**15章 电磁场-练习题（含答案）**

**15.4 练习题**

**一 、选择题**

1. 一块铜板垂直于磁场方向放在磁感强度正在增大的磁场中时，铜板中出现的涡流(感应电流)将

(A) 加速铜板中磁场的增加． (B) 减缓铜板中磁场的增加．

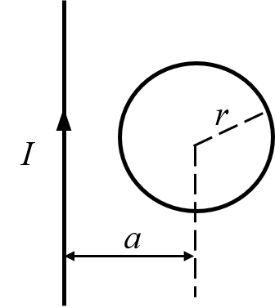
(C) 对磁场不起作用． (D) 使铜板中磁场反向．

[ ]

答案：B

2. 在一通有电流*I*的无限长直导线所在平面内，有一半径为*r*、电阻为*R*的导线小环，环中心距直导线为*a*，如图所示，且*a* >> *r*．当直导线的电流被切断后，沿着导线环流过的电荷约为

选择题2



(A)  (B) 

(C)  (D) 

[ ]

答案：C

选择题3



3. 如图所示，导体棒*AB*在均匀磁场*B*中**绕通过*C*点的垂直于棒长且沿磁场方向的轴*OO′* 转动（角速度与同方向），*BC*的长度为棒长的，则

1. *A*点比*B*点电势高． (B) *A*点与*B*点电势相等．
2. *A*点比*B*点电势低． (D) 有稳恒电流从*A*点流向*B*点．

[ ]

答案：A

4. 有两个线圈，线圈1对线圈2的互感系数为*M*21，而线圈2对线圈1的互感系数为*M*12．若它们分别流过*i*1和*i*2的变化电流且，并设由*i*2变化在线圈1中产生的互感电动势为12，由*i*1变化在线圈2中产生的互感电动势为21，判断下述哪个论断正确．

(A) *M*12 = *M*21，21 =**12． (B) *M*12≠*M*21，21 ≠12．

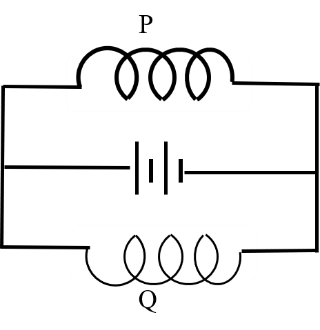
(C) *M*12 = *M*21，21 >12． (D) *M*12 = *M*21，21 <**12．

[ ]

答案：C

5. 如图所示，两个线圈*P*和*Q*并联地接到一电动势恒定的电源上．线圈*P*的自感和电阻分别是线圈*Q*的两倍，线圈*P*和*Q*之间的互感可忽略不计．当达到稳定状态后，线圈*P*的磁场能量与*Q*的磁场能量的比值是

选择题5



(A) 4． (B) 2． (C) 1． (D) ．

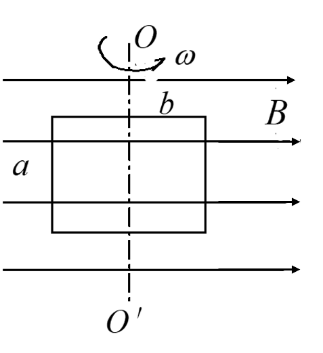
［ ］

答案：D

6. 真空中一根无限长直细导线上通电流*I*，则距导线垂直距离为*a*的空间某点处的磁能密度为

(A)  (B)  (C)  (D)  [ ]

答案：B



选择题7

7. 一矩形线框长为*a*宽为*b*，置于均匀磁场中，线框绕*OO*′轴，以匀角速度**旋转(如图所示)．设*t* =0时，线框平面处于纸面内，则任一时刻感应电动势的大小为

(A) 2*abB*|cos*ωt* |． (B) *ωabB*

(C)．  (D) *ωabB*|cos*ωt*|．

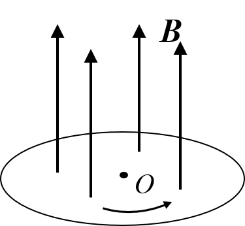
(E) *ωabB* |sin*ωt*|．

[ ]

