# 第 1 章 安培力与洛伦兹力 章末练习

## 科学认知

1．电子以速度 *v* 垂直进入磁感应强度为 *B* 的匀强磁场中，电子的动量、动能会发生变化吗？为什么？

**参考解答**：电子的动量发生变化，动能不变。因为洛伦兹力只改变电子的运动方向，不改变速度大小，动量为矢量，与速度的大小和方向都有关，因速度的方向发生了变化，动量也就发生了变化；动能为标量，只与速度的大小有关，所以动能保持不变。

2．两相邻匀强磁场区域的磁感应强度大小不同，方向平行。一速度方向与磁感应强度方向垂直的带电粒子（不计重力），从较强磁场区域进入到较弱磁场区域后，粒子的

A．轨道半径减小，角速度增大 B．轨道半径减小，角速度减小

C．轨道半径增大，角速度增大 D．轨道半径增大，角速度减小

**参考解答**：D

3．如图所示，在圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场。带电粒子（不计重力）第一次以速度 *v*1 沿直径射入，粒子飞出磁场区域时，速度方向偏转60°；该带电粒子第二次以速度 *v*2 从同一点沿同一方向射入，粒子飞出磁场区域时，速度方向偏转 90°。带电粒子第一次和第二次在磁场中运动时

*O*

*v*1

*q*

*v*2

A．半径之比为 ∶1 B．速度之比为 1∶

C．时间之比为 2∶3 D．时间之比为 3∶2

**参考解答**：AC

4．医院使用血浆时，需利用电磁泵从血库向外抽血。电磁泵的结构示意图如图所示，长方形导管的左右表面绝缘，上下表面为导体，管长为 *a*，内壁高为 *b*，宽为 *l*，且内壁光滑。将导管放入匀强磁场，让左右表面与磁场垂直。因充满导管的血浆中带有正、负离子，将上下表面和电源接通后，导管的前后两端便会产生压强差 *p*，从而将血浆抽出，其中 *v* 为血液流动速度。若血浆的电阻率为 *ρ*，所加电源的电动势为 *E*，内阻为 *r*，匀强磁场的磁感应强度为 *B*。请从以上信息中选择相关条件，求血浆受到的安培力大小。

*l*

*b*

*a*

*B*

*E* , *r*

*v*

**参考解答**：*F* =

5．如图所示，电荷量均为 *q*、质量不同的正离子飘入电压为 *U*0 的加速电场，其初速度几乎为零；这些离子经过加速后通过狭缝 O 沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为 *B* 的匀强磁场，最后打在底片上，已知放置底片的区域 MN = *l*，OM = *l*。某次测量发现 MN 中左侧 区域 MQ 损坏，检测不到离子，但右侧 区域 QN 仍能正常检测到离子。在适当调节加速电压后，原本打在区域MQ 的离子即可在区域 QN 检测到。

*B*

*l*

*l*

*M*

*U*0

*P*

*Q*

*N*

*O*

（1）求原本打在区域 MN 中点 P 的离子质量 *m*；

（2）为使原本打在 P 点的离子能打在区域 QN，求加速电压的调节范围。

**参考解答**：（1）*m* =

（2）*U*0 ≤ *U* ≤ *U*0

6．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。电磁轨道炮示意图如图所示，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。首先将开关 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。当回路中电流为零时，MN 达到最大速度，之后离开导轨。从上述信息中选择适当条件，求：

*C*

M

N

S

1

2

*E*

（1）磁场的方向；

（2）MN 刚开始运动时加速度 *a* 的大小。

**参考解答**：（1）垂直于导轨平面向下

（2）*a* =

\*7．某同步加速器的简化模型如图所示。M、N 为两块中心开有小孔的平行金属板，质量为 *m*、电荷量为 *q* 的带正电的粒子 A （不计重力）从M 板小孔飘入两板间，初速度可视为零。当 A 进入两板间时，两板间的电势差变为 *U*，粒子得到加速；当 A 离开 N 板时，两板上的电荷量均立即变为零。两板外部存在垂直于纸面向里的匀强磁场，A 在磁场作用下做半径为 *R* 的圆周运动，*R* 远大于板间距离。A 经电场多次加速，动能不断增大，为使 *R* 保持不变，磁场必须相应地变化。不计粒子加速时间及其做圆周运动产生的电磁辐射，不考虑磁场变化对粒子速度的影响及相对论效应。求：

