

江苏省仪征中学高二物理磁场补充练习 2

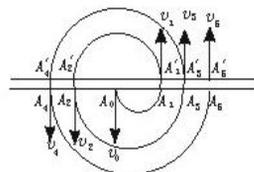
命题人：付克文

时间：10 月 12 日

一、单选题

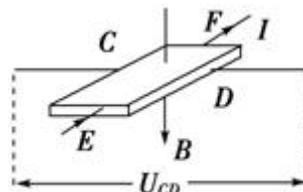
1. 回旋加速器是利用较低电压的高频电源，使粒子经多次加速获得巨大速度的一种仪器，工作原理如图. 下列说法正确的是()

- A. 粒子在磁场中做匀速圆周运动
- B. 粒子由 A_0 运动到 A_1 比粒子由 A_2 运动到 A_3 所用时间少
- C. 粒子的轨道半径与它的速率无关
- D. 粒子的运动周期和运动速率成正比



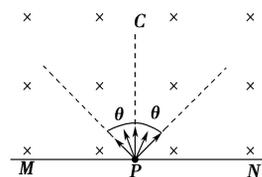
2. 利用霍尔效应制作的霍尔元件，广泛应用于测量和自动控制等区域，如图是霍尔元件的工作原理示意图，磁感应强度 B 垂直于霍尔元件的工作面向下，通入图示方向的电流 I ， C 、 D 两侧面会形成电势差 U_{CD} 。下列说法正确的是()

- A. 电势差 U_{CD} 仅与材料有关
- B. 仅增大磁感应强度时,电势差 U_{CD} 变大
- C. 若霍尔元件的载流子是自由电子,则电势差 $U_{CD} > 0$
- D. 在测定地球赤道上方的地磁场强弱时,霍尔元件的工作面应保持水平



3. 如图所示，在足够大的屏 MN 的上方有磁感应强度为 B 的匀强磁场，磁场方向垂直纸面向里， P 为屏上一小孔， PC 与 MN 垂直. 一束质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的粒子(不计重力)以相同的速率 v 从 P 处射入磁场区域，粒子入射方向在与磁场垂直的平面里，且分散在与 PC 夹角为 θ 的范围内，则在屏 MN 上被粒子打中区域的长度为()

- A. $\frac{2mvq}{B}$
- B. $\frac{2mv \cos \theta}{qB}$
- C. $\frac{2mv(1 - \sin \theta)}{qB}$
- D. $\frac{2mv(1 - \cos \theta)}{qB}$



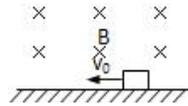
4. 对磁现象的研究中有一种“磁荷观点”. 人们假定，在 N 极上聚集着正磁荷，在 S 极上聚集着负磁荷. 由此可以将磁现象与电现象类比，引入相似的概念，得出一系列相似的定律. 例如磁的库仑定律、磁场强度、磁偶极矩等. 在磁荷观点中磁场强度定义为：磁场强度的大小等于点磁荷在该处所受磁场力与点磁荷所带磁荷量的比值，其方向与正磁荷在该处所受磁场力方向相同. 若用 H 表示磁场强度， F 表示点磁荷所受磁场力， qm 表示磁荷量，则下列关系式正确的是()

- A. $F = \frac{H}{qm}$
- B. $H = \frac{F}{qm}$
- C. $H = Fqm$
- D. $qm = HF$

二、多选题

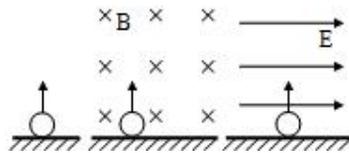
5. 质量为 m ，电量为 q 的带正电小物块在磁感强度为 B ，方向垂直纸面向里的匀强磁场中，沿动摩擦因数为 μ 的绝缘水平面以初速度 v_0 开始向左运动，如图所示。物块经时间 t 移动距离 s 后停了下来，设此过程中， q 不变，则 ()

