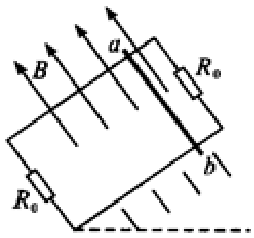
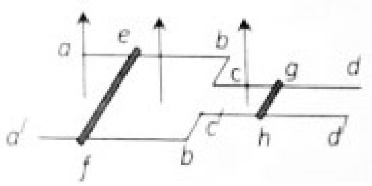
1. 如图所示，一平面框架与水平面成37°角，宽L=0.4m,上、下两端各有一个电阻$R_0=1\Omega$,框架的其他部分电阻不计,框架足够长.垂直于框平面的方向存在向上的匀强磁场,磁感应强度B＝2T。ab为金属杆,其长度为L＝0.4m，质量m＝0.8kg，电阻r＝0.5Ω，金属杆与框架的动摩擦因数μ＝0.5。金属杆由静止开始下滑,直到速度达到最大的过程中,金属杆克服磁场力所做的功为W=1.5J。已知sin37°＝0.6，cos37°=0.8；g取$10m/s^2$.求:

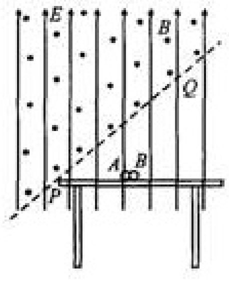


（1）ab杆达到的最大速度v.
（2）ab杆从开始到速度最大的过程中沿斜面下滑的距离.
（3）在该过程中通过ab的电荷量.

2. 如图所示,abcd和$a'b'c'd'$为水平放置的光滑平行导轨,区域内充满方向竖直向上的匀强磁场.ab、$a'b'$间的宽度是cd、$c'd'$间宽度的2倍.设导轨足够长,导体棒ef的质量是棒gh的质量的2倍,现给导体棒ef一个初速度v_0,沿导轨向左运动,当两棒的速度隐定时,两棒的速度分别是多少?

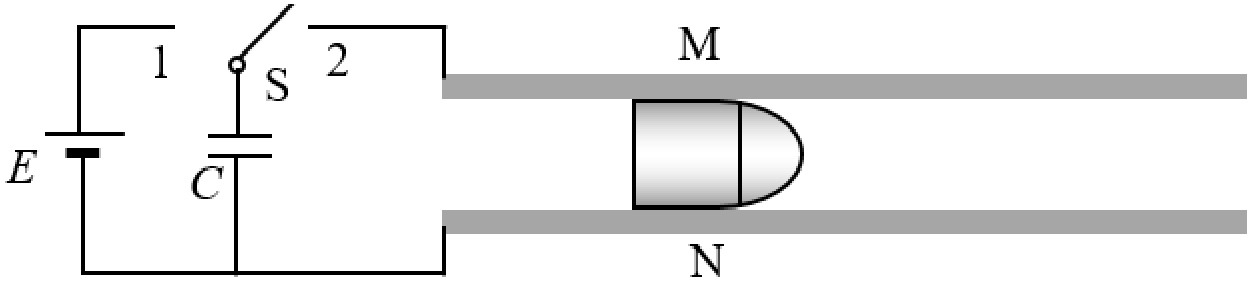


3. 如图所示,整个空间中存在竖直向上的匀强电场.经过桌边的虚线PQ与桌面成$45°$角,其上方有足够大的垂直纸面向外的匀强磁场,磁感应强度为B.光滑绝缘水平桌面上有两个可以视为质点的绝缘小球,A球对桌面的压力为零,其质量为m,电量为q;B球不带电且质量为是$km(k>7)$.A、B间夹着质量可忽略的火药.现点燃火药(此时间极短且不会影响小球的质量、电量和各表面的光滑程度),火药炸完瞬间A的速度为v_0.求:



(1)火药爆炸过程中有多少化学能转化为机械能;
(2)A球在磁场中的运动时间;
(3)若一段时间后AB在桌上相遇,求爆炸前A球与桌边P的距离.

