

一、选择题

1.AC

提示 由左手定则可以判断,向左偏的粒子 a 应带正电,向右偏的粒子 c 带负电,不偏转的粒子 b 不带电。故本题 AC 正确。

2.A

提示 本题考查了左手定则的直接应用,根据左手定则即可正确判断磁场、运动方向、洛伦兹力三者之间的关系,特别注意的是四指指向和正电荷运动方向相同和负电荷运动方向相反。根据左手定则可知,A 图中洛伦兹力方向应该向下,故 A 正确;B 图中洛伦兹力方向向上,故 B 错误;C 图中洛伦兹力方向向里,故 C 错误;D 图中洛伦兹力方向向外,故 D 错误。故本题选 A。

3.C

提示 带电粒子的速度方向与磁感线方向垂直时,洛伦兹力 $F=qvB$,与电荷量成正比,与质量无关,C 正确。

4.B

提示 安培力和洛伦兹力都是磁场力,A 错误;洛伦兹力永远与电荷运动方向垂直,所以洛伦兹力不做功,安培力是洛伦兹力的宏观表现,它虽然对引起电流的定向移动的电荷不做功,但对导线是可以做功的,B 正确;电荷运动方向与磁感线方向在同一直线上时,运动电荷不受洛伦兹力作用,而此处磁感应强度不为 0,C 错误;洛伦兹力不改变带电粒子的速度大小,但可以改变速度的方向,D 错误。

5.AB

提示 由左手定则,小球落地前受到的洛伦兹力方向斜向上,使得竖直方向上的合力小于重力,故 $t_1>t_2$;而洛伦兹力的水平分量使水平分速度增大,时间又变长,故 $x_1>x_2$ 。由于洛伦兹力不做功,故 v_1 、 v_2 的大小相同,但方向不同。

6.BC

提示 粒子恰沿直线穿过,电场力和洛伦兹力均垂直于速度,故合力为零,粒子做匀速直线运动;根据平衡条件,有 $qvB=qE$,解得 $v=\frac{E}{B}$,只要粒子速度为 $\frac{E}{B}$,就能沿直线匀速通过选择器;若带电粒子带电量为 $+2q$,速度不变,仍然沿直线匀速通过选择器,故 A 错误;若带电粒子带电量为 $-2q$,只要粒子速度为 $\frac{E}{B}$,电场力与洛伦兹力仍然平衡,仍然沿直线匀速通过选择器,故 B 正确;若带电粒子速度为 $2v$,电场力不变,洛伦兹力变为 2 倍,故会偏转,克服电场力做功,电势能增加,故 C 正确;若带电粒子从右侧水平射入,电场力方向不变,洛伦兹力方向反向,故粒子一定偏转,故 D 错误。

二、计算题

7. $3mg-qB\sqrt{2gl}$ $3mg+qB\sqrt{2gl}$

提示 小球由 A 运动到 C 的过程中,洛伦兹力始终与 v 的方向垂直,对小球不做功,只有重力做功,由动能定理有

$mgL=\frac{1}{2}mv^2$

解得 $v_C=\sqrt{2gl}$

在 C 点,由左手定则可知洛伦兹力向上,其受力情况如图甲所示,由牛顿第二定律,有

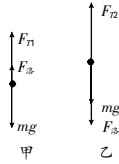
$F_N+F_{\text{洛}}-mg=m\frac{v_C^2}{l}$

又 $F_{\text{洛}}=qv_CB$

所以 $F_N=3mg-qB\sqrt{2gl}$

同理可得小球第二次经过 C 点时,受力情况如图乙所示,所以

$F_N=3mg+qB\sqrt{2gl}$ 。



3 版同步检测 A 卷

一、选择题

1.D

提示 根据左手定则可知,A、B 选项中粒子所受洛伦兹力方向竖直向上,C 选项中粒子所受洛伦兹力方向垂直纸面向里,D 选项中粒子所受洛伦兹力方向垂直纸面向外,故选 D。