答案：D

8 . 圆铜盘水平放置在均匀磁场中，***B***的方向垂直盘面向上．当盘绕通过中心垂直于盘面的轴沿图示方向转动时，

选择题8



(A) 铜盘上有感应电流产生，沿着铜盘转动的相反方向流动．

(B) 铜盘上有感应电流产生，沿着铜盘转动的方向流动．

(C) 铜盘上产生涡流．

(D) 铜盘上有感应电动势产生，铜盘边缘处电势最高．

(E) 铜盘上有感应电动势产生，铜盘中心处电势最高．

选择题7

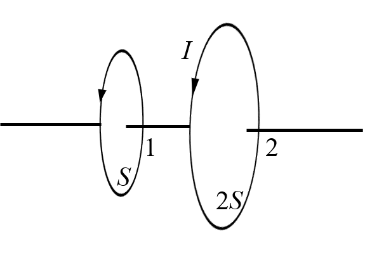
[ ]

答案：D

9. 面积为*S*和2 *S*的两圆线圈1、2如图放置，通有相同的电流*I*．线圈1的电流所产生的通过线圈2的磁通用**21表示，线圈2的电流所产生的通过线圈1的磁通用**12表示，则**21和**12的大小关系为：

(A) **21 =2**12． (B) **21 >**12．

选择题9



(C) **21=**12． (D) **21 =**12．

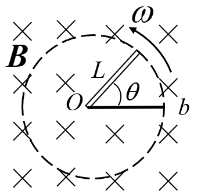
[ ]

答案：C

10. 一根长度为*L*的铜棒，在均匀磁场 中以匀角速度**绕通过其一端**的定轴旋转着，的方向垂直铜棒转动的平面，如图所示．设*t* =0时，铜棒与*Ob*成**角(*b*为铜棒转动的平面上的一个固定点)，则在任一时刻*t*这根铜棒两端之间的感应电动势是：

(A) ． (B) ．

选择题10



(C) ． (D) ．

(E) [ ]

答案：E

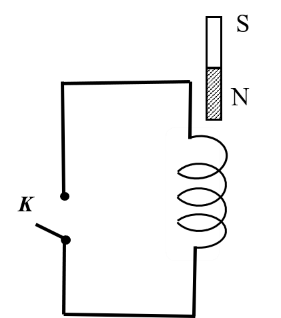
**二、 填空题**

1. 一面积为*S*的平面导线闭合回路，置于载流长螺线管中，回路的法向与螺线管轴线平行．设长螺线管单位长度上的匝数为*n*，通过的电流为（电流的正向与回路的正法向成右手关系），其中*Im*和**为常数，*t*为时间，则该导线回路中的感生电动势为\_\_\_\_\_\_\_\_。

答案：

2. 如图所示，一磁铁竖直地自由落入一螺线管中，如果开关*K*是断开的，磁铁在通过螺线管的整个过程中，下落的平均加速度\_\_\_\_\_\_\_重力加速度；如果开关*K*是闭合的，磁铁在通过螺线管的整个过程中，下落的平均加速度\_\_\_\_\_\_重力加速度。

填空题2



(空气阻力不计．填入大于，小于或等于)

答案：等于；小于

3. 无铁芯的长直螺线管的自感系数表达式为，其中*n*为单位长度上的匝数，*V*为螺线管的体积．若考虑端缘效应时，实际的自感系数应\_\_\_\_\_\_ (填：大于、小于或等于)此式给出的值。若在管内装上铁芯，则*L*与电流\_\_\_\_\_\_\_ (填：有关，无关)．

答案：小于；有关

4. 在国际单位制中，磁场强度的单位是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．磁感强度的单位是\_\_\_\_\_\_， 用表示的单位体积内储存的磁能的单位是\_\_\_\_\_\_\_。

答案：A/m；T；J/m3

5. 无限长密绕直螺线管通以电流*I*，内部充满均匀、各向同性的磁介质，磁导率为**。管上单位长度绕有*n*匝导线，则管内部的磁感强度为\_\_\_\_\_\_\_，内部的磁能密度为\_\_\_\_\_\_。

答案：*nI*；*n*2*I*2 / 2

6. 半径为*a*的无限长密绕螺线管，单位长度上的匝数为*n*，通以交变电流*i* =*Im*sin*t*，则围在管外的同轴圆形回路(半径为*r*)上的感生电动势为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

答案：

7. 已知在一个面积为*S*的平面闭合线圈的范围内，有一随时间变化的均匀磁场，则此闭合线圈内的感应电动势 =\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

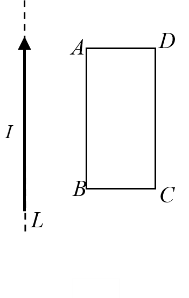
答案：

8. 用导线制成一半径为*r* =10 cm的闭合圆形线圈，其电阻*R* =10 ，均匀磁场垂直于线圈平面．欲使电路中有一稳定的感应电流*i* = 0.01 A，*B*的变化率应为d*B* /d*t* =\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

