

专题 16 带电粒子（带电体）在复合场中的运动

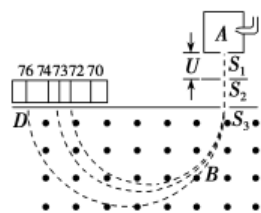
目录

专题 16 带电粒子（带电体）在复合场中的运动	1
考向一 带电粒子在叠加场中运动的实例分析	1
考查方式一 质谱仪	1
考查方式二 回旋加速器	3
考查方式三 速度选择器	5
考查方式四 磁流体发电机	7
考查方式五 电磁流量计	9
考查方式六 霍尔元件	9
考向二 带电粒子在组合场中的运动	11
考查方式一 先电场，后磁场	11
考查方式二 先磁场，后电场	14
考向三 带电粒子在叠加场中的运动	17
考查方式一 磁场力，重力并存	17
考查方式二 电场力、磁场力并存	18
考查方式三 电场力、磁场力、重力并存	18
考向四 带电粒子在交变电、磁场中的运动	20
【题型演练】	23

考向一 带电粒子在叠加场中运动的实例分析

考查方式一 质谱仪

(1)构造：如图所示，由粒子源、加速电场、偏转磁场和照相底片等构成。



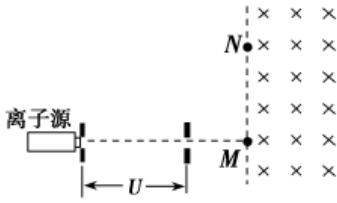
(2)原理：粒子由静止被加速电场加速， $qU = \frac{1}{2}mv^2$ 。

粒子在磁场中做匀速圆周运动，有 $qvB = m\frac{v^2}{r}$ 。

由以上两式可得 $r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$ ， $m = \frac{qr^2B^2}{2U}$ ， $\frac{q}{m} = \frac{2U}{B^2r^2}$ 。

【例 1】如图，从离子源产生的甲、乙两种离子，由静止经加速电压 U 加速后在纸面内水平向右运动，自 M 点垂直于磁场边界射入匀强磁场，磁场方向垂直于纸面向里，磁场左边界竖直。已知甲种离子射入磁场的速度大小为 v_1 ，并在磁场边界的 N 点射出；乙种离子在 MN 的中点射出； MN 长为 l

不计重力影响和离子间的相互作用。求：



(1)磁场的磁感应强度大小；

(2)甲、乙两种离子的比荷之比。

【答案】 (1) $\frac{4U}{lv_1}$ (2) 1 : 4

【解析】 (1) 设甲种离子所带电荷量为 q_1 、质量为 m_1 ，在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R_1 ，磁场的磁感应强度大小为 B ，由动能定理有

$$q_1 U = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \quad \text{①}$$

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有

$$q_1 v_1 B = m_1 \frac{v_1^2}{R_1} \quad \text{②}$$

由几何关系知

$$2R_1 = l \quad \text{③}$$

由①②③式得

$$B = \frac{4U}{lv_1} \quad \text{④}$$

(2) 设乙种离子所带电荷量为 q_2 、质量为 m_2 ，射入磁场的速度为 v_2 ，在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R_2 。

同理有

$$q_2 U = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad \text{⑤}$$

$$q_2 v_2 B = m_2 \frac{v_2^2}{R_2} \quad \text{⑥}$$

由题给条件有

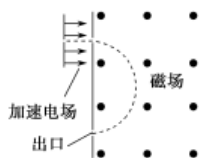
$$2R_2 = \frac{l}{2} \quad \text{⑦}$$

由①②③⑤⑥⑦式得，甲、乙两种离子的比荷之比为

$$\frac{q_1}{m_1} : \frac{q_2}{m_2} = 1 : 4 \quad \text{⑧}$$

[变式]

现代质谱仪可用来分析比质子重很多倍的离子，其示意图如图所示，其中加速电压恒定．质子在入口处从静止开始被加速电场加速，经匀强磁场偏转后从出口离开磁场．若某种一价正离子在入口处从静止开始被同一加速电场加速，为使它经匀强磁场偏转后仍从同一出口离开磁场，需将磁感应强度增加到原来的 12 倍．此离子和质子的质量比约为()



