrac{Ld^2}{2Sh}\left(\dfrac{1}{t_4^2}-\dfrac{1}{t_3^2}\right)-\dfrac{kLd}{2mh}\left(\dfrac{1}{t_4}-\dfrac{1}{t_3}\right)$

（1）在 y 轴和 x 轴都居中

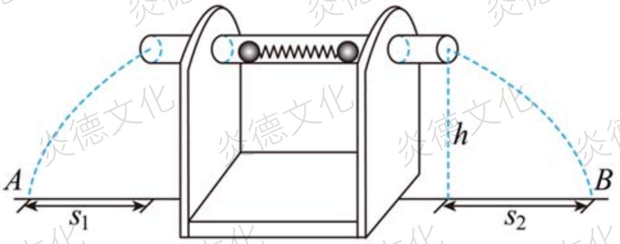
（2）10.000

（3）$\dfrac{d}{t_1}$　$\dfrac{d}{t_2}$　$\dfrac{md}{S}\left(\dfrac{1}{t_1}-\dfrac{1}{t_2}\right)$

（4）A

3. 小江为了验证动量守恒定律设计了如图的实验装置，取一段中心处有一小孔、两端开口的 *PV* 管，将 *PV* 管水平放置搁置在图示木架上。选择两个材质和体积均相同的打孔小球（直径略小于 25mm），用一根细绳穿过两小球将弹簧压缩至 *PV* 管的中间，调整两小球，使两小球距出口位置保持相同。点燃火柴，通过管中小孔烧断细线，两小球在弹簧的弹力作用下，分别从玻璃管的两个端口飞出，落至水平台面的 *A*，*B* 两处。回答下列问题：

（1）本次“验证动量守恒定律”实验只需要测量的物理量是______。



A.弹簧的压缩量 Δx

B.两小球的质量 *m*

C.管口中心到水平台面的高度 *h*

D.小球落地点 *A*、*B* 到管口正下方的水平距离 s_1 和 s_2

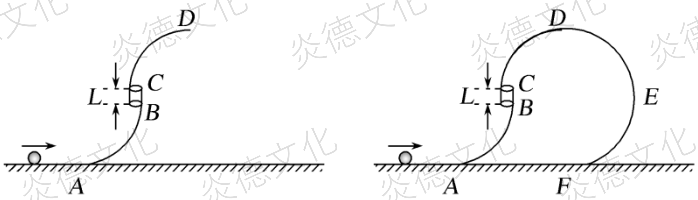
（2）利用上述测得的实验数据，验证动量守恒定律的表达式是______。

（3）若小江要通过该装置得到细绳烧断前弹簧的弹性势能，除了要查得当地的重力加速度 *g* 外，还需要测量______（用测量量的字母表示），根据已知量和测量量写出弹性势能的表达式：______。

【答案】（1）D　（2）$s_1 = s_2$　（3）小球的质量 *m*、管口中心到水平台面的高度 *h*

（4）$E_{\mathrm{P}} = \dfrac{mg}{4h}\left(s_1^2 + s_2^2\right)$

4.如图甲所示，弯曲部分 AB 和 CD 是两个半径均为 $R_1 = 0.4m$ 的$\frac{1}{4}$光滑圆弧轨道，中间的 BC 段是竖直的薄壁细圆管(细圆管内径略大于小球的直径)，分别与上下圆弧轨道相切连接，BC 段的长度 L 为 0.1 m。AB 圆弧轨道与光滑水平地面轨道相切，其中 D、A 分别是上下圆弧轨道的最高点与最低点，整个轨道固定在竖直平面内。质量 m＝0.3 kg 的小球以一定初速度从 A 点水平进入轨道，重力加速度 g 取 10 m/s^2。



甲　　乙

(1)若小球从 D 点水平飞出后落地点距 D 点的水平距离 $x = 1.8m$ 处，求小球从 A 进入时的初速度；

(2)若在 D 点右侧平滑连接一半径 R_2＝0.45m 的半圆形光滑轨道 DEF，如图乙所示，要使小球能沿轨道运动至 F 点，则小球从 A 进入时的初速度至少为多大？（计算结果用根式表示）

