新东方期末考试复习宝典

知识点整理

物理

第一部分：带电粒子在匀强磁场中的运动

一、基础知识

1．洛伦兹力的大小

F＝qvBsin θ，θ 为 v 与 B 的夹角，如图 1 所示。

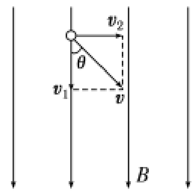


图 1

(1)v∥B 时，θ＝0°或 180°，洛伦兹力 F＝0。带电粒子将做匀速直线运动

(2)v⊥B 时，θ＝90°，洛伦兹力 F＝qvB。带电粒子将做匀速圆周运动

(3)v＝0 时，洛伦兹力 F＝0。带电粒子将做匀速直线运动

2，洛伦兹力的方向：左手定则

(1) 左手定则；B 穿掌心，四指指向正电荷运动方向，拇指指向为受力方向。

(2) 方向特点：$F\perp B$，$F\perp v$

3．洛伦兹力与电场力的比较

对应力 / 比较项目	洛伦兹力	电场力
性质	磁场对在其中**运动电荷**的作用力	电场对放入其中电荷的作用力
产生条件	$v\neq0$ 且 v 不与 B 平行	电场中的电荷一定受到电场力作用
大小	$F=qvB\quad(v\perp B)$	$\boldsymbol{F=qE}$
力方向与场方向的关系	一定是 $F\perp B$，$F\perp v$，与电荷电性无关	正电荷与电场方向相同，负电荷与电场方向相反
做功情况	任何情况下都不做功	可能做正功、负功，也可能不做功
力 F 为零时场的情况	F 为零，B 不一定为零	F 为零，E 一定为零
作用效果	只改变电荷运动的速度方向，不改变速度大小	既可以改变电荷运动的速度大小，也可以改变电荷运动的方向

【例题】 以下说法正确的是(　　)

A．电荷处于电场中一定受到电场力　　B．运动电荷在磁场中一定受到洛伦兹力

C．洛伦兹力对运动电荷一定不做功　　D．洛伦兹力可以改变运动电荷的速度方向和速度大小

【答案】AC

【解析】电荷处在电场中一定受到电场力作用，A 正确；当运动电荷速度方向与磁场平行时不受洛伦兹力，B 项错误；洛伦兹力与电荷运动速度时刻垂直不做功，只改变速度的方向，不改变速度的大小，C 项正确，D 项错误

二、带电粒子在匀强磁场中的匀速圆周运动

1，基础知识：洛伦兹力提供向心力；半径，周期。

①向心力由洛伦兹力提供：$qvB=\frac{mv^2}{R}$；

②轨道半径公式：$R=\frac{mv}{qB}$；

③周期：$T=\frac{2\pi R}{v}=\frac{2\pi m}{qB}$；(周期 T 与速度 v、轨道半径 R 无关)

④频率：$f=\frac{1}{T}=\frac{qB}{2\pi m}$；

⑤角速度：$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{qB}{m}$。

2， 基本分析思路：找圆心，定半径，圆心角。

(1) 找圆心：两线确定一心

①圆心一定在垂直于速度的直线上

已知入射点、出射点、入射方向和出射方向时，可通过入射点和出射点分别作垂直于入射方向和出射方向的直线，两条直线的交点就是圆弧轨道的圆心(如图 2 甲所示，图中 P 为入射点，M 为出射点)。

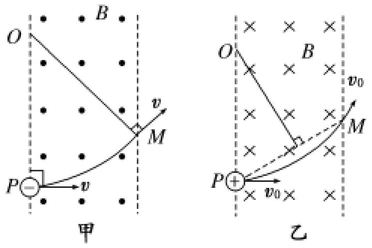


图 2

②圆心一定在弦的中垂线上

已知入射方向、入射点和出射点的位置时，可以通过入射点作入射方向的垂线，连接入射点和出射点，作其中垂线，这两条垂线的交点就是圆弧轨道的圆心(如图 2 乙所示，P 为入射点，M 为出射点)。

(2) 定半径

方法(1) 由公式 $qvB=\frac{mv^2}{R}$；得半径：$R=\frac{mv}{qB}$

方法(2) 由轨迹和约束边界间的**几何关系**求解半径 R

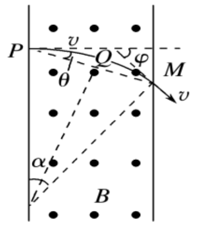
(3) 运动时间的确定：

① 粒子运动一周时间为 T，当粒子运动的圆弧所对应的圆心角为 α 时，其运动时间为：$t=\dfrac{\alpha}{2\pi}T$

② 速度为 v 的粒子在磁场中运动的弧长为 s 时，其运动时间为：$t=\dfrac{s}{v}$。

③ 圆心角与偏向角、圆周角的关系，两个重要结论：

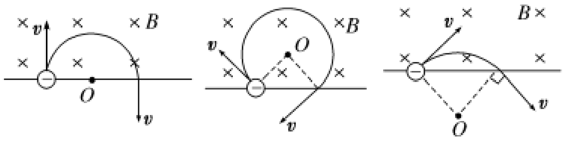
(i) 带电粒子射出磁场的速度方向与射入磁场的速度方向之间的夹角 φ 叫做偏向角，偏向角等于圆弧$\overset{\frown}{PM}$对应的圆心角 α，即 α＝φ，如右图所示.