4. (20分)电磁轨道炮利用电流和磁场的作用使炮弹获得超高速度，其原理可用来研制新武器和航天运载器。电磁轨道炮示意如图，图中直流电源电动势为E，电容器的电容为C。两根固定于水平面内的光滑平行金属导轨间距为l，电阻不计。炮弹可视为一质量为m、电阻为R的金属棒MN，垂直放在两导轨间处于静止状态，并与导轨良好接触。首先开关S接1，使电容器完全充电。然后将S接至2，导轨间存在垂直于导轨平面、磁感应强度大小为B的匀强磁场（图中未画出），MN开始向右加速运动。当MN上的感应电动势与电容器两极板间的电压相等时，回路中电流为零，MN达到最大速度，之后离开导轨。问:



（1）磁场的方向;

（2）MN刚开始运动时加速度a的大小;

（3）MN离开导轨后电容器上剩余的电荷量Q是多少。

答案解析

1. 答案

（1）2.5m/s （2）S="2.5m" （3） 2C

解析

【解析】

试题分析：（1）当ab杆匀速运动时速度最大，杆受到重力、支持力、摩擦力与安培力的作用，

由平衡条件得：BIL+μmgcosθ=mgsinθ，

最大感应电流：$I=\frac{BLv_m}{R_{总}}$，$R_{总}=\frac{1}{2}R_0+r$

解得：v_m=2.5m/s

（2）由能量守恒得：$mgxsin\theta=\frac{1}{2}mv_m^2+\mu mgxcos\theta+W_{安}$

代入数据解得：x=2.5m;

（3）流过导体棒的电量：q=I△t，

感应电流：$I=\frac{E}{R}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t\cdot R_{总}}$

$\Delta\Phi=BLx$

联立解得：q=2C

考点：法拉第电磁感应定律；能量守恒定律；电量

【名师点睛】该题是电磁感应的综合应用，涉及到受力平衡、法拉第电磁感应定律、闭合电路的欧姆定律以及能量的转化与守恒，综合性相对较强，要求的能力也比较高。

2. 答案

解:设cd、$c'd'$ 间的宽度为L,则ab、$a'b'$ 间的宽度为2L,

gh产生的感应电动势: $E_{gh}=BLv_{gh}$，

ef产生的感应电动势: $E_{ef}=B\cdot 2Lv_{ef}$，

当两棒产生的感应电动势相等时棒的速度达到稳定,

即: $BLv_{gh}=2BLv_{ef}$,计算得出: $v_{gh}=2v_{ef}\cdots$ ①

由动量定理得:

对 $gh: BiL\triangle t=m\triangle v_{gh}$，$BL\triangle q=m\triangle v_{gh}$，

对 ef : $Bi\cdot 2L\triangle t=2m\triangle v_{ef}$, $BL\triangle q=m\triangle v_{ef}$,

则: $\triangle v_{gh}=\triangle v_{ef}$, $\Sigma\triangle v_{gh}=\Sigma\triangle v_{gh}$,

$v_0-v_{gh}=v_{ef}\ldots$ ②

由①②计算得出: $v_{gh}=\frac{2}{3}v_0$, $v_{ef}=\frac{1}{3}v_0$;

答:当两棒的速度隐定时,gh、ef两棒的速度分别是: $\frac{2}{3}v_0$ 、 $\frac{1}{3}v_0$.

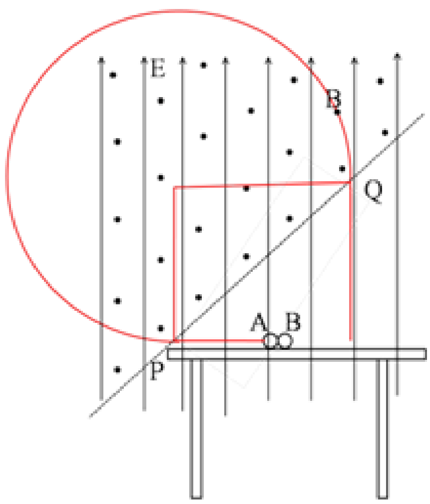
解析

开始导体棒gh向左做减速运动,ef向左做加速运动,当回路感应电流为零,即两导体棒产生的感应电动势大小相等时,两棒所受安培力为零,两棒做匀速直线运动,两棒速度达到稳定,根据两棒产生的感应电动势相等求出两棒的速度关系,然后应用动量定理求出两棒的速度.