- A. 11 B. 12
 C. 121 D. 144

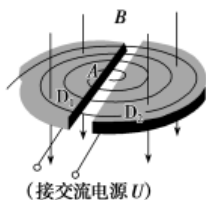
【答案】 D

【解析】 带电粒子在加速电场中运动时，有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ ，在磁场中偏转时，其半径 $r = \frac{mv}{qB}$ ，由以上两式整理得 $r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$ 。由于质子与一价正离子的电荷量相同， $B_1 : B_2 = 1 : 12$ ，当半径相等时，解得 $\frac{m_2}{m_1} = 144$ ，选项 D

正确。

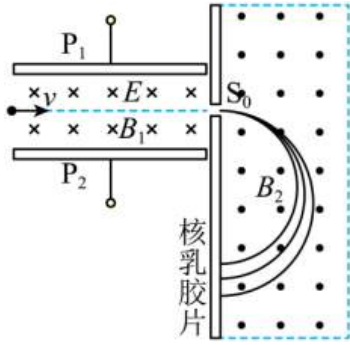
考查方式二 回旋加速器

(1)构造：如图所示， D_1 、 D_2 是半圆形金属盒，D 形盒的缝隙处接交流电源，D 形盒处于匀强磁场中。



(2)原理：交流电的周期和粒子做圆周运动的周期相等，粒子经电场加速，经磁场回旋，由 $qvB = \frac{mv^2}{r}$ ，得 $E_{km} = \frac{q^2 B^2 r^2}{2m}$ ，可见粒子获得的最大动能由磁感应强度 B 和 D 形盒半径 r 决定，与加速电压无关。

【例 2】 1922 年英国物理学家阿斯顿因质谱仪的发明、同位素和质谱的研究荣获了诺贝尔化学奖。若一束粒子由左端射入质谱仪后的运动轨迹如图所示，则下列说法中正确的是 ()



A. 该束带电粒子带负电

- B. 速度选择器的 P_1 极板带负电
- C. 在 B_2 磁场中运动半径越大的粒子，质量越大
- D. 在 B_2 磁场中运动半径越大的粒子，比荷 $\frac{q}{m}$ 越小

【答案】D

【详解】A. 根据带电粒子在右边的磁场中发生偏转的情况，由左手定则判断，该束带电粒子带正电，故 A 错误；

B. 在速度选择器内，根据左手定则可知，洛伦兹力向上，则电场力的方向应竖直向下，因带电粒子是正电，故电场强度的方向竖直向下，所以速度选择器 P_1 极板带正电，故 B 错误；

C. 通过速度选择器的带电粒子都具有相同的速度，它们在 B_2 磁场中运动，由半径公式

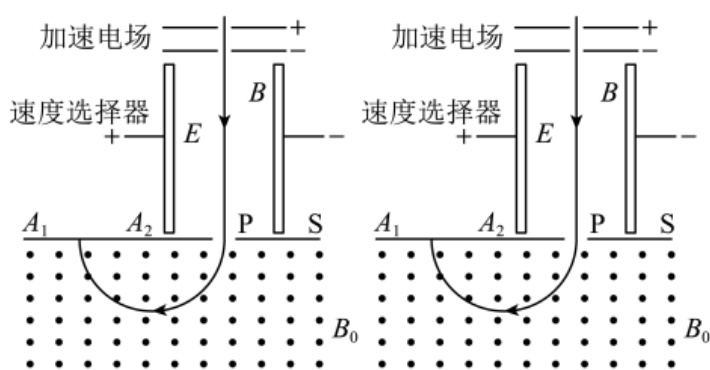
$$R = \frac{mv}{qB}$$

可知，半径 R 越大， $\frac{m}{q}$ 值越大，而不是质量越大，故 C 错误；

D. 由上面的分析可知，半径 R 越大， $\frac{m}{q}$ 值越大，即比荷 $\frac{q}{m}$ 越小，故 D 正确。

故选 D。

[变式] 质谱仪是分析同位素的重要的仪器，在物理研究中起非常重要的作用。如图是质谱仪的工作原理示意图。粒子源（在加速电场上方，未画出）产生的带电粒子被加速电场加速后，进入速度选择器。速度选择器内相互正交的匀强磁场和匀强电场的强度分别为 B 和 E 。平板 S 上有可让粒子通过的狭缝 P 和记录粒子位置的胶片 A_1A_2 。平板 S 下方有强度为 B_0 的匀强磁场。（不计带电粒子的重力）下列表述正确的是（ ）