2.C

提示 根据题意,由安培定则可知,b 与 d 导线中电流在圆心 O 处产生的磁场正好相互抵消,而 a 与 c 导线中的电流在 O 处产生的磁场方向都向左,相互叠加,则合磁场方向水平向左,当一带负电的粒子从圆心 O 沿垂直于纸面向里的方向运动时,根据左手定则可知,它所受洛伦兹力的方向向下,即从 O 指向 c,选项 C 正确,A、B、D 错误。

3.D

提示 电场对其中的静止电荷、运动电荷都有力的作用,而磁场只对其中的运动电荷才有力的作用,且运动方向不能与磁场方向平行,所以 D 选项正确。

4.C

提示 因电容器与电阻并联,将滑片 P 向上滑动,电阻两端的电压减小,故两板间的电场强度要减小,故所受电场力减小,则粒子将向 b 板偏转运动,故 A 错误;保持开关闭合,将 a 极板向上移动一点,板间距离增大,电压不变,由 $E=\frac{U}{d}$ 可知,板间场强减小,带电粒子受电场力变小,则粒子将向 b 板偏转,故 B 错误;若增大带电粒子的速度,所受洛伦兹力增大,而所受电场力不变,故粒子将向 b 板偏转,故 C 正确;若增大带电粒子带电量,所受电场力增大,而所受洛伦兹力也增大,但两者仍相等,故粒子将不会偏转,故 D 错误。故选 C。

5.D

提示 根据左手定则,正离子受到竖直向下的洛伦兹力,负离子受到竖直向上的洛伦兹力,A、B 错误;不带液体在磁场中流动时,由于没有自由电荷,不能形成电场,M、N 两点间没有电势差,因此无法测出流速,C 错误;根据 $qvB=q\frac{U}{d}$,可得废液的流速 $v=\frac{U}{Bd}$,则废液的流量 $Q=Sv=\frac{\pi d^2}{4}\cdot\frac{U}{Bd}=\frac{\pi Ud}{4B}$,故只需要测量 M、N 两点间电压就能够推算废液的流量,D 正确。

6.CD

提示 在 A 图中刚进入复合场时,带电小球受到方向向左的电场力、向右的洛伦兹力、竖直向下的重力,在重力的作用下,小球的速度要变大,洛伦兹力也会变大,所以水平方向受力不可能总是平衡,A 选项错误;B 图中小球要受到向下的重力、向上的电场力、向外的洛伦兹力,小球要向外偏转,不可能沿直线通过复合场,B 选项错误;C 图中小球受到向下的重力、向右的洛伦兹力、沿电场方向的电场力,若三力的合力恰好为零,则小球将沿直线匀速通过复合场,C 正确;D 图中小球只受到竖直向下的重力和竖直向上的电场力,可以沿直线通过复合场,D 正确。

7.A

提示 由于点电荷 Q 带正电,根据图乙可知带电小球带负电。甲图中要使带电小球能做匀速圆周运动,则洛伦兹力与重力的合力应能充当向

心力,所以洛伦兹力的方向垂直于磁感线向上;根据左手定则可得带电小球逆时针转动(由上向下看),则其受洛伦兹力斜向上,与重力的合力可以指向圆心,故 A 正确,B 错误;Q 带正电,则带电小球在图示位置各点受到的电场力指向 Q,则电场力与重力的合力充当向心力,与带电小球转动方向无关,故 C、D 错误。故本题选 A。

二、计算题

8.(1)带正电 (2) $\frac{mg\cos\alpha}{qB}$ (3) $\frac{m^2g\cos^2\alpha}{2q^2B^2\sin\alpha}$

提示 (1)小球沿斜面下滑,要对斜面的压力为 0,其受到的洛伦兹力应垂直于斜面向上且与重力的分力平衡,根据左手定则,四指应与小球的运动方向一致,所以小球带正电;