答案：3.18 T/s

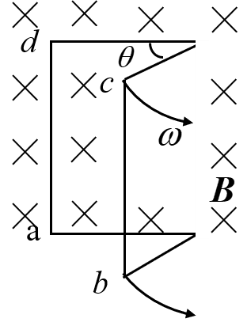
9. 如图所示，在一长直导线*L*中通有电流*I*，*ABCD*为一矩形线圈，它与*L*皆在纸面内，且*AB*边与*L*平行．矩形线圈在纸面内向右移动时，线圈中感应电动势方向为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。 矩形线圈绕*AD*边旋转，当*BC*边已离开纸面正向外运动时，线圈中感应动势的方向为\_\_\_\_\_\_\_。

填空题9



答案：ADCBA绕向 ； ADCBA绕向

填空题10



10．如图所示，一导线构成一正方形线圈然后对折，并使其平面垂直置于均匀磁场．当线圈的一半不动，另一半以角速度**张开时(线圈边长为2*l* )，线圈中感应电动势的大小＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。设此时的张角为**，见图)

答案：**

**三、 计算题**

1. 两个半径分别为*R*和*r*的同轴圆形线圈相距*x*，且*R* >>*r*，*x* >>*R*．若大线圈通有电流*I*而小线圈沿*x*轴方向以速率*v*运动，试求*x* =*NR*时(*N*为正数)小线圈回路中产生的感应电动势的大小．

**答案：**由题意，大线圈中的电流Ｉ在小线圈回路处产生的磁场可视为均匀的．



故穿过小回路的磁通量为



由于小线圈的运动，小线圈中的感应电动势为



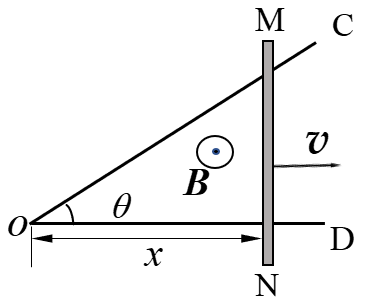
当*x* =*NR*时，小线圈回路中的感应电动势为



2. 如图所示，有一弯成**角的金属架*COD*放在磁场中，磁感强度的方向垂直于金属架*COD*所在平面．一导体杆*MN*垂直于*OD*边，并在金属架上以恒定速度向右滑动，与*MN*垂直．设*t* =0时，*x* = 0．求下列两情形，框架内的感应电动势*i*．

(1) 磁场分布均匀，且不随时间改变．

计算题2



(2) 非均匀的时变磁场

**答案：**(1)  



在导体*MN*内*i*方向由*M*向*N*。

(2) 取回路绕行的正向为*O*→*N*→*M*→O，则



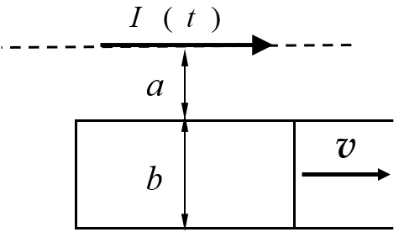


** 

*i*>0，则*i*方向与所设绕行正向一致，*i* <0，则与所设绕行正向相反．

3. 如图所示，真空中一长直导线通有电流*I* (*t*) =*I*0e-*t* (式中*I*0、**为常量，*t*为时间)，有一带滑动边的矩形导线框与长直导线平行共面，二者相距*a*．矩形线框的滑动边与长直导线垂直，它的长度为*b*，并且以匀速 (方向平行长直导线)滑动．若忽略线框中的自感电动势，并设开始时滑动边与对边重合，试求任意时刻*t*在矩形线框内的感应电动势*i*并讨论*i*方向．