- A. 速度选择器中的磁场方向垂直纸面向里
- B. 能通过狭缝 P 的带电粒子的速率等于 $\frac{E}{B_0}$
- C. 粒子打在胶片上的位置越靠近狭缝 P ，粒子的比荷 $(\frac{q}{m})$ 越小
- D. 粒子所带电荷量相同时，打在胶片上的位置越远离狭缝 P ，表明其质量越大

【答案】D

【详解】A. 根据带电粒子在磁场中的偏转方向，根据左手定则知，该粒子带正电，则在速度选择器中电场力水平向右，则洛伦兹力水平向左，根据左手定则知，磁场方向垂直纸面向外，故 A 错误；

B. 在速度选择器中，电场力和洛伦兹力平衡，有

$$qE = qvB$$

解得

$$v = \frac{E}{B}$$

能通过狭缝 P 的带电粒子的速率等于 $\frac{E}{B}$ ，故 B 错误；

CD. 粒子进入磁场 B_0 后，由洛伦兹力提供向心力，则有

$$qvB_0 = m \frac{v^2}{r}$$

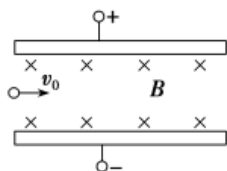
解得

$$r = \frac{mv}{qB_0} = \frac{mE}{qBB_0}$$

粒子打在胶片上的位置越靠近狭缝 P ，粒子的轨迹半径越小，粒子的比荷 $(\frac{q}{m})$ 越大；粒子所带电荷量相同时，打在胶片上的位置越远离狭缝 P ，粒子的轨迹半径越大，表明其质量越大，故 C 错误，D 正确。

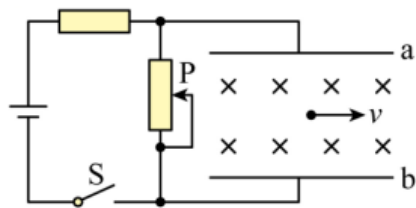
故选 D。

考查方式三 速度选择器



若 $qv_0B = Eq$ ，即 $v_0 = \frac{E}{B}$ ，粒子做匀速直线运动

【例 3】在如图所示的电路中，开关 S 闭合。两平行金属极板 a 、 b 间有匀强磁场，一带电粒子以速度 v 水平匀速穿过两极板，不计粒子重力。下列说法正确的是 ()



A. 该粒子一定带正电

- B. 仅增大粒子的速度，粒子一定向 a 板偏转
- C. 仅将滑动变阻器的滑片 P 向下移动，粒子一定向 b 板偏转
- D. 仅增大粒子所带电荷量，粒子一定仍沿水平方向穿过两极板

【答案】D

【详解】A. 两极板间电场方向向下，若正电荷粒子所受电场力向下，洛伦兹力向上；若负电荷粒子所受电场力向上，洛伦兹力向下，则无论正负电荷都可以匀速穿过两极板，A 错误；