解：（1）从 D 点飞出时的速度为 V_1,则 $v_1 t = x$ $\frac{1}{2}gt^2 = 2R_1 + L$

解得 $v_1 = 3\sqrt{2}m/s$

小球从 A 运动至 D 点，由动能定理得 $mg(2R_1 + L) = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

解得 $v_A = 6m/s$

（2）小球在 D 点的速度最小时，与轨道的挤压力为零，则

$mg = m\frac{v_D^2}{R_2}$ 解得 $v_D = \frac{3}{2}\sqrt{2}m/s$

小球从 A 运动至 D 点，由动能定理得 $mg(2R_1 + L) = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_{\rm D}^2$

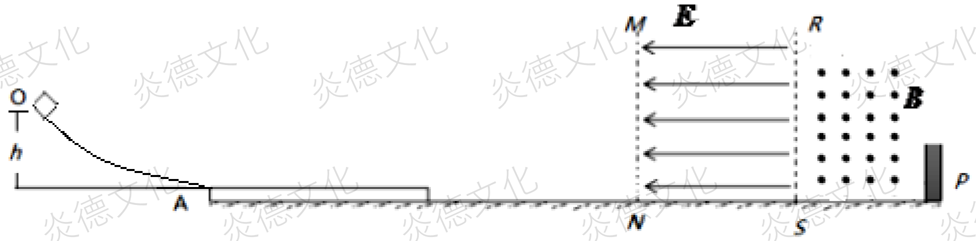
解得 初速度的最小值 $v_0 = \frac{3}{2}\sqrt{10}m/s$

5. 如图所示，光滑固定轨道 OA 高 h，一质量为 m 电荷量为 q 的带正电的小滑块（可视为质点）从 O 点由静止自由滑下,另一质量为 $\frac{1}{2}m$ 的绝缘塑料板静止在光滑水平面上．上表面与 A 的切线平齐，滑块与绝缘塑料板之间的动摩擦因数 $\mu=0.1$．在滑块右前方虚线 MN、RS 区域内存在一宽度 $d=\frac{25}{18}h$,方向水平向左，大小 $E=\frac{2mg}{5q}$ 的匀强电场，虚线 RS 右侧存在方向垂直纸面向外，大小 $B=\frac{18m\sqrt{2gh}}{5qh}$ 的匀强磁场，当小滑块进入水平电场时恰好未从板的右端滑出，重力加速度为 g，不计空气阻力 。求：

（1）绝缘塑料板的长度;

（2）小滑块到达边界 RS 时,小滑块和塑料板的速度各为多大;

（3）小滑块到达边界 RS 时，塑料板恰与前方固定挡板 P 相碰(碰撞过程无能量损失)，碰后滑块最终恰好未从塑料板右端滑出，问碰后多久小滑块停下?



解：(1) 小滑块到达 A 端时速度为 v_0　　$mgh=\frac{1}{2}mv_0^2$

滑块与塑料板相互作用过程中系统动量守恒　$mv_0=(m+\frac{1}{2}m)v_{共}$　.

又系统能量守恒 则 $\mu mgL=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(m+\frac{1}{2}m)v_{共}^2$

得：塑料板板长 $L=\frac{10}{3}h$

(2) 小滑块进入水平电场时设发生了相对滑动，对小滑块：

$qE-\mu mg=ma_1$　　得 $a_1=0.3g$

对塑料板：$\mu mg=\frac{1}{2}ma_2$　　得　$a_2=0.2g$

$a_1 > a_2$ 则假设成立．设小滑块出水平电场时速度为 v_1，塑料板速度为 v_2

因为 $v_{共}^2 - v_1^2 = 2a_1 d$　　解得 $v_1 = \frac{1}{6}\sqrt{2gh}$

在水平电场运动时间 $t_1 = \frac{v_{共} - v_1}{a_1}$　　则 $v_2 = v_{共} - a_2 t_1 = \frac{1}{3}\sqrt{2gh}$