(2)当小球对斜面的压力恰好为 0 时,有 $mg\cos\alpha=qvB$,得小球此时的速度 $v=\frac{mg\cos\alpha}{qB}$;
(3)由于只有重力做功,系统的机械能守恒,即 $mgL\sin\alpha=\frac{1}{2}mv^2$,解得小球在斜面上滑行的距离 $L=\frac{m^2g\cos^2\alpha}{2q^2B^2\sin\alpha}$ 。

9.(1)2m/s,方向水平向左

(2)0.1N,方向竖直向下

提示 以滑块为研究对象,自轨道上 A 点滑到 C 点的过程中,受重力 mg ,方向竖直向下;静电力 qE ,方向水平向右;洛伦兹力 $F_{\text{洛}}=qvB$,方向始终垂直于速度方向。

(1)滑块从 A 到 C 的过程中洛伦兹力不做功,由动能定理得

$mgR-qER=\frac{1}{2}mv_C^2$

得 $v_C=\sqrt{\frac{2(mg-qE)R}{m}}=2\text{m/s}$

方向水平向左;

(2)根据洛伦兹力公式得 $F=qv_CB=5\times 10^{-2}\times 2\times 1\text{N}=0.1\text{N}$ 方向竖直向下。

B 卷

1.ABD

提示 若圆环所受洛伦兹力等于重力,圆环对粗糙细杆压力为零,摩擦力为零,圆环克服摩擦力做的功为零,A 正确;若圆环所受洛伦兹力不等于重力,圆环对粗糙细杆压力不为零,摩擦力不为零,圆环以初速度 v_0 向右做减速运动,若开始圆环所受洛伦兹力小于重力,则一直减速到零,圆环克服摩擦力做的功为 $\frac{1}{2}mv_0^2$,B 正确;若开始圆环所受洛伦兹力大于重力,则减速到洛伦兹力等于重力达到稳定,稳定速度 $v=\frac{mg}{qB}$,由动能定理可得圆环克服摩擦力做的功为 $W=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}m(v_0^2-\frac{m^2g^2}{q^2B^2})$,C 错误,D 正确。

2.(1) $g\sin\theta$

(2) $\frac{mg(\sin\theta+\mu\cos\theta)}{\mu Bq}$

提示 (1)小球受力如图 1 所示,当杆对小球的弹力为零时,小球加速度最大。

根据牛顿第二定律有 $mgsin\theta=ma$

求出 $a=g\sin\theta$ 。

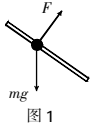


图 1

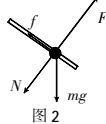


图 2

(2)当小球所受合力为零时,速度最大,设最大速度为 v_m ,小球受力如图 2 所示。根据平衡条件有 $qv_mB=N+mg\cos\theta$

$mgsin\theta=f$

滑动摩擦力 $f=\mu N$

求出 $v_m=\frac{mg(\sin\theta+\mu\cos\theta)}{\mu Bq}$ 。

第 3 期

2 版随堂练习

§1.3 带电粒子在匀强磁场中的运动

1.B

提示 水平导线在导线下方产生的磁场方向垂直于纸面向外,由左手定则可判断电子运动轨迹向下弯曲,又由 $r=\frac{mv}{qB}$ 知,B 减小,r 越来越大,故电子的径迹是 a,B 正确。

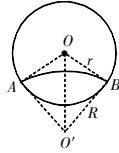
2.BD

提示 由于洛伦兹力不做功,故粒子速率不变,A、C 错误;由 $R=\frac{mv}{qB}$ 和 $T=\frac{2\pi m}{qB}$ 判断,B、D 正确。

3.D

提示 由图中的几何关系可知,圆弧 \widehat{AB} 所对的轨迹圆心角为 60° ,O、O' 的连线为该圆心角的角平分线,由此可得带电粒子圆轨迹半径为 $R=\frac{r}{\tan 30^\circ}=\sqrt{3}r_0$ 。带电粒子在磁场中运动的周期为 $T=\frac{2\pi R}{v_0}=\frac{2\sqrt{3}\pi r_0}{v_0}$ 。故带电粒子在磁场区域中