B. 根据左手定则判断知，带正电的粒子受到的洛伦兹力竖直向上，电场力竖直向下，粒子沿直线飞出叠加场区域，根据平衡条件有

$$qvB = Eq$$

同理，对带负电的粒子，判断知粒子受到的洛伦兹力竖直向下，电场力竖直向上，粒子沿直线飞出叠加场，根据平衡条件有

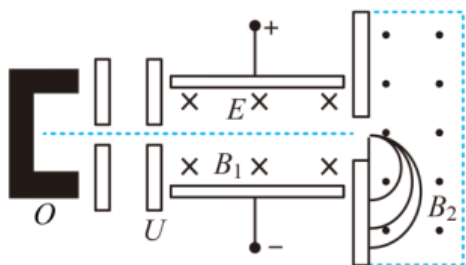
$$Eq' = q'v'B$$

所以，仅增大粒子的速度，洛伦兹力增大，电场力不变，故粒子可能向上也可能向下运动，B 错误；

C. 仅将滑动变阻器的滑片 P 向下移动，两极板间的电势差增大，电场力增大，合力可能向上也可能向下，故粒子不一定向 b 板偏转，C 错误；

D. 仅增大粒子所带电荷量，电场力和洛伦兹力合力仍为零，故粒子一定仍沿水平方向穿过两极板，D 正确。
故选 D。

[变式]如图所示，大量不同的带电粒子从左边容器中的小孔进入电势差为 U 的加速电场，其初速度几乎为 0，加速后经过小孔进入速度选择器，选择器中存在正交的匀强电场和匀强磁场，场强大小和磁感应强度大小分别为 E 和 B_1 ，粒子沿直线通过选择器，再垂直进入右边磁感应强度大小为 B_2 的匀强磁场中，做匀速圆周运动打在底片上，则 ()



- A. 打在底片上不同位置的粒子是因为进入右边磁场的速度不同
- B. 打在底片上不同位置的粒子是因为粒子比荷不同
- C. 如果速度选择器平行板电量不变，仅使板间距离增大，能沿直线通过选择器的粒子速度变小

D. 如果增大速度选择器中磁场的磁感应强度 B_1 ，能沿直线通过选择器的粒子速度变大

【答案】B

【详解】AB. 在速度选择器中，电场力和洛伦兹力平衡，有

$$qE = qvB_1$$

解得

$$v = \frac{E}{B_1}$$

粒子以相同的速度经过速度选择器，进入偏转磁场，根据

$$B_2 qv = \frac{mv^2}{R}$$

解得粒子在右边磁场中轨道半径

$$R = \frac{mv}{B_2 q} = \frac{mE}{B_2 B_1 q}$$

半径不同打在底片上的位置也不同，打在底片上不同位置的粒子是因为粒子比荷不同，A 错误，B 正确；

C. 设速度选择器的电容为 C ，两极板间距离为 d ，极板带电量为 Q ，由平行板电容器电容的决定式

$$C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$$

速度选择器平行板电量不变，所以两极板间的电势差

$$U' = \frac{Q}{C}$$

再由匀强电场的场强与电势差关系公式

$$E = \frac{U'}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$$

可得 E 与 d 无关，所以如果速度选择器平行板电量不变，板间距增大，板间场强不变，则由

$$v = \frac{E}{B_1}$$

可得能沿直线通过选择器的粒子速度不变，故 C 错误；

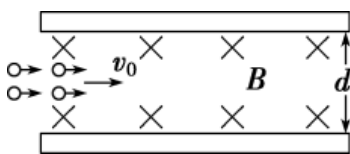
D. 如果增大速度选择器中磁场的磁感应强度 B_1 ，根据

$$v = \frac{E}{B_1}$$

能沿直线通过选择器的粒子速度减小，D 错误。

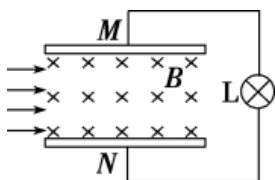
故选 B。

考查方式四 磁流体发电机



等离子体射入，受洛伦兹力偏转，使两极板带正、负电荷，两极电压为 U 时稳定， $q\frac{U}{d}=qv_0B$ ， $U=v_0Bd$

【例 4】 如图所示为磁流体发电机的原理图。金属板 M 、 N 之间的距离为 $d=20\text{ cm}$ ，磁场的磁感应强度大小为 $B=5\text{ T}$ ，方向垂直纸面向里。现将一束等离子体(即高温下电离的气体，含有大量带正电和带负电的微粒，整体呈中性)从左侧喷射入磁场，发现在 M 、 N 两板间接入的额定功率为 $P=100\text{ W}$ 的灯泡正常发光，且此时灯泡电阻为 $R=100\ \Omega$ ，不计离子重力和发电机内阻，且认为离子均为一价离子，则下列说法中正确的是()



- A. 金属板 M 上聚集负电荷，金属板 N 上聚集正电荷
- B. 该发电机的电动势为 100 V
- C. 离子从左侧喷射入磁场的初速度大小为 10^3 m/s
- D. 每秒钟有 6.25×10^{18} 个离子打在金属板 N 上