(ii) 圆弧$\overset{\frown}{PM}$所对应圆心角 α 等于弦$\overline{PM}$与切线的夹角(弦切角)θ 的 2 倍，即 α＝2θ，如右图所示.

3. 常见的几种情形：

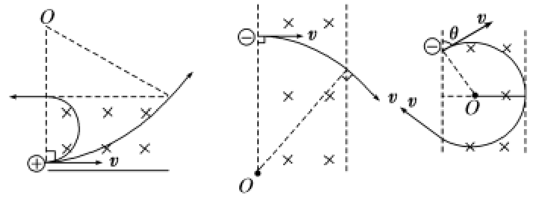
(1)直线边界：进出磁场具有对称性，**入射方向，出射方向与边界的夹角相等**，如图 3 所示。



a　b　c

图 3

(2)平行边界：存在临界条件：**运动轨迹与边界相切**，如图 4 所示。



a　b　c

图 4

（3）圆形边界：**沿径向射入必沿径向射出**，如图 5 所示。

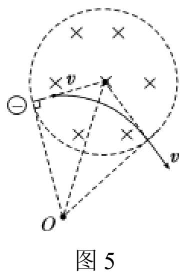
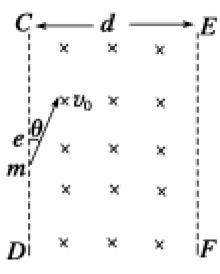


图 5

4.例题

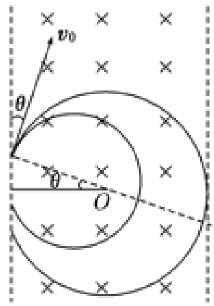
【例 1】如图所示，匀强磁场的磁感应强度为 B，宽度为 d，边界为 CD 和 EF 。一电子从 CD 边界外侧以速率 v0 垂直匀强磁场射入，入射方向与 CD 边界间夹角为 θ。已知电子的质量为 m，电荷量为 e，不计重力的影响，求：



(1)为使电子能从磁场的另一侧 EF 射出，电子的速率 v0 应满足什么条件？

(2)电子在磁场中运动的最长时间是多少？

【答案】(1) $v_0 \geq \frac{Bed}{m(1+\cos\theta)}$　　(2) $\frac{2(\pi-\theta)m}{Be}$



【解析】(1)如图所示.

电子恰好从 EF 边射出时，由几何知识可得：$r + r\cos\theta = d$，得 $r = \frac{d}{1+\cos\theta}$

由牛顿第二定律：$Bev_0 = \frac{m{v_0}^2}{r}$，

两式联立得v_0=$\frac{Bed}{m(1+\cos\theta)}$ 。电子要射出磁场，速率至少应为$\frac{Bed}{m(1+\cos\theta)}$

(2)　由$t = \frac{\alpha m}{eq}$，时间最长时，所对圆心角最大，最大为$2(\pi-\theta)$，故时间最长为$\frac{2(\pi-\theta)m}{Be}$

三，几种题型

1，　磁聚焦和磁扩散

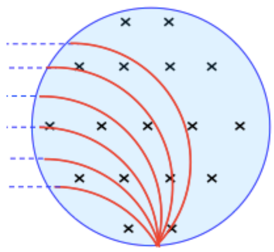
（1）　概念

磁聚焦：一组**平行**粒子垂直半径射入**圆形匀强磁场**区域，若**轨迹半径与磁场半径相同**，则粒子将**汇聚于同一点**。

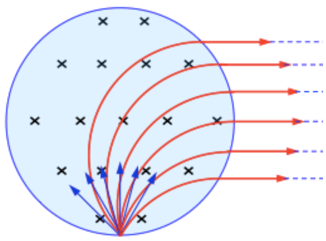
磁扩散：从**一点出发**进入磁场的粒子，若**轨迹半径与磁场半径相同**，则无论在磁场内的速度方向如何，出磁场的方向都与该点切线方向**平行**