- A. $s > \frac{v_0^2}{2\mu g}$ B. $s < \frac{v_0^2}{2\mu g}$
 C. $t > \frac{mv_0}{\mu(mg+qv_0B)}$ D. $t < \frac{mv_0}{\mu(mg+qv_0B)}$



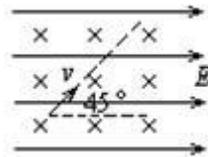
6. 带电小球以一定的初速度 V_0 竖直向上抛出，能够达到的最大高度为 h_1 ；若加上水平方向的匀强磁场，且保持初速度仍为 V_0 ，小球上升的最大高度为 h_2 ；若加上水平方向的匀强电场，且保持初速度仍为 V_0 ，小球上升的最大高度为 h_3 ，如图所示。不计空气，则 ()

- A. $h_1 = h_2$ B. $h_1 > h_2$
 B. C. $h_1 = h_3$ D. $h_3 > h_2$



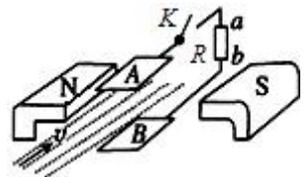
7. 质量为 m ，带电量为 q 的微粒以速度 v 与水平方向成 45° 角进入匀强电场和匀强磁场，如图所示，磁场方向垂直纸面向里。如微粒在电场、磁场、重力场作用下做匀速直线运动，则 ()

- A. 电场强度的大小为 $E = \frac{mg}{q}$
 B. B. 电场强度的大小为 $E = \frac{\sqrt{2}mg}{q}$
 C. 磁感应强度的大小为 $B = \frac{mg}{qv}$
 C. D. 磁感应强度的大小为 $B = \frac{\sqrt{2}mg}{qv}$



8. (多选) 如图表示磁流体的发电原理：将一束等离子体 (重力不计) 沿图示方向以速度 v 喷射入磁场，金属板 A 、 B 就形成一个直流电源，设磁感应强度为 B ，金属板 A 、 B 相距 d ，外接电阻 R ， A 、 B 间弥漫的电离气体电阻为 r 。则下述说法正确的是 ()

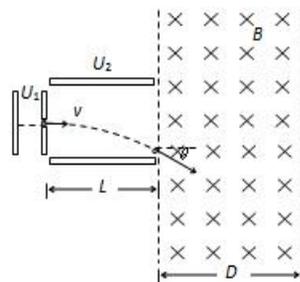
- A. 金属板 A 为电源的正极
 B. 开关断开时,金属板间的电势差为 Bvd
 C. 开关闭合后,金属板间的电势差为 $\frac{BvdR}{R+r}$
 D. 等离子体发生偏转的原因是洛伦兹力大于所受电场力



三、计算题

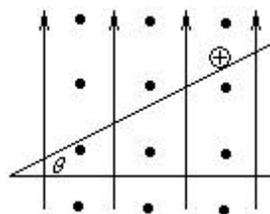
9. 如图所示，一带电微粒质量为 $m=2.0 \times 10^{-11} \text{kg}$ 、电荷量 $q=+1.0 \times 10^{-5} \text{C}$ ，从静止开始经电压为 $U_1=100 \text{V}$ 的电场加速后，水平进入两平行金属板间的偏转电场中，微粒射出电场时的偏转角 $\theta=30^\circ$ ，并接着进入一个方向垂直纸面向里、宽度为 $D=34.6 \text{cm}$ 的匀强磁场区域。已知偏转电场中金属板长 $L=10 \text{cm}$ ，两板间距 $d=17.3 \text{cm}$ ，重力不计。求：

- (1) 带电微粒进入偏转电场时的速率 v_1 ； ($\sqrt{3} \approx 1.73$)
- (2) 偏转电场中两金属板间的电压 U_2 ；
- (3) 为使带电微粒不会由磁场右边射出，该匀强磁场的磁感应强度 B 至少多大？