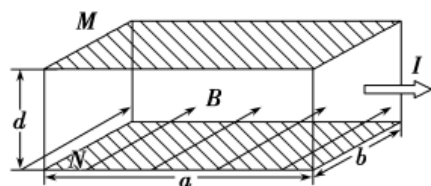
【答案】 BD

【解析】 由左手定则可知，射入的等离子体中正离子将向金属板 M 偏转，负离子将向金属板 N 偏转，选项 A 错误；由于不考虑发电机的内阻，由闭合电路欧姆定律可知，电源的电动势等于电源的路端电压，所以 $E=U=\sqrt{PR}=100\text{ V}$ ，选项 B 正确；由 $Bqv=q\frac{U}{d}$ 可得 $v=\frac{U}{Bd}=100\text{ m/s}$ ，选项 C 错误；每秒钟经过灯泡 L 的电荷量 $Q=It$ ，而 $I=\frac{P}{U}=1\text{ A}$ ，所以 $Q=1\text{ C}$ ，由于离子为一价离子，所以每秒钟打在金属板 N 上的离子个数为 $n=\frac{Q}{e}=\frac{1}{1.6\times 10^{-19}}=6.25\times 10^{18}$ (个)，选项 D 正确。

【变式】 如图所示，一块长度为 a 、宽度为 b 、厚度为 d 的金属导体，当加有与侧面垂直的匀强磁场 B ，且通以图示方向的电流 I 时，用电压表测得导体上、下表面 M 、 N 间电压为 U ，已知自由电子的电荷量为 e 。

下列说法中正确的是

()

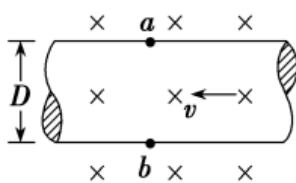


- A. 导体的 M 面比 N 面电势高
 B. 导体单位体积内自由电子数越多，电压表的示数越大
 C. 导体中自由电子定向移动的速度为 $v = \frac{U}{Bd}$
 D. 导体单位体积内的自由电子数为 $\frac{BI}{eUb}$

【答案】 CD

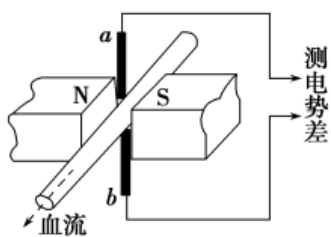
【解析】 由于自由电子带负电，根据左手定则可知， M 板电势比 N 板电势低，选项 A 错误；当上、下表面电压稳定时，有 $q\frac{U}{d} = qvB$ ，得 $U = Bdv$ ，与单位体积内自由电子数无关，选项 B 错误，C 正确；再根据 $I = neSv$ ，可知选项 D 正确。

考查方式五 电磁流量计



$$\frac{U}{D}q = qvB, \text{ 所以 } v = \frac{U}{DB}, \text{ 所以 } Q = vS = \frac{\pi DU}{4B}$$

【例 5】医生做某些特殊手术时，利用电磁流量计来监测通过动脉的血流速度。电磁流量计由一对电极 a 和 b 以及磁极 N 和 S 构成，磁极间的磁场是均匀的。使用时，两电极 a 、 b 均与血管壁接触，两触点的连线、磁场方向和血流速度方向两两垂直，如图所示。由于血液中的正、负离子随血液一起在磁场中运动，电极 ab 之间会有微小电势差。在达到平衡时，血管内部的电场可看做是匀强电场，血液中的离子所受的电场力和磁场力的合力为零。在某次监测中，两触点间的距离为 3.0 mm ，血管壁的厚度可忽略，两触点间的电势差为 $160 \mu\text{V}$ ，磁感应强度的大小为 0.040 T 。则血流速度的近似值和电极 a 、 b 的正负为 ()

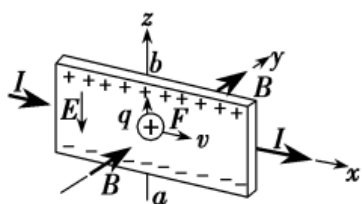


- A. 1.3 m/s , a 正、 b 负
 B. 2.7 m/s , a 正、 b 负
 C. 1.3 m/s , a 负、 b 正
 D. 2.7 m/s , a 负、 b 正