*q*

*N*

*M*

*R*

（1）A 在第一周运动时磁场的磁感应强度 *B*1 的大小；

（2）A 在运动的第 *n* 周内电场力对粒子做功的平均功率 $\overbar{P\_{n}}$。

**参考解答**：（1）*B*1 =

（2）$\overbar{P\_{n}}$ =

## 科学辨析

8．在光滑水平面上放置一根可自由移动的导体 cd，在其上方附近有一固定的导体 ab 并与之垂直。当两导体同时通以如图所示的电流时，导体cd 将会怎样运动？

*c*

*d*

*b*

*a*

*I*1

*I*2

**参考解答**：导体杆 cd 会逆时针转动。如果安培力足以克服导体杆 cd 的重力，导体杆 cd 在转动的过程中会靠近导体杆 ab。

## 温故知新

9．在城市建设施工中，经常需要确定地下金属管线的位置，如图所示。有一种探测方法是，首先给金属管线通入电流，再用可测量磁场强弱、方向的仪器进行以下操作：①用测量仪在金属管线附近的水平地面上找到磁场最强的某点，记为 a ；②在 a 点附近的地面上找到与 a 点磁感应强度相同的若干点，将这些点连成直线 EF ；③在地面过 a 点垂直于 EF 的直线上，找到磁场方向与地面夹角为 45° 的 b、c 两点，测得 b、c 两点距离为 *l*，由此可确定金属管线（不计地磁场影响）

*I*

金属管线

A．平行于 EF，深度为 B．平行于 EF，深度为 *l*

C．垂直于 EF，深度为 D．垂直于 EF，深度为 *l*

**参考解答**：A

10．倾角 *θ* = 30° 的光滑导体滑轨 AB 和 CD 上端接入一电动势 *E* = 3 V 的电源，滑轨间距 *l* = 10 cm。将一根质量 *m* = 30 g、电阻 *R* = 0.5 Ω 的金属棒水平放置在滑轨上，滑轨处在垂直于滑轨平面的匀强磁场中。当闭合开关 S 后，金属棒刚好静止在滑轨上，如图所示。不计电源的内阻和滑轨的电阻，取重力加速度 *g* = 10 m/s2，求磁场的方向和磁感应强度的大小。

*B*

*θ*

*D*

*C*

S

*A*

**参考解答**：垂直斜面向下，*B* = 0.25 T

11．请根据第 1 章（安培力与洛伦兹力）的内容，结合你的理解，画出概念图。

### 我的学习总结

# 单元自我检测

### 一、选择题（本题共 5 小题。在每小题给出的四个选项中，第 1 ～ 3 题只有一项符合题目要求，第 4、5 题有多项符合题目要求）

1．两根互相平行的通电直导线 a、b 的横截面如图所示，a、b 中的电流方向已在图中标出。导线 a 中电流产生的磁场的磁感线环绕方向和导线 b 所受的安培力的方向分别是

左

右

*a*

*b*

A．顺时针，向左 B．顺时针，向右

C．逆时针，向左 D．逆时针，向右

**参考解答**：B

2．在赤道的上空，设想有一束自东向西运动的电子流。因受地磁场的作用，它将

A．向东偏转 B．向西偏转

C．向上偏转 D．向下偏转

**参考解答**：C

3．如图所示，金属棒 MN 两端由等长的轻质细线水平悬挂，处于竖直向上的匀强磁场中。棒中通以由 M 向 N 的电流，平衡时两悬线与竖直方向的夹角均为 *θ*。如果仅改变下列某一个条件，*θ* 相应的变化情况是

