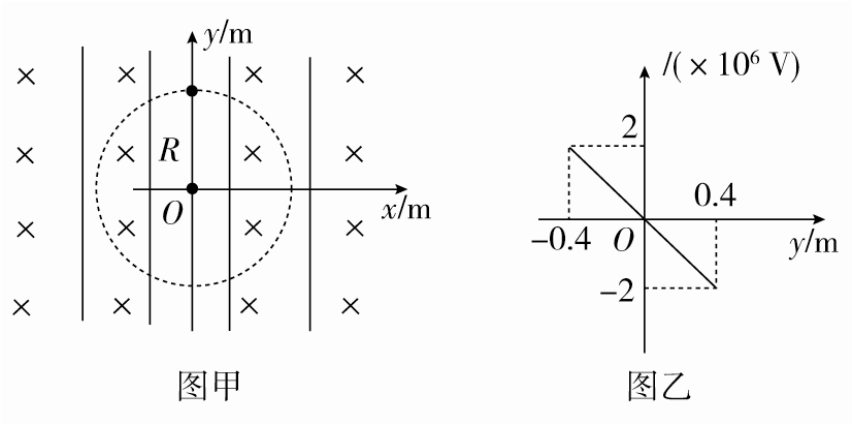
撬题 对点题 必刷题

1．(多选)如图甲所示，绝缘轻质细绳一端固定在方向相互垂直的匀强电场和匀强磁场中的O点，另一端连接带正电的小球，小球所带的电荷量为$q=6\times10^{-7}$ C，在图示坐标中，电场方向沿竖直方向，坐标原点O的电势为零。当小球以2 m/s的速率绕O点在竖直平面内做匀速圆周运动时，细绳上的拉力刚好为零。在小球从最低点运动到最高点的过程中，轨迹上每点的电势φ随纵坐标y的变化关系如图乙所示，重力加速度$g=10\ m/s^2$。则下列判断正确的是(　　)



图甲　　图乙

A．匀强电场的场强大小为3.2×10^6 V/m

B．小球重力势能增加最多的过程中，电势能减少了2.4 J

C．小球做顺时针方向的匀速圆周运动

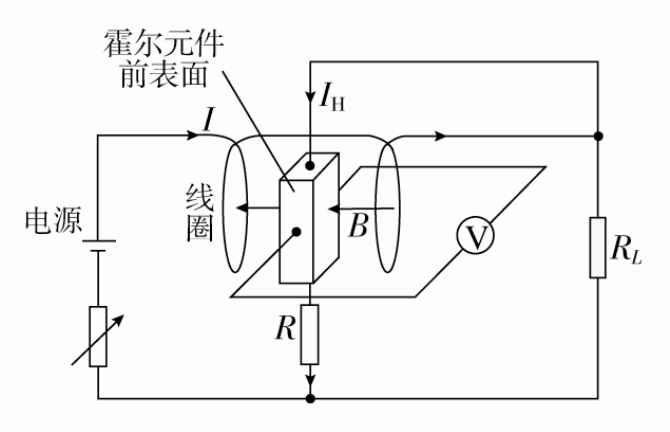
D．小球所受的洛伦兹力的大小为3 N

答案　BD

解析　根据小球从最低点运动到最高点的过程中，轨迹上每点的电势φ随纵坐标y的变化关系可得，匀强电场的电场强度大小$E=\frac{2\times10^6}{0.4}$ V/m$=5\times10^6$ V/m，选项A错误；由于带电小球在运动过程中，只有重力和电场力做功，则只有重力势能和电势能的相互转化，又由于带电小球在复合场(重力场、匀强电场和匀强磁场)中做匀速圆周运动，且细绳上的拉力刚好为零，则小球受到的竖直向下的重力与其受到的电场力等大、反向，即$qE=mg$，因此当带电小球从最低点运动到最高点的过程中，即小球重力势能增加最多的过程中，电势能减少量为$qE\cdot2L=2.4$

J，选项B正确；由于带电小球所受的洛伦兹力提供小球做匀速圆周运动的向心力，根据左手定则可知，小球沿逆时针方向运动，选项C错误；根据牛顿第二定律可得 $f_B=\frac{mv^2}{L}$，又 $qE=mg$，解得 $f_B=3\ N$，即小球所受的洛伦兹力的大小为3 N，选项D正确。

2.（多选）如图所示，导电物质为电子的霍尔元件位于两串联线圈之间，线圈中电流为I，线圈间产生匀强磁场，磁感应强度大小B与I成正比，方向垂直于霍尔元件的两侧面，此时通过霍尔元件的电流为 I_H，与其前后表面相连的电压表测出的霍尔电压 U_H 满足：$U_H=k\frac{I_HB}{d}$，式中k为霍尔系数，d为霍尔元件两侧面间的距离，电阻R远大于 R_L，霍尔元件的电阻可以忽略，则（　　）