【答案】 A

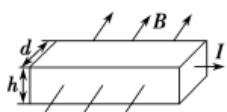
【解析】 由于正、负离子在匀强磁场中垂直于磁场方向运动，利用左手定则可以判断电极 a 带正电，电极 b 带负电。血液流动速度可根据离子所受的电场力和洛伦兹力的合力为 0，即 $qvB = qE$ 得 $v = \frac{E}{B} = \frac{U}{Bd} \approx 1.3 \text{ m/s}$ ，A 正确。

考查方式六 霍尔元件



当磁场方向与电流方向垂直时，导体在与磁场、电流方向都垂直的方向上出现电势差

【例 6】中国科学家发现了量子反常霍尔效应，杨振宁称这一发现是诺贝尔奖级的成果。如图所示，厚度为 h 、宽度为 d 的金属导体，当磁场方向与电流方向垂直时，在导体上下表面会产生电势差，这种现象称为霍尔效应。下列说法正确的是()

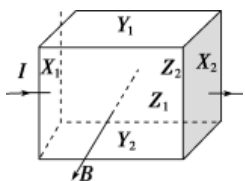


- A. 上表面的电势高于下表面的电势
- B. 仅增大 h 时，上下表面的电势差增大
- C. 仅增大 d 时，上下表面的电势差减小
- D. 仅增大电流 I 时，上下表面的电势差减小

【答案】C

【解析】因电流方向向右，则金属导体中的自由电子是向左运动的，根据左手定则可知上表面带负电，则上表面的电势低于下表面的电势，A 选项错误。当电子达到平衡时，电场力等于洛伦兹力，即 $q\frac{U}{h} = qvB$ ，又 $I = nqvhd$ (n 为导体单位体积内的自由电子数)，得 $U = \frac{IB}{nqd}$ ，则仅增大 h 时，上下表面的电势差不变。仅增大 d 时，上下表面的电势差减小；仅增大 I 时，上下表面的电势差增大，故 C 正确，B、D 错误。

【变式】如图所示， X_1 、 X_2 ， Y_1 、 Y_2 ， Z_1 、 Z_2 分别表示导体板左、右，上、下，前、后六个侧面，将其置于垂直 Z_1 、 Z_2 面向外、磁感应强度为 B 的匀强磁场中，当电流 I 通过导体板时，在导体板的两侧面之间产生霍尔电压 U_H 。已知电流 I 与导体单位体积内的自由电子数 n 、电子电荷量 e 、导体横截面积 S 和电子定向移动速度 v 之间的关系为 $I = neSv$ 。实验中导体板尺寸、电流 I 和磁感应强度 B 保持不变，下列说法正确的是 ()



- A. 导体内自由电子只受洛伦兹力作用
- B. U_H 存在于导体的 Z_1 、 Z_2 两面之间
- C. 单位体积内的自由电子数 n 越大， U_H 越小
- D. 通过测量 U_H ，可用 $R = \frac{U}{I}$ 求得导体 X_1 、 X_2 两面间的电阻

【答案】C.

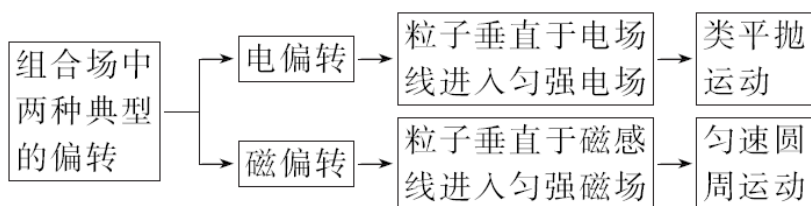
【解析】由于磁场的作用，电子受洛伦兹力，向 Y_2 面聚集，在 Y_1 、 Y_2 平面之间累积电荷，在 Y_1 、 Y_2 之间产生了匀强电场，故电子也受电场力，故 A 错误；电子受洛伦兹力，向 Y_2 面聚集，在 Y_1 、 Y_2 平面之间累积电荷，在 Y_1 、 Y_2 之间产生了电势差 U_H ，故 B 错误；电子在电场力和洛伦兹力的作用下处于平衡状态，有： $qvB = qE$ ，其中： $E = \frac{U_H}{d}$ (d 为 Y_1 、 Y_2 平面之间的距离) 根据题意，有： $I = neSv$ ，联立得到： $U_H = Bvd = B \frac{I}{neS} d \propto \frac{1}{n}$ ，故单位体积内的自由电子数 n 越大， U_H 越小，故 C 正确；由于 $U_H = B \frac{I}{neS} d$ ，与导体的电阻无关，故 D 错误。