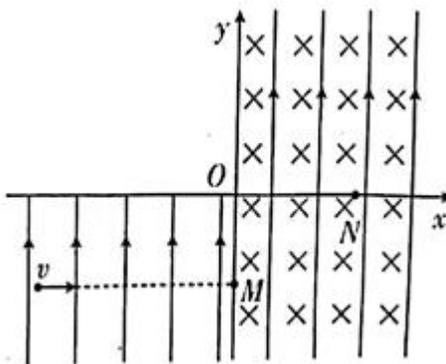


10. 在相互垂直的匀强电场和匀强磁场中，有一倾角为 θ ，足够长的光滑绝缘斜面，磁感应强度为 B ，方向垂直纸面向外，电场方向竖直向上。有一质量为 m ，带电荷量为 $+q$ 的小球静止在斜面顶端，这时小球对斜面的正压力恰好为零，如图，若迅速把电场方向反转成竖直向下。求：

- (1) 小球能在斜面上连续滑行多远？
- (2) 所用时间是多少？



11. 如图所示，在 xOy 平面的第一、第三和第四象限内存在着方向竖直向上的大小相同的匀强电场，在第一和第四象限内存在着垂直于纸面向里的匀强磁场，一个质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的带电质点，在第三象限中以沿 x 轴正方向做速度为 v 的匀速直线运动，第一次经过 y 轴上的 M 点， M 点距坐标原点 O 的距离为 l ，然后在第四象限和第一象限的电磁中做匀速圆周运动，质点第一次经过 x 轴上的 N 点距坐标原点 O 的距离为 $\sqrt{3}l$ ，已知重力加速度为 g ，求：
- (1) 匀强电场的电场强度的大小 E ；
 - (2) 匀强磁场的磁感应强度的大小 B ；
 - (3) 质点第二次经过 x 轴的位置距坐标原点的距离 d 。



答案和解析

1. 【答案】A

2. 【答案】B

【解析】 【分析】

在霍尔元件中，移动的是自由电子，根据左手定则判断出电子所受洛伦兹力方向，从而知道两侧面所带电荷的电性，即可知道 C、D 两侧面会形成电势差 U_{CD} 的正负。CD 间存在电势差，之间就存在电场，电子在电场力和洛伦兹力作用下处于平衡，根据平衡推导出电势差 U_{CD} 与什么因素有关。

解决本题的关键知道霍尔元件中移动的是自由电子，以及自由电子在电场力和洛伦兹力作用下处于平衡。

【解答】

AB. 根据 CD 间存在电势差，之间就存在电场，电子在电场力和洛伦兹力作用下处于平衡，设霍尔元件的长宽高分别为 a 、 b 、 c ，

则有： $q\frac{U}{b}=qvB$ ， $I=nqvS=nqvbc$ ，则： $U_{CD}=\frac{BI}{nqc}$ ， n 由材料决定，故 U 与材料有关； U 还与厚度 c 成反比，与宽 b 无关，同时还与磁场 B 与电流 I 有关，故 A 错误、B 正确；

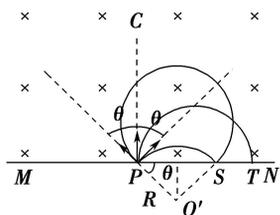
C. 根据左手定则，电子向 C 侧面偏转，C 表面带负电，D 表面带正电，所以 D 表面的电势高，则 $U_{CD}<0$ ；故 C 错误；

D. 在测定地球赤道上方的地磁场强弱时，应将元件的工作面保持竖直，让磁场垂直通过，故 D 错误；

故选 B。

3. 【答案】D [如图所示，ST 之间的距离为在屏 MN 上被粒子打中区域的长度。粒

子在磁场中运动的轨道半径 $R=\frac{mv}{qB}$



则 $PS=2R\cos\theta=\frac{2mv\cdot\cos\theta}{qB}$ ，

$$PT=2R=\frac{2mv}{qB}, \text{ 所以 } ST=\frac{2mv(1-\cos \theta)}{qB}.]$$

4.【答案】B [题目已经说明磁场强度的大小等于点磁荷在该处所受磁场力与点

磁荷所带磁荷量的比值，故： $H=\frac{F}{q_m}$.]