3. **答案** （本题提供智能家庭教师服务）

解:(1)设爆炸之后B的速度为 v_B ,选向左为正方向

在爆炸前后由动量守恒可得: $0=mv_0-kmv_B$ 　　得



$v_B=\frac{v_0}{k}$.

又由能量守恒可得: $E=\frac{1}{2}mv_0^2+\frac{1}{2}kmv_B^2=\frac{k+1}{2k}mv_0^2$

(2)由“A球对桌面的压力为零”可以知道重力和电场力等大反向,故A球进入电场中将会做匀速圆周运动,则

周期为 $T=\frac{2\pi m}{qB}$

画出轨迹,如图所示,由几何知识可得:粒子在磁场中运动了 $\frac{3}{4}$ 个圆周

则 A球在磁场中的运动时间为 $t=\frac{3}{4}T=\frac{3\pi m}{2qB}$;

(3)A球在磁场中的运动半径为 $R=\frac{mv_0}{qB}$

设爆炸前A球与桌边P的距离为 x_A ,爆炸后B运动的位移为 x_B ,时间为 t_B

则 $t_B=\frac{x_A}{v_0}+t+\frac{R}{v_0}$

又 $x_B=v_Bt$

由图可得: $R=x_A+x_B$

联立上述各式计算得出: $x_A=\frac{2k-2-3\pi}{2(k+1)}\cdot\frac{mv_0}{qB}$

答:

(1)火药爆炸过程中有 $\frac{k+1}{2k}mv_0^2$ 的化学能转化为机械能;

(2)A球在磁场中的运动时间为 $\frac{3\pi m}{2qB}$;

(3)若一段时间后AB在桌上相遇,爆炸前A球与桌边P的距离为 $\frac{2k-2-3\pi}{2(k+1)}\cdot\frac{mv_0}{qB}$.

解析

(1)爆炸过程,AB的总动量守恒,可求出爆炸后瞬间B球的速度,根据能量守恒定律求解火药爆炸过程中有多少化学能转化为机械能;
(2)由题,A球对桌面的压力为零,重力和电场力平衡,爆炸后A进入磁场中后做匀速圆周运动,由洛伦兹力提供向心力,画出轨迹,由轨迹的圆心角求解时间.
(3)若一段时间后AB在桌上相遇,由几何关系得到两球的位移关系,由运动学公式求解爆炸前A球与桌边P的距离.

4. 答案 （本题提供智能家庭教师服务）

（1）垂直于导轨平面向下。

（2）电容器完全充电后，两极板间电压为E，当开关S接2时，电容器放电，设刚放电时流经MN的电流为I，有$I=\frac{E}{R}$①

设MN受到的安培力为F，有$F=BIl$②

由牛顿第二定律，有$F=ma$③

联立①②③式得$a=\frac{BlE}{mR}$④

（3）当电容器充电完毕时，设电容器上电量为Q_0，有$Q_0=CE$⑤

开关S接2后，MN开始向右加速运动，速度达到最大值$v_{\max}$时，设MN上的感应电动势为E'，有$E'=Blv_{\max}$⑥

依题意有$E'=\frac{Q}{C}$⑦

设在此过程中MN的平均电流为$\overline{I}$，MN上受到的平均安培力为$\overline{F}$，

有$\overline{F}=\overline{I}lB$⑧

由动量定理，有$\overline{F}\Delta t=mv_{\max}-0$⑨

又$\overline{I}\Delta t=Q_0-Q$⑩

联立⑤⑥⑦⑧⑨⑩式得$Q=\dfrac{B^2l^2C^2E}{m+B^2l^2C}$⑪

解析

（1）由题意可知，MN所受的安培力可以使其水平向右运动，因此可以判断出安培力的方向向右。而MN中的电流方向为从M到N，因此根据左手定则，即可判断磁场方向为垂直于导轨平面向下。

（2）对MN列出牛顿第二定律方程，再结合安培力公式和欧姆定律可求出其加速度。

（3）当MN达到最大速度时，也就是它受力平衡时，此时电容器两极板间的电压等于MN的感应电动势。根据两者电压相等，可以列出方程。为了进一步表示MN所产生的感应电动势，故通过对整个过程中的平均安培力列出动量定理方程，并列出平均电流与时间之积为这个过程中损失的电荷量方程，联立即可求解。