*θ*

*N*

*B*

*M*

A．棒中的电流变大，*θ* 角变大

B．两悬线等长变短，*θ* 角变小

C．金属棒质量变大，*θ* 角变大

D．磁感应强度变大，*θ* 角变小

**参考解答**：A

4．如图所示，MN 表示一块非常薄的金属板，带电粒子（不计重力）在匀强磁场中运动并穿过薄金属板，虚线表示其运动轨迹，由图可知粒子

*a*

*b*

*B*

*c*

*e*

*d*

*M*

*N*

A．带负电荷

B．沿 e → d → c → b → a 方向运动

C．穿越金属板后，轨迹半径变大

D．穿越金属板后，所受洛伦兹力变大

**参考解答**：AB

5．地球大气层外部有一层复杂的电离层，既分布有地磁场，又分布有电场。假设某时刻在该空间中有一区域存在如图所示的电场和磁场，电场的方向在纸面内斜向左下方，磁场的方向垂直于纸面向里。此时，一带电粒子恰以速度 *v* 垂直于电场和磁场射入该区域。不计重力作用，在该区域中，这一带电粒子的运动情况可能是

*B*

*E*

*v*

A．做直线运动

B．立即向左下方偏转

C．立即向右上方偏转

D．做匀速圆周运动

**参考解答**：ABC

### 二、非选择题

6．某同学设计了一个利用电磁铁来探究安培力的实验，其原理如图所示。

铁芯

*E*

S

*a*

*I*1

*I*2

*b*

*F*

（1）在 U 形铁芯上缠绕线圈，给线圈通电，为了使线圈产生的磁场对放置在铁芯中间的通电直导线产生图示的安培力 *F*，则在 U 形铁芯上的线圈应怎样绕线？请在图中画出线圈绕线方式的示意图。

（2）如果要增大安培力，可采取的措施是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 或 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

**参考解答**：（1）略

（2）增加线圈匝数，增大直导线中的电流，增大线圈中的电流等。

7．音圈电机是一种应用于硬盘、光驱等系统的特殊电动机。某音圈电机的原理图如图所示，它由正对的磁极和正方形刚性线圈构成。线圈边长为 *l*，匝数为 *n*，磁极正对区域内的磁感应强度方向垂直于线圈平面竖直向下，大小为 *B*，区域外的磁场忽略不计。线圈左边始终在磁场外，右边始终在磁场内，前后两边在磁场内的长度始终相等。某时刻，线圈中电流从 P 流向 Q，大小为 *I*。

*P*

*Q*

S

N

（1）求此时线圈所受安培力的大小和方向；

（2）若此时线圈水平向右运动的速度大小为 *v*，求安培力的功率。

**参考解答**：（1）*F* = *nIlB*，水平向左

（2）*P* = *nIlBv*

8．如图所示，一个质量为 *m*、电荷量大小为 *e* 的电子，以速度 *v* 从 *x* 轴上某一点垂直于 *x* 轴进入上方的匀强磁场区域。已知 *x* 轴上方磁场的磁感应强度大小为 2*B*，方向垂直于纸面向里；下方磁场的磁感应强度大小为 *B*，方向垂直于纸面向外。

*B*

2*B*

*x*

*v*

（1）在图中画出电子运动的轨迹；

（2）求电子运动一个周期的时间；

（3）求电子运动一个周期沿 *x* 轴移动的距离。

**参考解答**：（1）如图所示

*B*

2*B*

*x*

*v*

（2）*T* =

（3）*d* =

## 单元自我评价

回顾本单元的学业要求和所学内容，结合本次单元自我检测和平时学习情况进行自我评价，写一篇“单元自我评价”报告。说说你学会了什么、存在什么问题及今后努力的方向等。