A．霍尔元件前表面的电势低于后表面

B．若电源的正负极对调，电压表将反偏

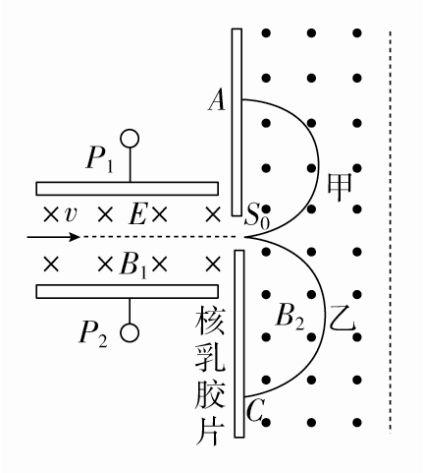
C．I_H 与I成正比

D．电压表的示数与 R_L 消耗的电功率成正比

答案　CD

解析　由左手定则可判断霍尔元件中电子的受力方向向里，电子向元件的后表面聚集，故霍尔元件的前表面电势高于后表面，选项A错误；电源的正、负极对调时，线圈中及霍尔元件中电流方向均反向，电子的受力方向不变，仍是前表面电势高于后表面，故电压表不会反偏，选项B错误；由并联电路电流分配特点可知，$I_H=\frac{R_L}{R+R_L}I$，$I_L=\frac{R}{R+R_L}I$，有 $I_H\propto I$，$I_L\propto I$，选项C正确；因 $B\propto I$，$I_H\propto I$，所以 $U_H\propto I^2$，又 R_L 消耗的电功率 $P=I_L^2R_L$，即 $P\propto I_L^2\propto I^2$，所以 $U_H\propto P$，选项D正确。

3．速度相同的一束粒子由左端射入质谱仪后分成甲、乙两束，其运动轨迹如图所示，其中 $S_{0A}=\frac{2}{3}S_{0C}$，则下列说法正确的是(　　)



A．甲束粒子带正电，乙束粒子带负电

B．甲束粒子的比荷大于乙束粒子的比荷

C．能通过狭缝 S_0 的带电粒子的速度等于 $\frac{E}{B^2}$

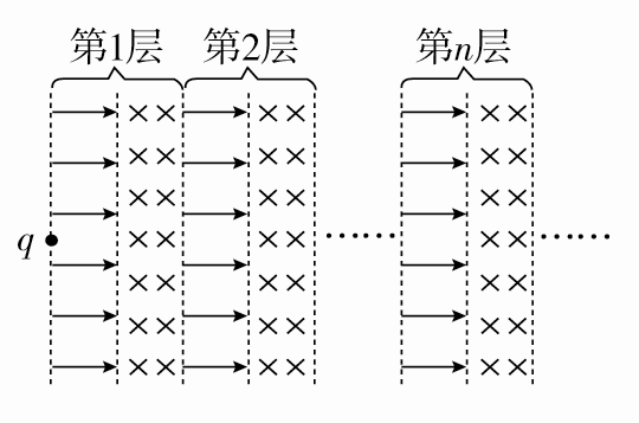
D．若甲、乙两束粒子的电荷量相等，则甲、乙两束粒子的质量比为 3∶2

答案　B

解析　由左手定则可判定甲束粒子带负电，乙束粒子带正电，A 错误；粒子在磁场中做圆周运动，满足 $B_2qv=m\frac{v^2}{r}$，得 $\frac{q}{m}=\frac{v}{B^2r}$，由题意知 $r_{甲}<r_{乙}$，所以甲束粒子的比荷大于乙束粒子的比荷，B 正确；由 $qE=B_1qv$ 知能通过狭缝 S_0 的带电粒子的速度 $v=\frac{E}{B_1}$，C 错误；由 $\frac{q}{m}=\frac{v}{B^2r}$，知 $\frac{m_{甲}}{m_{乙}}=\frac{r_{甲}}{r_{乙}}=\frac{2}{3}$，D 错误。

4．现代科学仪器常利用电场、磁场控制带电粒子的运动。真空中存在着如图所示的多层紧密相邻的匀强电场和匀强磁场，电场与磁场的宽度均为 d。电场强度为 E，方向水平向右；磁感应强度为 B，方向垂直纸面向里。电场、磁场的边界互相平行且与电场方向垂直。一个质量为 m、电荷量为 q 的带正电粒子在第 1 层电场左侧边界某处由静止释放，粒子始终在电场、磁场中运动，不计粒子重力及运动时；的电磁辐射。