（2）　条件：轨迹半径等于磁场半径，即：$r = R = \frac{mv}{qB}$

（3）　描述



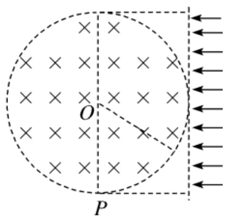
磁聚焦



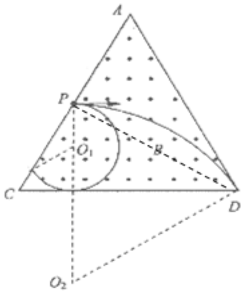
磁扩散

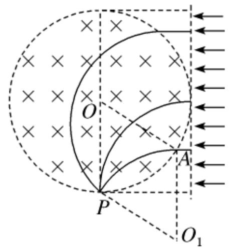
(4)　例题

【例】如图所示，一束不计重力的带电粒子沿水平方向向左飞入圆形匀强磁场区域后发生偏转，都恰好能从磁场区域的最下端 P 孔飞出磁场，则这些粒子(　)



A．运动速率相同　　B．运动半径相同　　C．比荷相同　　D．从 P 孔射出时的速度方向相同



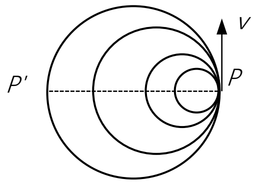


【答案】B

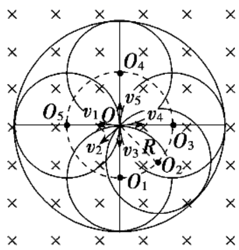
【解析】画出粒子的运动轨迹，如从 A 点射入的粒子，其圆心为 O1，因初始速度方向水平，则 AO_1竖直，因 AO_1＝PO_1＝r，可知平行四边形 O PO_1A 为菱形，可知 r＝R，则这些粒子做圆周运动的半径都等于磁场区域圆的半径 R，根据 r＝R＝$\frac{mv}{qB}$可知，粒子的速率、比荷不一定相同；由图中所示运动轨迹知，粒子从 P 孔射出时的速度方向也一定相同，故只有 B 正确。

2，动态圆

（1）　**放缩圆**：带电粒子进入磁场速度方向不变，但是大小改变，导致粒子轨迹半径改变。

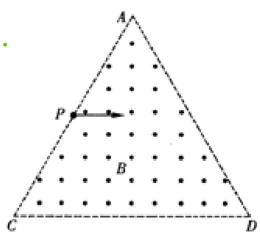


（2）　**旋转圆**：带电粒子进入磁场速度大小不变，但是方向改变，导致粒子轨迹圆位置改变



（3）　**例题**

【例题 1】如图所示，在边长为L的等边三角形ACD区域内，存在磁感应强度为B、方向垂直纸面向外的匀强磁场。现有一束质量为m、电荷量为$+q$的带电粒子，以某一速度从AC边中点P、平行于CD边垂直磁场射入，粒子的重力可忽略不计。为使粒子能从CD边飞出磁场，粒子进入磁场时的速度大小应满足什么条件？



【答案】$v_{max}=\frac{\sqrt{3}qBL}{2m}$，$v_{min}=\frac{\sqrt{3}qBL}{8m}$

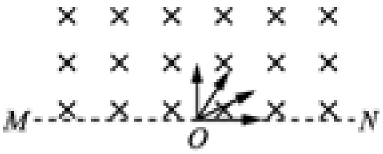
【解析】从CD边射出我们还是寻找两个切线，轨迹与AD和CD相切的两条轨迹之间的速度即为所求：

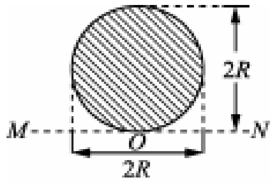
如图，O_1P 为最小半径，对应最小速度：$R=\frac{mv_{min}}{qB}=\frac{\sqrt{3}}{8}L$

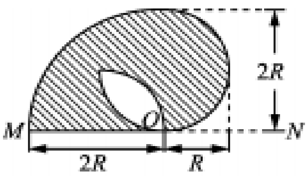
O_2D 为最大半径，对应最大速度: $R=\frac{mv_{max}}{qB}$根据几何关系可知，此时$R=\frac{\sqrt{3}}{2}L$

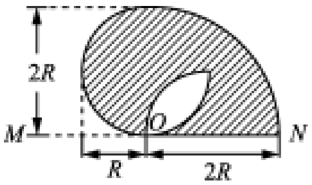
分别解得$v_{max}=\frac{\sqrt{3}qBL}{2m}$，$v_{min}=\frac{\sqrt{3}qBL}{8m}$

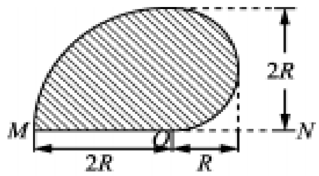
【例题 2】如图所示，水平虚线MN上方有匀强磁场，磁场方向垂直于纸面向里。大量带正电的相同粒子，以相同的速率沿位于纸面内水平向右到竖直向上$90°$范围内的各个方向，由小孔O射入磁场区域，做半径为R的圆周运动。不计粒子重力和粒子间相互作用。下列图中阴影部分表示带电粒子可能经过的区域，其中正确的是(　　)



A. 