(3) 出水平电场时小滑块离板右端的距离 $\Delta x = \frac{v_{共} + v_2}{2} t_1 - \frac{v_{共} + v_1}{2} t_1 = \frac{5}{18} h$

板反弹后系统的总动量 $P = mv_1 - \frac{1}{2} mv_2 = 0$

设板反弹至停下的过程中小滑块和板的位移大小分别为 x_1　x_2　由系统动量守恒得

$mx_1 - \frac{1}{2} mx_2 = 0$　　又 $x_1 + x_2 = \Delta x$　　解得 $x_1 = \frac{5}{54} h$

对小滑块，在磁场中减速为零的运动过程中，由动量定理

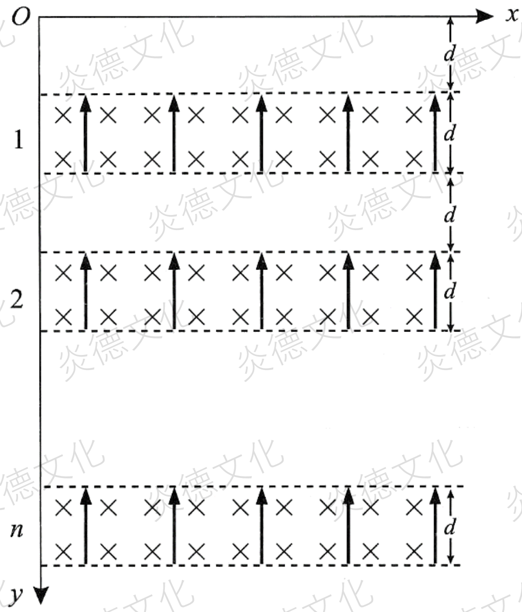
$\sum \mu (mg + qvB)t = mv_1$　　$\mu mgt + \mu qBx_1 = mv_1$

解得 $t = \frac{4}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$

6. 如图所示，在空间建立 $O-xyz$ 坐标系，水平向右为 x 轴正方向，竖直向下为 y 轴正方向，垂直纸面向里为 z 轴正方向(图中未画出)，自 $y=0$ 起，沿 y 方向间距为 d 的水平区域，有均匀电磁场区域和无电磁场区域相间排列，匀强磁场的磁感应强度大小为 B，方向垂直纸面向里，匀强电场的电场强度方向竖直向上。一电荷量为 q，质量为 m 的带正电小球从坐标原点 O 由静止自由下落，在有电磁场的区域中做匀速圆周运动，重力加速度大小为 g。

(1)带电小球从第1个电磁场区域的下边界穿出时，设其速度方向与竖直方向的夹角为 β_1，求 $\sin\beta_1$；

(2)若已知 $d=\dfrac{4m^2g}{21q^2B^2}$，则带电小球到达第几个有电磁场分布的区域时，将不能从该区域的下边界射出？(不考虑带电小球从该区域的上边界穿出后的运动)



(1) 设小球进入第 1 个电磁场区域上边界的速度大小为 v_1，小球从电磁场下边界穿出的速度方向与竖直方向的夹角为 β_1，小球从 O 点释放到达第 1 个电磁场区域前做自由落体运动，有

$$v_1^2=2gd \quad ①$$

在第 1 个电磁场区，小球受到重力 mg、电场力 qE 和洛伦兹力 qv_1B 作用做匀速圆周运动，有

$$mg=qE \quad ②$$

根据牛顿第二定律及向心力公式，有

$$qv_1B=m\frac{v_1^2}{R_1} \quad ③$$

根据几何关系，有

$$\sin\beta_1=\frac{d}{R_1} \quad ④$$

联立解得

$$\sin\beta_1=\frac{qB}{m}\sqrt{\frac{d}{2g}} \qquad ⑤$$

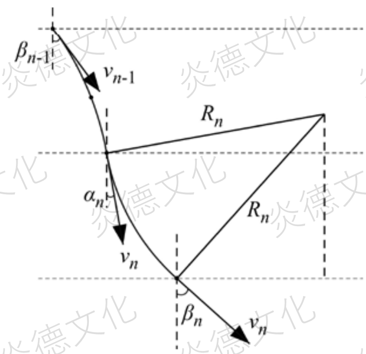
（2）设小球进入第 n 个电磁场区域上边界的速度大小为 v_n，方向与竖直方向夹角为 α_n，运动半径为 R_n，小球从电磁场下边界穿出时的速度方向与竖直方向的夹角为 β_n，小球穿过第 n 个电磁场区域的示意图如下：