点击观看解答视频



(1)求粒子在第 2 层磁场中运动时速度 v_2 的大小与轨迹半径 r_2;

(2)粒子从第 n 层磁场右侧边界穿出时,速度的方向与水平方向的夹角为 θ_n,试求 $\sin\theta_n$;

(3)若粒子恰好不能从第 n 层磁场右侧边界穿出,试问在其他条件不变的情况下,也进入第 n 层磁场,但比荷较该粒子大的粒子能否穿出该层磁场右侧边界,请简要推理说明之。

答案 (1)$v_2=2\sqrt{\frac{qEd}{m}}$ $r_2=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{mEd}{q}}$

(2)$\sin\theta_n=B\sqrt{\frac{nqd}{2mE}}$ (3)略

解析 (1)粒子在进入第 2 层磁场时,经过两次电场加速,中间穿过磁场时洛伦兹力不做功。

由动能定理,有

$$2qEd=\frac{1}{2}mv^2 \text{①}$$

由①式解得 $v_2=2\sqrt{\frac{qEd}{m}}$②

粒子在第 2 层磁场中受到的洛伦兹力充当向心力,有

$qv_2B=m\frac{v_2^2}{r_2}$③

由②③式解得 $r_2=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{mEd}{q}}$④

(2)设粒子在第 n 层磁场中运动的速度为 v_n，轨迹半径为 r_n(各量的下标均代表粒子所在层数，下同)。

$nqEd=\frac{1}{2}mv_n^2$⑤

$qv_nB=m\frac{v_n^2}{r_n}$⑥

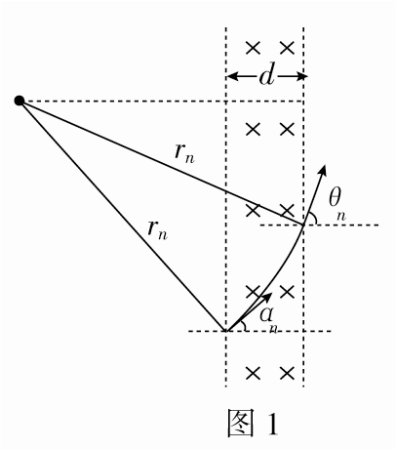


图 1

粒子进入第 n 层磁场时，速度的方向与水平方向的夹角为 α_n，从第 n 层磁场右侧边界穿出时速度方向与水平方向的夹角为 θ_n，粒子在电场中运动时，垂直于电场线方向的速度分量不变，有 $v_{n-1}\sin\theta_{n-1}=v_n\sin\alpha_n$⑦

由图 1 看出 $r_n\sin\theta_n-r_n\sin\alpha_n=d$⑧

由⑥⑦⑧式得 $r_n\sin\theta_n-r_{n-1}\sin\theta_{n-1}=d$⑨

由⑨式看出 $r_1\sin\theta_1$，$r_2\sin\theta_2$，…，$r_n\sin\theta_n$ 为一等差数列，公差为 d，可得

$r_n\sin\theta_n=r_1\sin\theta_1+(n-1)d$⑩

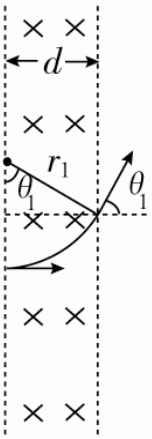


图 2

当 n＝1 时，由图 2 看出 $r_1\sin\theta_1=d$⑪

由⑤⑥⑩⑪式得 $\sin\theta_n=B\sqrt{\frac{nqd}{2mE}}$⑫

(3)若粒子恰好不能从第 n 层磁场右侧边界穿出，则 $\theta_n=\frac{\pi}{2}$

$\sin\theta_n=1$

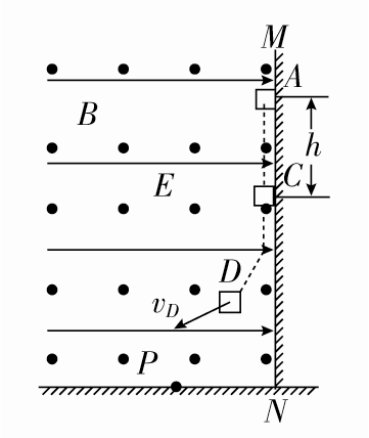
在其他条件不变的情况下，换用比荷更大的粒子，设其比荷为$\frac{q'}{m'}$，假设能穿出第 n 层磁场右侧边界，粒子穿出时速度方向与水平方向的夹角为 θ_n'，由于