B. 

C. 

D. 

【答案】B

【解析】

粒子在磁场中做匀速圆周运动，由左手定则可知，粒子垂直射入磁场后沿逆时针方向做匀速圆周运动，

粒子从O点垂直射出磁场，在磁场中做圆周运动然后再从磁场边界MN离开磁场，

粒子离开磁场时与MN的夹角大小等于粒子进入磁场时速度方向与MN的夹角大小，

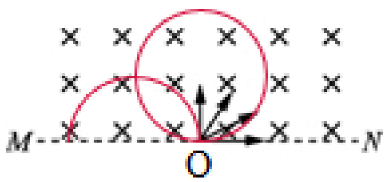
由牛顿第二定律得：$qvB = m\frac{v^2}{R}$

解得粒子轨道半径：$R = \frac{mv}{qB}$，

水平向左射入磁场的粒子在磁场中运动轨迹为一个完整的圆，

竖直向上射入磁场的粒子在磁场中的运动轨迹为半个圆周，

粒子运动轨迹如图所示：在两图形的相交的部分是粒子不经过的地方，故 B 正确



第二部分：电磁感应

一、磁通量

1．概念：在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，与磁场方向垂直的面积 S 与 B 的乘积叫做穿过这个面积的磁通量。

2．公式：$\Phi = BS$，单位：Wb。

3．适用条件：(1) 匀强磁场。(2) S 为垂直于磁场的有效面积。

4．物理意义：相当于穿过某一面积的磁感线的条数。

5. 注意：磁通量是标量，但有正负，若磁通量为正，表示磁感线从规定的正面穿入；磁通量为负则反之

二、电磁感应现象

1．定义：当穿过闭合导体回路的磁通量发生变化时，闭合导体回路中有感应电流产生。

2．感应电流的产生条件

(1)表述一：闭合电路的一部分导体在磁场内做切割磁感线的运动。

(2)表述二：穿过闭合电路的磁通量发生变化。

3．电磁感应本质：**产生感应电动势**，如果电路闭合，则有感应电流。如果电路不闭合，则只有感应电动势而无感应电流。

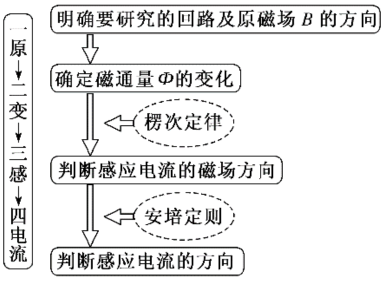
三、感应电流方向的判定

1．楞次定律

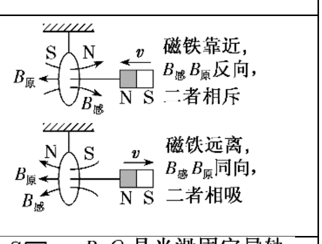
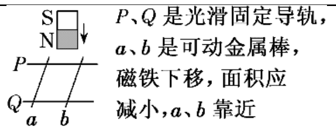
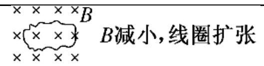
(1)内容：感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。

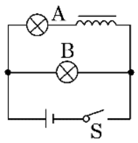
(2)适用范围：一切电磁感应现象。

(3)使用步骤：判断感应电流方向的"四步法"

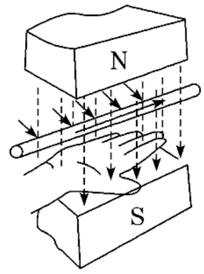


(4)阻碍地表现：

内容	例证
阻碍原磁通量变化 ——"增反减同"	
阻碍相对运动 ——"来拒去留"	
使回路面积有扩大或缩小的趋势——"增缩减扩"	 

阻碍原电流的变化 **——“增反减同”**	 合上S,B 灯先亮

2．右手定则

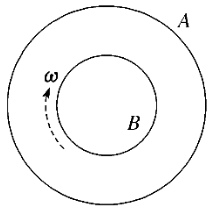


(1)内容：如图，伸开右手，使拇指与其余四个手指垂直，并且都与手掌在同一平面内；让磁感线从掌心进入，并使拇指指向导线运动的方向，这时四指所指的方向就是感应电流的方向。

(2)适用情况：导线切割磁感线产生感应电流

3．例题

[例 1]　(多选)如图所示，两同心圆环 A、B 置于同一水平面上，其中 B 为均匀带负电绝缘环，A 为导体环。当 B 绕轴心顺时针转动且转速增大时，下列说法正确的是(　　)