5.【答案】BC

【解析】【分析】

物块向左运动的过程中，受到重力、洛伦兹力、水平面的支持力和滑动摩擦力，向左做减速运动。采用假设法分析：假设不受洛伦兹力，根据动能定理求出滑行距离；假设洛伦兹力是恒力大小为 qv_0B ，根据动量定理求出运动时间，最后进行选择。

本题考查应用动能定理和动量定理研究变力情况的能力。在中学阶段，这两个定理，一般用来研究恒力作用情况，本题采用假设法，将变力与恒力情况进行比较得出答案。

【解答】

AB.假设物块不受洛伦兹力，根据动能定理，得：

$$-\mu mgs = -\frac{1}{2}mv_0^2, \text{ 得到 } s = \frac{v_0^2}{2\mu g}$$

因为物块带正电，受到向下的洛伦兹力，摩擦力增大，滑行的距离减小

则 $s < \frac{v_0^2}{2\mu g}$ ，故 A 错误，B 正确。

CD.假设洛伦兹力是恒力，大小为 qv_0B 保持不变，则由动量定理，得 $-\mu(mg+qv_0B)t = 0 - mv_0$

$$\text{得 } t = \frac{mv_0}{\mu(mg+qv_0B)}$$

因为物块向左做减速运动，洛伦兹力减小，加速度减小，滑行时间变长

则有 $t > \frac{mv_0}{\mu(mg+qv_0B)}$ ，故 C 正确，D 错误。

故选：BC。

6【答案】BCD

【解析】【分析】

当小球只受到重力的作用的时候，球做的是竖直上抛运动；当小球在磁场中运动到最高点时，由于洛伦兹力的作用，会改变速度的方向，所以到达最高点是小球的速度大小不为零；当加上电场时，电场力在水平方向，只影响小球在水平方向的运动，不影响竖直方向的运动的情况，而第 4 个电场力影响加速度，从而影响高度。

洛伦兹力的方向始终和速度的方向垂直，只改变球的速度方向，所以磁场对电子的洛伦兹力始终不做功。

【解答】

第 1 个图：由竖直上抛运动的最大高度公式得： $h_1 = \frac{v_0^2}{2g}$ 。

第 3 个图：当加上电场时，由运动的分解可知，在竖直方向上有：

$$v_0^2 = 2gh_3,$$

所以 $h_1 = h_3$ ；

而第 2 个图：洛伦兹力改变速度的方向，

当小球在磁场中运动到最高点时，小球应有水平速度，设此时的球的动能为 E_k ，则由能量守恒得：

$$mgh_2 + E_k = \frac{1}{2}mv_0^2,$$

又由于 $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh_1$

所以 $h_1 > h_2$ ，故 A 错误，BCD 正确；

故选：BCD。

7. 【答案】AD

【解析】 【分析】

本题考查带电粒子在复合场中的运动，能正确受力分析结合平衡条件解题是关键。

对带电粒子受力分析，根据平衡条件结合几何关系求解；

【解答】

AB.对带电粒子受力分析，因做匀速直线运动，所以受竖直向下的重力，水平向右的电场力和垂直轨迹斜向上的洛伦兹力，根据平衡条件结合几何关系有： $\tan 45^\circ = \frac{Eq}{mg}$ ，所以 $E = \frac{mg}{q}$ ，故 A 正确，B 错误；

CD.根据平衡条件结合几何关系有： $qvB = \frac{mg}{\cos 45^\circ}$ ，解得： $B = \frac{\sqrt{2}mg}{qv}$ ，故 D 正确，C 错误。

故选 AD。

8. 【答案】BCD

【解析】 【分析】

根据左手定则判断出正负电荷所受洛伦兹力的方向，从而判断出正负电荷的偏转方向，带正电的极板电势高，电流从正极板流向负极板；根据电场力和洛伦兹力平衡求出电动势的大小，结合闭合电路欧姆定律求出电流的大小，从而得出两极板间的电势差，解决本题的关键掌握左手定则判断洛伦兹力的方向，以及知道电流在外电路中，由高电势流向低电势；解决本题的关键知道稳定时，电荷所受的电场力和洛伦兹力平衡，结合闭合电路欧姆定律进行求解。