运动的时间 $t=\frac{60^\circ}{360^\circ}T=\frac{1}{6}T=\frac{\sqrt{3}\pi r_0}{3v_0}$ 。



§1.4 质谱仪和回旋加速器

1.D

提示 由 $qU=\frac{1}{2}mv^2$ 得带电粒子进入磁场的速度 $v=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$,结合带电粒子在磁场中运动的

轨迹半径 $R=\frac{mv}{Bq}$,综合得到 $R=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$ 。由题意可知该离子与质子在磁场中具有相同的轨道半径和电荷量,则 $\frac{m_0}{m_p}=144$,故 D 正确。

2.A

提示 粒子在磁场中,洛伦兹力提供向心力,周期 $T=\frac{2\pi m}{qB}$,氕核和氦核的比荷相等,则两粒子在磁场中运动的周期相同,故 A 正确;根据回旋加速器的工作原理可知,粒子在磁场中运动的频率等于高频电源的频率,故两次频率相同,故 C 错误;根据 $qvB=m\frac{v^2}{R}$,可得最大速度 $v=\frac{qBR}{m}$,由于氕核和氦核比荷相同,因此它们的最大速度也相同,故 B 错误;最大动能 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{q^2B^2R^2}{2m}$,高频电源的频率与粒子最大动能无关,故 D 错误。故选 A。

3 版同步检测

A 卷

一、选择题

1.AD

提示 若运动电荷平行磁场方向进入磁场,则电荷做匀速直线运动,若运动电荷垂直磁场方向进入磁场,则电荷做匀速圆周运动,A、D 正确。

2.A

提示 根据左手定则可知 N 带正电,M 带负电,A 正确;因为 $r=\frac{mv}{Bq}$,而 M 的半径大于 N 的半径,所以 M 的速率大于 N 的速率,B 错误;洛伦兹力不做功,C 错误;M 和 N 的运行时间都为 $t=\frac{\pi m}{Bq}$,D 错误。故本题选 A。

3.ABC

提示 平行板间电场方向向下,粒子由 A 点静止释放后在电场力的作用下向下运动,所以粒子必带正电荷,A 正确;因为洛伦兹力不做功,电场力做功等于动能的变化,而粒子到达 B 点时的速度为零,所以从 A 到 B 电场力所做正功与负功之和为零,则 B 点与 A 点位于同一高度,B 正确;因 C 点为轨道最低点,粒子从 A 运动到 C 电场力做功最多,C 点具有的动能最大,所以粒子在 C 点速度最大,C 正确;如果右侧仍有同样的电场和磁场的叠加区域,粒子将在 B 的右侧重复前面的曲线运动,因此,粒子是不可能沿原曲线返回 A 点的,D 错误。

4.AD

提示 粒子由加速器的中心附近进入加速器,从电场中获取能量,最后从加速器边缘离开加速器,选项 A、D 正确。

5.AD

提示 由动能定理 $qU=\frac{1}{2}mv^2$ 。离子进入磁场后将在洛伦兹力的作用下发生偏转,由圆周运动的知识,有 $x=2r=\frac{2mv}{qB}$,故 $x=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$,分析四个选项,A、D 正确,B、C 错误。

6.A

提示 质子 ${}_1^1\text{H}$ 和 α 粒子(${}_2^4\text{He}$)的带电荷量之比为 $q_p:q_\alpha=1:2$,质量之比 $m_p:m_\alpha=1:4$ 。由带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的规律可知,轨道半径 $r=\frac{mv}{qB}$,周期 $T=\frac{2\pi m}{qB}$,因为两粒子速率相同,代入 q 、 m ,可得 $r_p:r_\alpha=1:2$, $T_p:T_\alpha=1:2$,故选项 A 正确,B、C、D 错误。