A．A 中产生逆时针方向的感应电流

B．A 中产生顺时针方向的感应电流

C．A 具有收缩的趋势

D．A 具有扩展的趋势

【答案】BD

【解析】由题图可知，B 为均匀带负电绝缘环，B 中电流为逆时针方向，由右手螺旋定则可知，电流的磁场垂直纸面向外且逐渐增强；由楞次定律可知，磁场增强时，感应电流的磁场与原磁场的方向相反，所以感应电流的磁场的方向垂直纸面向里，A 中感应电流的方向为顺时针方向，故选项 A 错误，B 正确。B 环外的磁场的方向与 B 环内的磁场的方向相反，当 B 环内的磁场增强时，A 环具有面积扩展的趋势，故选项 C 错误，D 正确。

[例 2]如图所示，金属棒 ab、金属导轨和螺线管组成闭合回路，金属棒 ab 在匀强磁场 B 中沿导轨向右运动，则(　　)

A．ab 棒不受安培力作用

B．ab 棒所受安培力的方向向右

C．ab 棒向右运动速度 v 越大，所受安培力越大

D．螺线管产生的磁场，A 端为 N 极

【答案】C

【解析】金属棒 ab 向右运动切割磁感线，根据右手定则判断感应电流方向由 b→a，再根据左手定则判断棒所受安培力水平向左，故 A、B 错误；ab 的速度越大，感应电流越大，所受安培力就越大，C 正确；根据安培定则可判定螺线管的 B 端为 N 极，A 端为 S 极，D 错误。

四、法拉第电磁感应定律

1．法拉第电磁感应定律

(1)内容：闭合电路中感应电动势的大小，跟穿过这一电路的磁通量的变化率成正比。

(2)公式：$E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$，其中 n 为线圈匝数。

2．产生感应电动势的分类：

（1）$E=n\frac{\Delta B}{\Delta t}S$，磁场变化，有效面积不变—感生电动势（一般结合 B-T 图像，主要看斜率，斜率不变，E 不变。）

（2）$E=nB\frac{\Delta S}{\Delta t}$， 磁场不变，有效面积变化—动生电动势（一般结合切割磁场运动）

3．导体切割磁感线的情形

(1)垂直切割：E＝Blv。

(2)倾斜切割：E＝Blvsin_θ，其中 θ 为 v 与 B 的夹角。

(3)旋转切割(以一端为轴)：$E=\frac{1}{2}Bl^2w$

4. 安培力的计算：瞬时值：$F_A=\frac{B2L2v}{R_{总}}$

5. 通过截面的电荷量： $q=\bar{I}\triangle t=\frac{n\triangle\phi}{R_{总}}$ **注意：求电荷量只能用平均值，而不能用瞬时值。**

6.电磁感应中焦耳热；求解焦耳热 Q 的三种方法

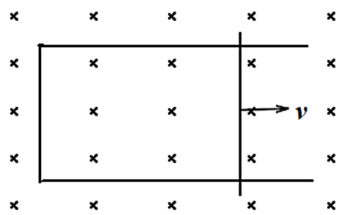
①焦耳定律：$Q=I^2Rt$。适用：恒定电流

②功能关系：$Q=W_{克服安培力}=-W_{安}$。克服安培力做的功转化成电能，纯电路中，电能转化成焦耳热

③能量转化：动能定理：由 $W_{其他}+W_{安}=\Delta E_k$ 得：$Q=-W_{安}=W_{其他}-\Delta E_k$

7．例题

[例 1]如图所示，在光滑的金属导轨上有一根金属杆，金属导轨的电阻不计，金属杆的电阻为R，匀强磁场匀强磁场垂直于导轨平面，当金属杆以不同速度匀速滑行相同的位移时(　　)



A．杆产生的感应电动势相等

B．外力对杆做功相同

C．杆中产生热量相同

D．通过杆的截面的电量相等

【答案】D

【解析】A．金属杆以不同速度滑行相同的位移时，产生感应电动势为：$E=BLv$，因v不同，杆产生的感应电动势也不相等，故 A 错误．

B．杆以不同的速度匀速滑行时，外力平衡安培力：$F=BIL=\frac{B^2L^2v}{R}$

设运动位移为x，则外力做功

$$W_{\mathrm{F}}=Fx=\frac{B^2L^2v}{R}x$$

速度越大，做功越多，故 B 错误．

C．杆中产生的热量

$$Q=I^2Rt=(\frac{BLv}{R})^2R\frac{x}{v}=\frac{B^2L^2vx}{R}$$

速度越大产生热量越多，故 C 错误．

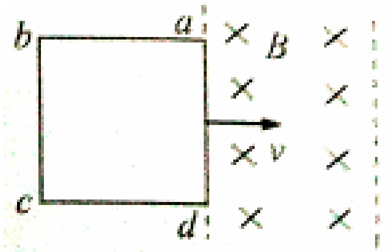
D．通过横截面的电量

$$q=It=\frac{BLv}{R}\times\frac{x}{v}=\frac{BLx}{R}$$

电量与速度无关，通过电量相同，D 正确．

故选 D．

[例 2]如图所示，在宽为 L 的区域内有竖直向下的匀强磁场，磁感应强度大小为 B 。光滑绝缘水平面上有一边长为 L 质量为 m 电阻为 R 的单匝正方形线框 $abcd$ ， ad 边位于磁场左边界，线框在水平外力作用下垂直边界穿过磁场区。