$\frac{q'}{m'}>\frac{q}{m}$

则导致 $\sin\theta_n'>1$

说明 θ_n' 不存在，即原假设不成立。所以比荷较该粒子大的粒子不能穿出该层磁场右侧边界。

5．如图，绝缘粗糙的竖直平面 MN 左侧同时存在相互垂直的匀强电场和匀强磁场，电场方向水平向右，电场强度大小为 E，磁场方向垂直纸面向外，磁感应强度大小为 B。一质量为 m、电荷量为 q 的带正电的小滑块从 A 点由静止开始沿 MN 下滑，到达 C 点时离开 MN 做曲线运动。A、C 两点间距离为 h，重力加速度为 g。



(1)求小滑块运动到C点时的速度大小v_C；

(2)求小滑块从A点运动到C点过程中克服摩擦力做的功W_f；

(3)若D点为小滑块在电场力、洛伦兹力及重力作用下运动过程中速度最大的位置，当小滑块运动到D点时撤去磁场，此后小滑块继续运动到水平地面上的P点。已知小滑块在D点时的速度大小为v_D，从D点运动到P点的时间为t，求小滑块运动到P点时速度的大小v_P。

答案　(1)$v_C=\frac{E}{B}$　(2)$W_f=mgh-\frac{mE^2}{2B^2}$

(3)$v_P=\sqrt{v_D^2+\left[\left(\frac{qE}{m}\right)^2+g^2\right]t^2}$

解析　(1)小滑块沿MN运动过程，水平方向受力满足

$qvB+N=qE$①

小滑块在C点离开MN时

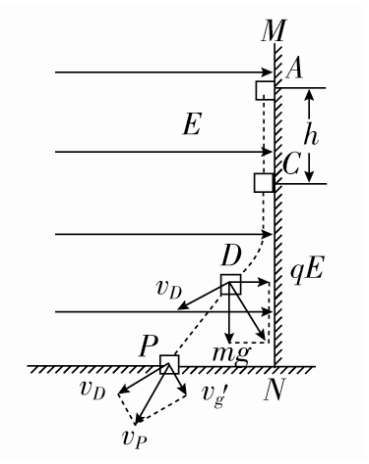
$N=0$②

解得$v_C=\frac{E}{B}$③

(2)由动能定理

$mgh-W_f=\frac{1}{2}mv^2-0$④

解得$W_f=mgh-\frac{mE^2}{2B^2}$⑤



(3)如图，小滑块速度最大时，速度方向与电场力、重力的合力方向垂直。撤去磁场后小滑块将做类平抛运动，等效加速度为 g′

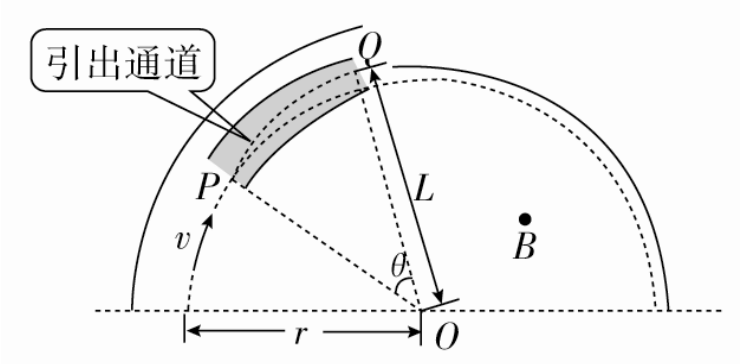
$$g' = \sqrt{\left(\frac{qE}{m}\right)^2 + g^2} \quad ⑥$$

且 $v_P^2 = v_D^2 + g'^2 t^2$ ⑦

解得 $v_P = \sqrt{v_D^2 + \left[\left(\frac{qE}{m}\right)^2 + g^2\right] t^2}$ ⑧

6．使用回旋加速器的实验需要把离子束从加速器中引出，离子束引出的方法有磁屏蔽通道法和静电偏转法等，质量为 m、速度为 v 的离子在回旋加速器内旋转，旋转轨道是半径为 r 的圆，圆心在 O 点，轨道在垂直纸面向外的匀强磁场中，磁感应强度为 B。

为引出离子束，使用磁屏蔽通道法设计引出器。引出器原理如图所示，一对圆弧形金属板组成弧形引出通道，通道的圆心位于 O′ 点(O′ 点图中未画出)。引出离子时，令引出通道内磁场的磁感应强度降低，从而使离子从 P 点进入通道，沿通道中心线从 Q 点射出。已知 OQ 长度为 L，OQ 与 OP 的夹角为 θ。