7.AB

提示 如图 1 所示,带电粒子刚好打在极板右边缘时,有 $r_1^2=(r_1-\frac{l}{2})^2+l^2$

又 $r_1=\frac{mv_1}{Bq}$

所以 $v_1=\frac{5Bql}{4m}$

粒子刚好打在极板左边缘时,有

$r_2=\frac{l}{4}=\frac{mv_2}{Bq}$,可得 $v_2=\frac{Bql}{4m}$

综合上述分析可知,选项 A、B 正确。

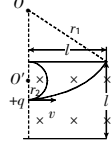


图 1

二、计算题

8.(1) $\frac{\pi m}{6eB}$ (2) $\frac{eB^2d^2}{2m}$

提示 (1)由 $evB=m\frac{v^2}{R}$, $T=\frac{2\pi R}{v}$

得电子在磁场中运动周期 $T=\frac{2\pi m}{eB}$

电子在磁场中运动时间 $t=\frac{30^\circ}{360^\circ}T=\frac{1}{12}T$

得 $t=\frac{\pi m}{6eB}$;

(2)电子刚好不从边界Ⅲ穿出时轨道与边界相切,运动半径为 $R=d$

由 $evB=m\frac{v^2}{R}$,得 $v=\frac{eBd}{m}$

PQ 间由 $eU=\frac{mv^2}{2}$,得 $U=\frac{eB^2d^2}{2m}$ 。

B 卷

一、选择题

1.B

提示 粒子在磁场中运动时,洛伦兹力垂直

于速度方向不做功,故动能不变。根据洛伦兹力提供向心力有 $qvB=\frac{mv^2}{r}$,解得 $r=\frac{mv}{qB}$,速度不变,则磁场强度越大,轨迹半径越小,故 $r_1<r_2$,故选 B。

2.AC

提示 根据左手定则可判定 a 带负电,同理可知 b 带正电,所以选项 A 正确;由图 2 可知,两个粒子在磁场中的半径之比为 $1:\sqrt{3}$,所以选项 B 错误;圆弧所对应的圆心角分别为 120° 、 60° ,故所用时间分别为 $\frac{1}{3}T_\alpha$ 、 $\frac{1}{6}T_b$,根据 $T=\frac{2\pi m}{Bq}$ 可知

$\frac{1}{3}m_\alpha=\frac{1}{6}m_b$,所以可解得 $m_\alpha:m_b=1:2$,故选选项 C 正确;根据 $r=\frac{mv}{Bq}$ 可知, $v_\alpha:v_b=r_\alpha:r_b=1:\sqrt{3}$,所以选项 D 错误。

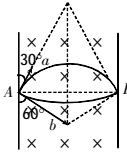


图 2

二、计算题

3.(1) $\frac{mv_0^2}{2qh}$

(2) $\frac{\sqrt{2}mv_0}{qB}$

(3) $\frac{2h}{v_0}+\frac{3\pi m}{4qB}$

提示 粒子运动轨迹如图 3 所示。

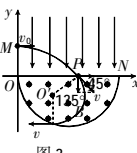


图 3

(1)设粒子在电场中运动的时间为 t_1 。

x 方向: $2h=v_0t_1$

y 方向: $h=\frac{1}{2}at_1^2$

根据牛顿第二定律 $Eq=ma$

联立解得 $E=\frac{mv_0^2}{2qh}$ 。

(2)根据动能定理

$Eqh=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

洛伦兹力提供向心力,则 $qvB=m\frac{v^2}{r}$

联立解得 $r=\frac{\sqrt{2}mv_0}{qB}$ 。

(3)粒子在电场中运动的时间

$t_1=\frac{2h}{v_0}$

粒子在磁场中运动的周期

$T=\frac{2\pi r}{v}=\frac{2\pi m}{qB}$

又因为进入磁场时, $v_x=v_y=v_0$,故 v 与 x 轴正方向成 45° 角,则根据题意可知,在磁场中转过的圆心角为 135° 。设粒子在磁场中运动的时间为 t_2 ,则

$t_2=\frac{3}{8}T$

粒子经历的总时间 $t=t_1+t_2=\frac{2h}{v_0}+\frac{3\pi m}{4qB}$ 。