(1) 若线框以速度 v 匀速进入磁场区，求此过程中 b、c 两端的电势差U_{bc}；

(2) 在 （1） 的情况下，从图示线框移动到完全进入磁场的过程中产生的热量 Q 和通过导线截面的电量 q ；

(3) 若线框由静止开始以加速度 a 匀加速穿过磁场，求此过程中外力 F 随运动时间 t 的变化关系．

【答案】（1）$U_{bc}=\frac{1}{4}BLv$ （2） $Q=\frac{B^2L^3v}{R};q=\frac{BL^2}{R}$ （3）$F=\frac{B^2L^2a}{R}t+ma$ $(0\le t\le 2\sqrt{\frac{L}{a}})$

【解析】

（1）线框产生的感应电动势：$E=BLv$；感应电流：$I=\frac{E}{R}$；电势差：$U_{bc}=\frac{1}{4}IR$；解得：$U_{bc}=\frac{1}{4}BLv$

（2）线框进入磁场所用的时间：$t=\frac{L}{v}$，由于产生的热量：$Q=I^2Rt$，解得：$Q=\frac{B^2L^3v}{R}$

通过的电荷量：$q=It$，解得：$q=\frac{BL^2}{R}$

（3）设线框穿过磁场区的时间为t_0，则：$2L=\frac{1}{2}at_0^2$，线框产生的感应电动势$E'=BLat$，

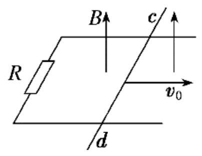
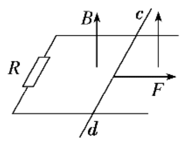
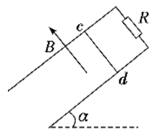
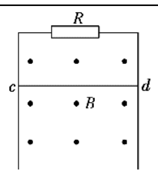
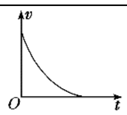
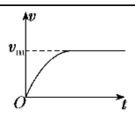
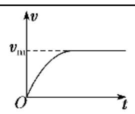
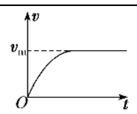
受到的安培力：$F_{安}=\frac{BE'L}{R}$

根据牛顿第二定律：$F-F_{安}=ma$，解得：$F=\frac{B^2L^2a}{R}t+ma$ $(0\le t\le 2\sqrt{\frac{L}{a}})$

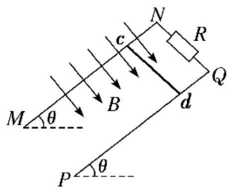
四、电磁感应一些模型

1，单杆切割

杆＋导轨＋电阻”四种模型剖析

	模型一($v_0\neq0$)	模型二($v_0=0$)	模型三($v_0=0$)	模型四($v_0=0$)
说明	质量为 m，电阻不计的单杆 cd 以一定初速度 v_0 在光滑水平轨道上滑动，两平行导轨间距为 L	轨道水平光滑，杆 cd 质量为 m，电阻不计，两平行导轨间距为 L，拉力 F 恒定	倾斜轨道光滑，倾角为 α，杆 cd 质量为 m，电阻不计，两平行导轨间距为 L	竖直轨道光滑，杆 cd 质量为 m，电阻不计，两平行导轨间距为 L
示意图				
力学观点	感应电动势 $E=BLv$， 电流 $I=\frac{BLv}{R}$， 安培力 $F=BIL=\frac{B^2L^2v}{R}$。 杆做减速运动：$v\downarrow\Rightarrow F\downarrow\Rightarrow a\downarrow$，当 $v=0$ 时，$a=0$，杆保持静止	开始时 $a=\frac{F}{m}$，杆 cd 速度 $v\uparrow\Rightarrow$感应电动势 $E=BLv\uparrow\Rightarrow I\uparrow\Rightarrow$安培力 $F_{安}=BIL\uparrow$，由 $F-F_{安}=ma$ 知 $a\downarrow$，当 $a=0$ 时，v 最大，$v_m=\frac{FR}{B^2L^2}$	开始时 $a=g\sin\alpha$，杆 cd 速度 $v\uparrow\Rightarrow$感应电动势 $E=BLv\uparrow\Rightarrow I\uparrow\Rightarrow$安培力 $F_{安}=BIL\uparrow$，由 $mg\sin\alpha-F_{安}=ma$ 知 $a\downarrow$，当 $a=0$ 时，v 最大，$v_m=\frac{mgR\sin\alpha}{B^2L^2}$	开始时 $a=g$，杆 cd 速度 $v\uparrow\Rightarrow$感应电动势 $E=BLv\uparrow\Rightarrow I\uparrow\Rightarrow$安培力 $F_{安}=BIL\uparrow$，由 $mg-F_{安}=ma$ 知 $a\downarrow$，当 $a=0$ 时，v 最大，$v_m=\frac{mgR}{B^2L^2}$
图像观点				
能量观点	动能全部转化为内能： $Q=\frac{1}{2}mv_0^2$	F 做的功一部分转化为杆的动能，一部分转化为内能： $W_F=Q+\frac{1}{2}mv_m^2$	重力做的功(或减少的重力势能)一部分转化为杆的动能，一部分转化为内能：$W_G=Q+\frac{1}{2}mv_m^2$	重力做的功(或减少的重力势能)一部分转化为杆的动能，一部分转化为内能：$W_G=Q+\frac{1}{2}mv_m^2$