【解答】

A.根据左手定则知，正电荷向下偏，负电荷向上偏，则 A 板带负电，故 A 错误；

B.根据 $qvB = q\frac{E_{\text{电动}}}{d}$ 得， $E_{\text{电动}} = Bdv$ ，故 B 正确；

C.因电动势的大小为： $E=Bdv$ ，

则流过 R 的电流为： $I=\frac{E}{R+r}=\frac{Bdv}{R+r}$ ，

两极板间电势差为： $U=IR=\frac{BvdR}{R+r}$ ，故 C 正确；

D.等离子体发生偏转的原因是离子所受洛伦兹力大于所受电场力，故 D 正确。
故选 BCD。

9.【答案】解：（1）带电微粒在电场中加速，由动能定理得： $qU_1=\frac{1}{2}mv_1^2-0$ ，

代入数据解得： $v_1=1.0\times 10^4\text{m/s}$ ；

（2）带电微粒在偏转电场中只受电场力作用，做类平抛运动。

在水平方向微粒做匀速直线运动，水平方向： $L=v_1t$ ，

带电微粒在竖直方向做匀加速直线运动，加速度为 a ，出电场时竖直方向速度为 v_2

竖直方向： $a=\frac{qE}{m}=\frac{qU_2}{md}$ ， $v_2=at$ ， $\tan\theta=\frac{v_2}{v_1}$ ，

解得： $\tan\theta=\frac{U_2L}{2dU_1}$ ，

$U_2=\frac{2dU_1\tan\theta}{L}$ ，

代入数据解得： $U_2=200\text{V}$ ；

（3）带电微粒进入磁场做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，微粒轨道刚好与磁场右边界相切，设轨道半径为 R ，由几何关系知：