(1)求离子的电荷量 q 并判断其正负；

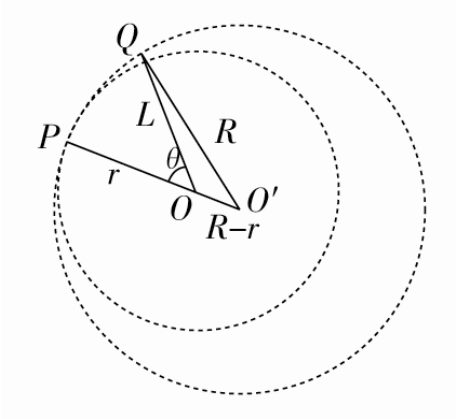
(2)离子从 P 点进入、Q 点射出，通道内匀强磁场的磁感应强度应降为 B′，求 B′；

(3)换用静电偏转法引出离子束，维持通道内的原有磁感应强度 B 不变，在内外金属板间加直流电压，两板间产生径向电场，忽略边缘效应。为使离子仍从 P 点进入 Q 点射出，求通道内引出轨迹处电场强度 E 的方向和大小。

答案　(1)$\frac{mv}{Br}$，正电荷　(2)$\frac{mv\left[2r-2L\cos\theta\right]}{q\left[r^2+L^2-2rL\cos\theta\right]}$　(3)沿径向向外；$Bv-\frac{mv^2\left[2r-2L\cos\theta\right]}{q\left[r^2+L^2-2rL\cos\theta\right]}$

解析　(1)离子做圆周运动 $Bqv=\frac{mv^2}{r}$①

$q=\frac{mv}{Br}$，正电荷②



(2)如图所示。

O′Q=R，OQ=L，O′O=R−r

引出轨迹为圆弧，$B'qv=\frac{mv^2}{R}$③

$R=\frac{mv}{qB'}$④

根据几何关系得

$R^2=L^2+(R-r)^2-2L(R-r)\cos(\pi-\theta)$⑤

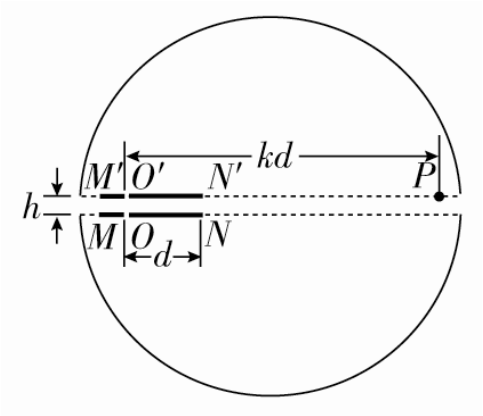
联立④⑤式得

$$B'=\frac{mv}{qR}=\frac{mv\left[2r-2L\cos\theta\right]}{q\left[r^2+L^2-2rL\cos\theta\right]}⑥$$

(3)电场强度方向沿径向向外⑦

引出轨迹为圆弧，$Bqv-Eq=\frac{mv^2}{R}$⑧

$$E=Bv-\frac{mv^2\left[2r-2L\cos\theta\right]}{q\left[r^2+L^2-2rL\cos\theta\right]}⑨$$



7．如图所示，某种离子加速器的设计方案。两个半圆形金属盒内存在相同的垂直于纸面向外的匀强磁场。其中MN和M′N′是间距为h的两平行极板，其上分别有正对的两个小孔O和O′，O′N′=ON=d，P为靶点，O′P=kd(k为大于1的整数)。极板间存在方向向上的匀强电场，两极板间电压为U。质量为m、带电量为q的正离子从O点由静止开始加速，经O′进入磁场区域。当离子打到极板上O′N′区域(含N′点)或外壳上时将会被吸收。两虚线之间的区域无电场和磁场存在，离子可匀速穿过。忽略相对论效应和离子所受的重力。求：

(1)离子经过电场仅加速一次后能打到P点所需的磁感应强度大小；

(2)能使离子打到P点的磁感应强度的所有可能值；

(3)打到P点的能量最大的离子在磁场中运动的时间和在电场中运动的时间。

答案　(1)$\frac{2\sqrt{2Uqm}}{qkd}$

(2)$\frac{2\sqrt{2nUqm}}{qkd}$(n=1,2,3…，$k^2-1$)

(3)$\frac{\left[2k^2-3\right]\pi mkd}{2\sqrt{2Uqm\left[k^2-1\right]}}$　$h\sqrt{\frac{2\left[k^2-1\right]m}{Uq}}$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

https://d.book118.com/038051010060007023