[例题]如图所示，相距为 L 的两条足够长的光滑平行金属导轨 MN、PQ 与水平面的夹角为 θ，N、Q 两点间接有阻值为 R 的电阻。整个装置处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向垂直导轨平面向下。将质量为 m、阻值也为 R 的金属杆 cd 垂直放在导轨上，杆 cd 由静止释放，下滑距离 x 时达到最大速度。重力加速度为 g，导轨电阻不计，杆与导轨接触良好。求：



(1)杆 cd 下滑的最大加速度和最大速度；

(2)上述过程中，杆上产生的热量。

【答案】：(1) $gsin\theta$； $\frac{2mgRsin\theta}{B^2L^2}$ (2) $\frac{1}{2}mgxsin\theta-\frac{mg^2R^2sin\theta^2}{B^4L^4}$

【解析】：

(1)设杆 cd 下滑到某位置时速度为 v，则杆产生的感应电动势 E＝BLv，回路中的感应电流 I＝$\frac{E}{R+R}$，杆所受的安培力 F＝BIL。根据牛顿第二定律有$mgsin\theta-\frac{B^2L^2V}{R}$＝ma

当速度 v＝0 时，杆的加速度最大，最大加速度 a＝gsinθ，方向沿导轨平面向下

当杆的加速度 a＝0 时，速度最大，最大速度 vm＝$\frac{2mgRsin\theta}{B2L2}$，方向沿导轨平面向下。

(2)杆 cd 从开始运动到达到最大速度过程中，根据能量守恒定律得$mgxsin\theta$＝Q 总＋$\frac{1}{2}mv_m{}^2$

又 Q 杆＝$\frac{1}{2}$Q 总，所以 Q 杆＝$\frac{1}{2}mgxsin\theta-\frac{mg^2R^2sin\theta^2}{B^4L^4}$。

3， 伪双杆切割：一个杆切割，另个杆不切割，实际还是单杆切割。

4， 线框切割：

（1）阶段

① 进入磁场阶段，单杆切割

② 若磁场宽度大于线框宽度，则存在完全进入磁场阶段。此时磁通量不变化

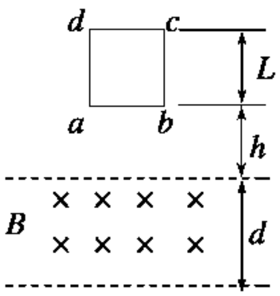
③ 离开磁场阶段，单杆切割。

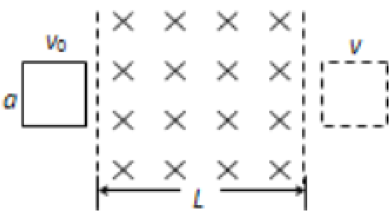
④ 完全离开磁场时，整个过程磁通量没有变化，电荷量为 0

（2）分析思路：

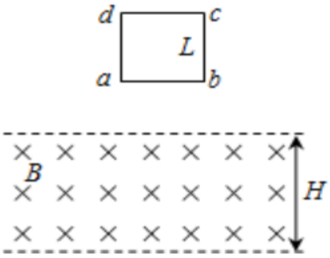
①力：匀速时安培力等于外力，求出对应速度。

②焦耳热：$W_{其他}+W_{安}=\Delta E_k$ 得：$Q=-W_{安}=W_{其他}-\Delta E_k$





【例题】如图所示，质量为m、边长为L的正方形线框，从有界的匀强磁场上方由静止自由下落，线框电阻为R。匀强磁场的宽度为H。(L＜H)，磁感强度为B，线框下落过程中ab边与磁场边界平行且沿水平方向。已知ab边刚进入磁场和刚穿出磁场时线框都做减速运动，加速度大小都是$\frac{1}{3}g$。求：



(1) ab边刚进入磁场时与ab边刚出磁场时的速度大小；

(2) cd边刚进入磁场时，线框的速度大小；

(3) 线框进入磁场的过程中，产生的热量.