$D=R+R\cos 60^\circ=\frac{3}{2}R$ ， $R=\frac{2}{3}D$ ，

设微粒进入磁场时的速度为 v ，则 $v=\frac{v_1}{\cos 30^\circ}=\frac{2\sqrt{3}}{3}v_1$ ，

由牛顿第二定律得： $qvB=m\frac{v^2}{R}$ ，

代入数据解得： $B=0.1\text{T}$ ，

若带电粒子不射出磁场，磁感应强度 B 至少为 0.1T ；

答：（1）带电微粒进入偏转电场时的速率 v_1 为 $1.0\times 10^4\text{m/s}$ ；

（2）偏转电场中两金属板间的电压 U_2 为 200V ；

（3）为使带电微粒不会由磁场右边射出，该匀强磁场的磁感应强度 B 至少为 0.1T 。

【解析】（1）粒子在加速电场中，电场力做功，由动能定理求出速度 v_1 。

（2）粒子进入偏转电场后，做类平抛运动，运用运动的合成与分解求出电压。

（3）粒子进入磁场后，做匀速圆周运动，结合条件，画出轨迹，由几何知识求半径，再求 B 。

本题属于带电粒子在组合场中的运动，在电场中做类平抛运动时通常将运动分解为平行于

电场方向与垂直于电场两个方向或借助于动能定理解决问题。

10.【答案】解：（1）由静止可知： $qE=mg$

当小球恰好离开斜面时，对小球受力分析，受竖直向下的重力、电场力和垂直于斜面向上的洛伦兹力，此时在垂直于斜面方向上合外力为零。

则有： $(qE+mg)\cos\theta=qvB$

由动能定理得： $(qE+mg)\sin\theta\cdot x=\frac{1}{2}mv^2$

解得： $x=\frac{m^2g\cos^2\theta}{q^2B^2\sin\theta}$

（2）对小球受力分析，在沿斜面方向上合力为 $(qE+mg)\sin\theta$ ，且恒定，故沿斜面方向上做匀加速直线运动。由牛顿第二定律得：

$(qE+mg)\sin\theta=ma$

得： $a=2g\sin\theta$

由 $x=\frac{1}{2}at^2$

得： $t=\frac{m\cos\theta}{qB\sin\theta}$

答：（1）小球能在斜面上滑行距离为 $\frac{m^2g\cos^2\theta}{q^2B^2\sin\theta}$ ；

（2）小球在斜面上滑行时间是 $\frac{m\cos\theta}{qB\sin\theta}$ 。

【解析】（1）当电场竖直向上时，小球对斜面无压力，可知电场力和重力大小相等；当电场竖直向下时，小球受到向下的力为 $2mg$ ；当小球恰好离开斜面时，在垂直于斜面的方向上合力为零，由此可求出此时的速度；在此过程中，电势能和重力势能转化为动能，由动能定理即可求出小球下滑的距离。

（2）经受力分析可知，小球在沿斜面方向上合力不变，故沿斜面做匀加速直线运动，由运动学公式可求出运动时间。

该题考察了带电物体在复合场中的运动情况，解决此类问题要求我们要对带电物体进行正确的受力分析，要注意找出当小球离开斜面时的受力情况是解决该题的关键。

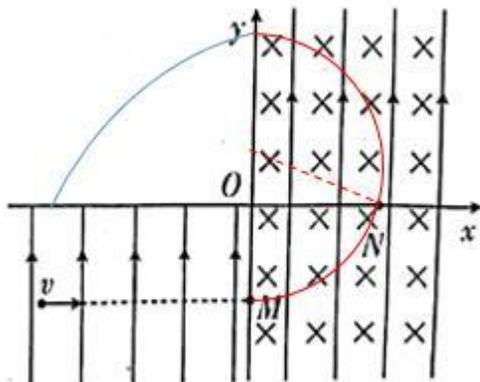
在运动学中，只牵扯到位移和速度问题的往往用能量解决；如果牵扯到时间，往往应用牛顿运动定律或动量定理来解决。

11.【答案】解：（1）带电质点在第三象限中做匀速直线运动，电场力与重力平衡： $qE=mg$

可得： $E=\frac{mg}{q}$

（2）设质点做匀速圆周运动的半径为 R ，根据几何关系可得： $R^2=(R-l)^2+(\sqrt{3}l)^2$

解得： $R=2l\cdots\textcircled{1}$



根据洛伦兹力提供向心力可得： $qvB=m\frac{v^2}{R}\cdots\textcircled{2}$

联立①②式可得： $B=\frac{mv}{2ql}$

(3) 质点在第二象限做平抛运动后第二次经过 x 轴，设下落的高度为 h ，
则： $h=2R-l=3l\cdots\textcircled{3}$

由平抛运动的规律： $h=\frac{1}{2}gt^2\cdots\textcircled{4}$

$d=vt\cdots\textcircled{5}$

联立③④⑤式可得： $d=v\sqrt{\frac{6l}{g}}$

答：(1) 匀强电场的电场强度的大小 E 为 $\frac{mg}{q}$ ；

(2) 匀强磁场的磁感应强度的大小 B 为 $\frac{mv}{2ql}$ ；

(3) 质点第二次经过 x 轴的位置距坐标原点的距离 d 为 $v\sqrt{\frac{6l}{g}}$ 。

【解析】(1) 带电质点在第三象限中做匀速直线运动，电场力与重力平衡，列出平衡方程，即可求出匀强电场的电场强度的大小 E ；

(2) 电场力与重力平衡，相当于只受洛伦兹力作用，故粒子做匀速圆周运动，利用洛伦兹力提供向心力结合几何关系，联立即可求出匀强磁场的磁感应强度的大小 B ；

(3) 利用平抛运动的规律，结合几何关系，联立即可求出质点第二次经过 x 轴的位置距坐标原点的距离 d 。

本题考查了带电粒子在磁场中运动的临界问题，粒子在磁场中的运动运用洛伦兹力提供向心力结合几何关系求解，类平抛运动运用运动的合成和分解牛顿第二定律结合运动学公式求解，难度不大，解题关键是要作出临界的轨迹图，正确运用数学几何关系。