小球在第 2 个无电磁场的区域中运动时，沿水平方向做匀速运动，有

$$v_1\sin\beta_1=v_2\sin\alpha_2 \qquad ⑥$$

小球在第 2 个电磁场区域中做匀速圆周运动时，根据牛顿第二定律及向心力公式，有

$$qv_2B=m\frac{{v_2}^2}{R_2} \qquad ⑦$$



根据几何关系，有

$$R_2\sin\beta_2-R_2\sin\alpha_2=d \qquad ⑧$$

联立解得 $R_2\sin\beta_2-R_1\sin\beta_1=d$ ⑨

同理，有 $R_3\sin\beta_3-R_2\sin\beta_2=d$

……

$$R_n\sin\beta_n-R_{n-1}\sin\beta_{n-1}=d$$

联立解得

$$R_n\sin\beta_n-R_1\sin\beta_1=(n-1)d \qquad ⑩$$

小球到达第 n 个电磁场区域的上边界时，根据动能定理，有

$$mg\cdot nd=\frac{1}{2}m{v_n}^2 \qquad ⑪$$

小球在第 n 个电磁场中做匀速圆周运动时，根据牛顿第二定律及向心力公式，有

$$qv_nB=m\frac{{v_n}^2}{R_n}$$

联立解得 $\sin\beta_n=\frac{qB}{m}\sqrt{\frac{nd}{2g}}$

由题意可知

$$\sin\beta_n=1 \qquad ⑫$$

解得 $n=\frac{2m^2g}{q^2B^2d}$，将 $d=\frac{4m^2g}{21q^2B^2}$ 代入解得

n=10.5 ⑬

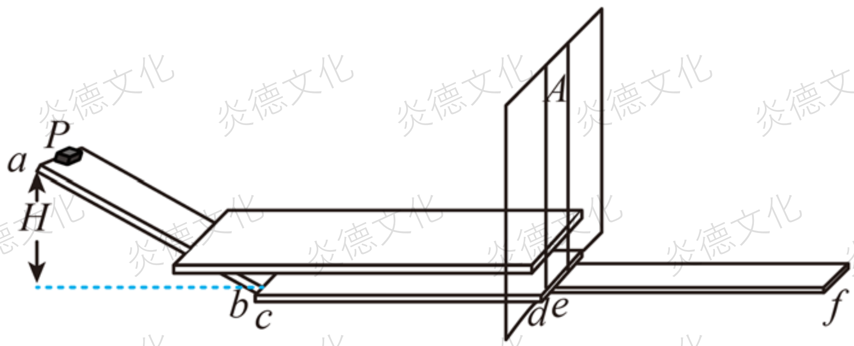
故小球到达第 11 个有电磁场分布区域时，将不能从该区域的下方射出。⑭

7. 如图，轨道由斜面板 ab、水平板 ef 和可调节长度的平面板 cd 组成，斜面板与水平面的夹角为 $\theta=37°$，水平板 ef 固定于水平地面上，平面板 cd 与斜面板 ab 用很小的圆弧面无缝对接，平面板 cd 可随着高度升降随时调节长度，使其右侧永远和竖直平面 A 对齐。一可视为质点、质量 $m=1\text{kg}$ 的小物块从斜面顶端无初速度释放后，经斜面后从平面板的 d 点水平抛出后落在水平板上。斜面顶端离地高度 $H=0.6\text{m}$，竖直平面 A 与斜面底端的距离 $L=1.2\text{m}$，物块与所有的接触面的动摩擦因数均为 $\mu=0.1$，$g=10\text{m/s}^2$，不计空气阻力和所有板的厚度，水平板 ef 足够长（$\sin37°=0.6$，$\cos37°=0.8$，结果可保留根式）。