【答案】(1)$\frac{4mgR}{3B^2L^2}$；(2)$\sqrt{\frac{16m^2g^2R^2}{9B^4l^4}-2g(H-L)}$;(3) mgH

【解析】

(1) 设所求速度为v_1，对线框有：$F-mg=ma=\frac{mg}{3}$ ① $F=BIL=BL\frac{E}{R}=\frac{B^2L^2v_1}{R}$ ②

由 ①、② 得：$v_1=\frac{4mgR}{3B^2L^2}$ ③

(2) 由题分析可知，ab边刚进入磁场和刚穿出磁场时速度相等，设cd边刚进入磁场时，线框的速度为v_2，从cd边刚进入磁场到ab边刚穿出磁场，机械能守恒，则对线框有$mg(H-L)=\frac{m{v_1}^2}{2}-\frac{m{v_2}^2}{2}$ ④

由 ③、④ 得：$v_2=\sqrt{\frac{16m^2g^2R^2}{9B^4L^4}-2g(H-L)}$ ⑤

(3)线框进入磁场的过程，减少的机械能全部转化为焦耳热.

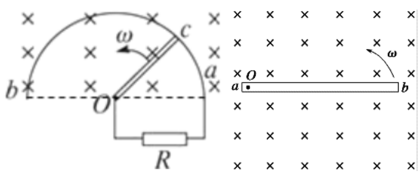
减少的动能为：$\Delta E_k=\frac{m{v_1}^2}{2}-\frac{m{v_2}^2}{2}=mg(H-L)$，

减少的重力势能为：$\Delta E_p=mgL$ ⑥

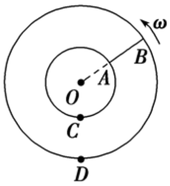
产生的热能为：$E=\Delta E_k+\Delta E_p=mgH$

5， 旋转切割

(1)单杆旋转（完整圆）：E=$\frac{1}{2}B\omega L^2$

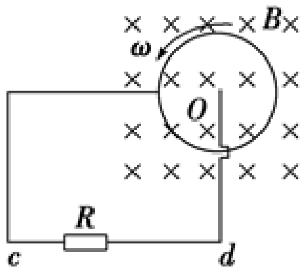


（2）单杆旋转（圆环）：E=$\frac{1}{2}B\omega({L_B}^2-{L_A}^2)$。其中$L_A, L_B$以 o 为圆心 A,B 分别到 o 点的距离



【例题】如图所示，半径为 r 的金属圆盘在垂直于盘面的匀强磁场 B 中绕 O 轴以角速度 ω 沿逆时针方向匀速转

动，则通过电阻 R 的电流的大小和方向是（金属圆盘的电阻不计）(　　)



A．$I=\frac{Br^2\omega}{R}$，由 c 到 d

B．$I=\frac{Br^2\omega}{R}$，由 d 到 c

C．$I=\frac{Br^2\omega}{2R}$，由 c 到 d

D．$I=\frac{Br^2\omega}{2R}$，由 d 到 c

【答案】D

【解析】本题疑难点是将金属圆盘在匀强磁场中的匀速转动等效成导体棒的转动切割。金属圆盘在匀强磁场中匀速转动，可以等效为无数根长为 r 的导体棒绕 O 点做匀速圆周运动，其产生的感应电动势大小为 $E=\frac{Br^2\omega}{2}$，由右手定则可知，其方向由外指向圆心，故通过电阻 R 的电流大小 $I=\frac{Br^2\omega}{2R}$，方向由 d 到 c，选项 D 正确。

6， V 型切割

已知导体棒从 o 点出发以**匀速v**在 V 形金属导轨上运动。导体棒和导轨单位长度电阻都是 r。导轨角度为θ，**求从出发计时。**

（1）　回路中电动势随时间的表达式：E=$Bv^2t\cdot tan\theta$;与时间成正比。

（注：区别导体棒两端电动势 E=BLV，是始终不变的）

（2）　回路中总电阻的表达式：$R=vtr(1+tan\theta+\frac{1}{cos\theta})$;与时间成正比

（3）　回路中的电流：$I=\frac{E}{R}=\frac{Bv^2t}{vtr(1+tan\theta+\frac{1}{cos\theta})}=\frac{Bv^2}{vr(1+tan\theta+\frac{1}{cos\theta})}$；定值不变