考向二 带电粒子在组合场中的运动

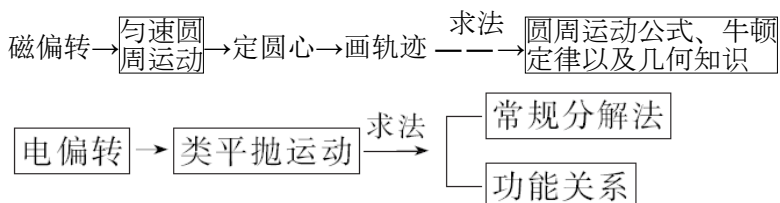
“3步”突破带电粒子在组合场中的运动问题

第1步：分阶段(分过程)按照时间顺序和进入不同的区域分成几个不同的阶段；

第2步：受力和运动分析，主要涉及两种典型运动。



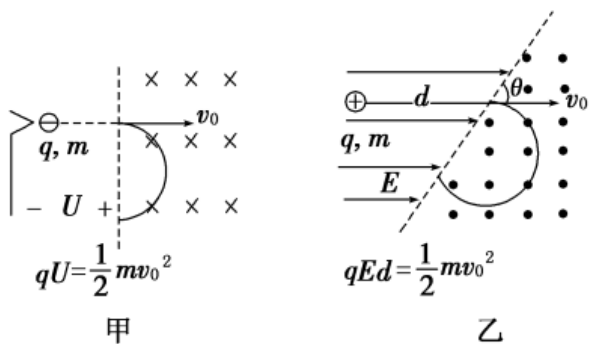
第3步：用规律



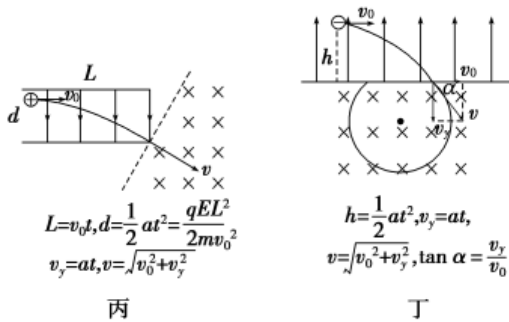
考查方式一 先电场，后磁场

(1)先在电场中做加速直线运动，然后进入磁场做圆周运动。(如图甲、乙所示)

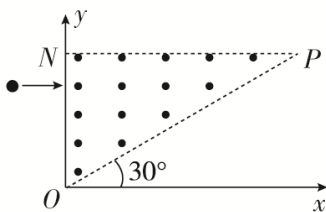
在电场中利用动能定理或运动学公式求粒子刚进入磁场时的速度。



(2)先在电场中做类平抛运动, 然后进入磁场做圆周运动. (如图丙、丁所示)在电场中利用平抛运动知识求粒子进入磁场时的速度.



【例 7】如图, 在直角三角形 OPN 区域内存在匀强磁场, 磁感应强度大小为 B 、方向垂直于纸面向外。一带正电的粒子从静止开始经电压 U 加速后, 沿平行于 x 轴的方向射入磁场; 一段时间后, 该粒子在 OP 边上某点以垂直于 x 轴的方向射出。已知 O 点为坐标原点, N 点在 y 轴上, OP 与 x 轴的夹角为 30° , 粒子进入磁场的入射点与离开磁场的出射点之间的距离为 d , 不计重力。求

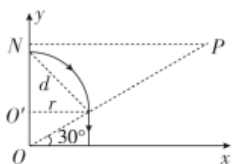


- (1)带电粒子的比荷;
- (2)带电粒子从射入磁场到运动至 x 轴的时间。

【答案】 (1) $\frac{4U}{B^2 d^2}$ (2) $\frac{Bd^2}{4U} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right)$