（1）求当平面板 cd 置于斜面板 ab 底端时，小物块下滑后停在水平板 ef 上的位置距离竖直平面 A 的距离 x_1。

（2）求将可调节平面板 cd 抬高至离地 $h=0.3\text{m}$，小物块下滑后落在水平板 ef 上 的位置距离竖直平面 A 的距离 x_2。

（3）若要使小物块下滑后落在水平板 ef 上的位置距离竖直平面 A 的距离最大，平面板 cd 的高度应调节为多少？此时落在水平板 ef 上的位置距离竖直平面 A 的距离的最大值为多少？



【答案】（1）4m；（2）$0.2\sqrt{3}\text{m}$；（3）0.2m；0.4m

8. 如图所示，足够长的宽为 L=0.1m 的导轨置于水平面上，左端接有一个电动势为 E=1.5V，内阻为 r=1.5Ω的电源，右端接有一个降压限流器件（当电路电流大于或等于 0.5A 时相当于一个可变电阻而保持电流恒为 0.5A，电流小于 0.5A 时相当于电阻为零的导线）和一个 R=0.4Ω的定值电阻，其它电阻不计，PQ 是分界线且与左右两端足够远，导轨间有垂直导轨平面的匀强磁场。导轨在 P 点有一个断路小缺口，不计电阻的金属杆 ab 质量为 m=0.01kg，它从距 PQ 足够远处由静止释放，在 PQ 的左端它与导轨间的动摩擦因数为μ=0.2。在 PQ 的右端，它与导轨间无摩擦。已知金属杆到达 PQ 之前已经在做匀速运动，且速度大小等于 18.75m/s，取 g=10m/s^2。

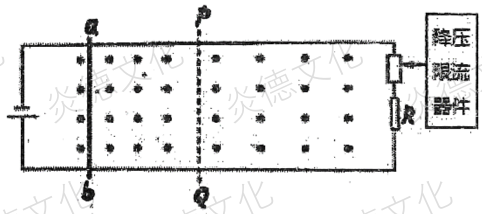
（1）求磁感应强度 B 的大小；

（2）若金属杆越过 PQ 时，由于缺口的影响导致杆的速度立即减为原来速度的 48%，求：

①金属杆还能运动的距离；

②通过降压限流器件上通过的电荷量；

③降压限流器件产生的热量．



【解析】

(1) 安培力 $F=BLI$

$F_f=\mu mg$

$EI=\mu mgv_m+I^2r$

解得：B=0.4T

(2)越过 PQ 后速度变为 $v_1=0.48v_0$=9m/s，如果器件电阻为零，电路电流为

$\frac{BLv_1}{R}$=0.9A>0.5A

可见器件电阻为零，直到速度减为$v_2=\frac{0.5\times0.4}{BL}$=5m/s 为止，此过程中，棒中电流 I_1=0.5A

从 v_1 到 v_2 金属杆做匀减速运动 $a=\frac{BLI_1}{m}$=2m/s^2

时间 $t_1=\frac{v_1-v_2}{a}$=2s

位移 $x_1=v_1t_1-\frac{1}{2}at_1^2$=14m

通过的电荷量 $q_1=It_1$=1C

接下来将做非匀变速运动，依动量定理有：

$-\frac{B^2L^2}{R}v\Delta t=m\Delta v,\frac{B^2L^2v}{R}x_2=m(0-v_2)$，解得：$x_2$=12.5m

电量为 $q_2=\frac{\Delta\Phi}{R}=\frac{BLx_2}{R}$=1.25C

距离为 $x=x_1+x_2$=26.5m

总电量为 $q=q_1+q_2$=2.25C

产生的热量 $Q=\frac{1}{2}m(v_1^2-v_2^2)-I^2Rt_1=0.08$ J