【解析】 (1)设带电粒子的质量为 m 、电荷量为 q , 经电压 U 加速后的速度大小为 v 。

由动能定理有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ ①



设粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径为 r , 由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有

$$qvB = m \frac{v^2}{r} \text{ ②}$$

粒子的运动轨迹如图, 由几何关系知

$$d = \sqrt{2}r \text{ ③}$$

联立①②③式得 $\frac{q}{m} = \frac{4U}{B^2 d^2}$ ④

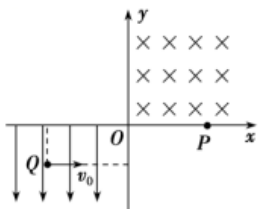
(2)由几何关系知，带电粒子从射入磁场到运动至 x 轴所经过的路程为 $s = \frac{\pi r}{2} + r \tan 30^\circ$ ⑤

带电粒子从射入磁场到运动至 x 轴的时间为

$$t = \frac{s}{v}$$
 ⑥

联立②④⑤⑥式得 $t = \frac{Bd^2}{4U} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right)$ ⑦

[变式]平面直角坐标系 xOy 中，第 I 象限存在垂直于平面向里的匀强磁场，第 III 象限存在沿 y 轴负方向的匀强电场，如图所示。一带负电的粒子从电场中的 Q 点以速度 v_0 沿 x 轴正方向开始运动， Q 点到 y 轴的距离为到 x 轴距离的 2 倍。粒子从坐标原点 O 离开电场进入磁场，最终从 x 轴上的 P 点射出磁场， P 点到 y 轴距离与 Q 点到 y 轴距离相等。不计粒子重力，问：



(1)粒子到达 O 点时速度的大小和方向；

(2)电场强度和磁感应强度的大小之比。

【答案】 (1) $\sqrt{2}v_0$ ，与 x 轴正方向成 45° 角斜向上 (2) $\frac{v_0}{2}$

【解析】 (1)在电场中，粒子做类平抛运动，设 Q 点到 x 轴距离为 L ，到 y 轴距离为 $2L$ ，粒子的加速度为 a ，运动时间为 t ，有

$$2L = v_0 t$$
 ①

$$L = \frac{1}{2} a t^2$$
 ②

设粒子到达 O 点时沿 y 轴方向的分速度为 v_y

$$v_y = at$$
 ③

设粒子到达 O 点时速度方向与 x 轴正方向夹角为 α ，有

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_0}$$
 ④

联立①②③④式得

$$\alpha = 45^\circ$$
 ⑤

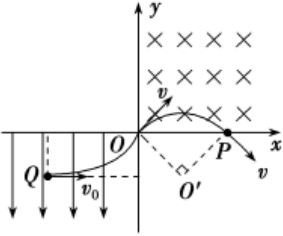
即粒子到达 O 点时速度方向与 x 轴正方向成 45° 角斜向上。

设粒子到达 O 点时速度大小为 v ，由运动的合成有

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} \quad \text{⑥}$$

联立①②③⑥式得

$$v = \sqrt{2}v_0 \quad \text{⑦}$$



(2) 设电场强度为 E ，粒子电荷量为 q ，质量为 m ，粒子在电场中受到的电场力为 F ，由牛顿第二定律可得

$$F = ma \quad \text{⑧}$$

$$\text{又 } F = qE \quad \text{⑨}$$

设磁场的磁感应强度大小为 B ，粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R ，所受的洛伦兹力提供向心力，有

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \quad \text{⑩}$$

由几何关系可知

$$R = \sqrt{2}L \quad \text{⑪}$$

联立①②⑦⑧⑨⑩⑪式得

$$\frac{E}{B} = \frac{v_0}{2}$$

考查方式二 先磁场，后电场

对于粒子从磁场进入电场的运动，常见的有两种情况：

- (1) 进入电场时粒子速度方向与电场方向相同或相反；
- (2) 进入电场时粒子速度方向与电场方向垂直。(如图甲、乙所示)



粒子在电场中做加速或减速运动，用动能定理或运动学公式列式
 粒子在电场中做类平抛运动，用平抛运动知识分析

甲

乙

【例 8】 在如图所示的坐标系中，第一和第二象限(包括 y 轴的正半轴)内存在磁感应强度大小为 B

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/328122056030006127>