计算题3



计算题3题解



**答案:** 线框内既有感生又有动生电动势．设顺时针绕向为*i*的正方向．由*i* = d**/d*t*出发，先求任意时刻*t*的**(*t*)

再求**(*t*)对*t*的导数：



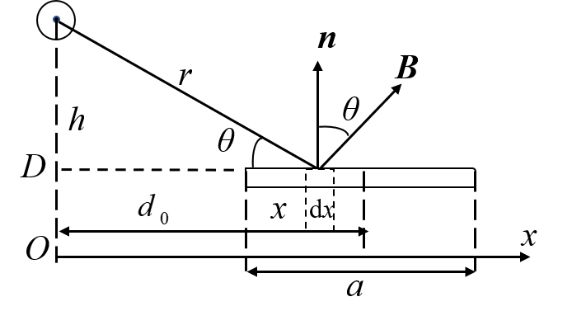
 

∴  **

*i*方向：*t* <1时，逆时针；*t* >1时，顺时针

4. 有一水平的无限长直导线，线中通有交变电流，其中*I*0和**为常数，*t*为时间，*I* >0的方向如图所示．导线离地面的高度为*h*，*D*点在导线的正下方．地面上有一*N*匝平面矩形线圈其一对边与导线平行．线圈中心离*D*点水平距离为*d*0，线圈的边长为*a* ()及*b*，总电阻为*R*．取法线竖直向上，试计算导线中的交流电在线圈中引起的感应电流(忽略线圈自感)．

计算题4题解



计算题4



**答案:** 选坐标系如图，





式中, ，



感应电流为 

5. 载有电流的*I*长直导线附近，放一导体半圆环*MeN*与长直导线共面，且端点*MN*的连线与长直导线垂直．半圆环的半径为*b*，环心*O*与导线相距*a*．设半圆环以速度 平行导线平移，求半圆环内感应电动势的大小和方向以及*MN*两端的电压*UM*  *UN* ．

答案: 动生电动势 

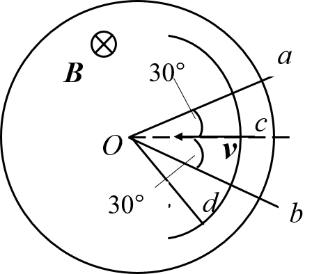
为计算简单，可引入一条辅助线*MN*，构成闭合回路*MeNM*, 闭合回路总电动势  

 方向*N*→*M*

计算题5



6. 在垂直图面的圆柱形空间内有一随时间均匀变化的匀强磁场，其磁感强度的方向垂直图面向里．在图面内有两条相交于*O*点夹角为60°的直导线*Oa*和*Ob*，而*O*点则是圆柱形空间的轴线与图面的交点。此外，在图面内另有一半径为*r*的半圆环形导线在上述两条直导线上以速度匀速滑动。的方向与∠*aOb*的平分线一致，并指向*O*点(如图)．在时刻*t*，半圆环的圆心正好与*O*点重合，此时磁感强度的大小为*B*，磁感强度大小随时间的变化率为*k* (*k*为正数)．求此时半圆环导线与两条直线所围成的闭合回路*cOdc*中的感应电动势。



计算题6

答案：取顺时针方向为闭合电路*cOdc*的绕行正向，电路中的感应电动势由感生电动势和动生电动势两部分叠加而成，即 

由涡旋电场所形成，它相当于半圆环导线处于*t*时刻所在位置静止不动时，电路*cOdc*中的感应电动势，所以 



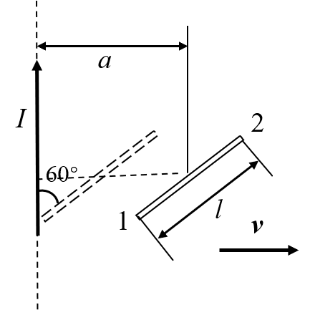
于是 

若 *vB* >*rk/6*，则**的方向与所设正向一致，即顺时针的方向；

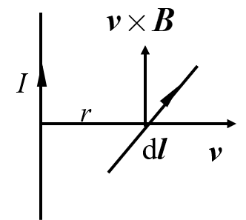
*vB* <*rk/6*，则**的方向与所设正向相反，即逆时针方向。

7. 无限长直导线载有电流*I*，其旁放置一段长度为*l*与载流导线在同一平面内且成60°的导线．计算当该导线在平面上以垂直于载流导线的速度平移到该导线的中点距载流导线为*a*时，其上的动生电动势，并说明其方向．

计算题7



计算题7题解



答案：在d*l*处 

其中 ， 

方向从1→2

**四、 研讨题**

1. 变压器的铁心为什么总做成片状的，而且涂上绝缘漆相互隔开？铁片放置的方向应和线圈中磁场的方向有什么关系？

**参考解答：**

变压器的铁心由高导磁材料硅钢片制成，它的导磁系数*μ*约为空气的导磁系数的2000倍以上。大部分磁通都在铁心中流动，主磁通约占总磁通的99％以上，而漏磁通占总磁通的1％以下。也就是说没有铁心，变压器的效率会很低。

变压器的铁心做成片状并涂上绝缘漆相互隔开，是为了阻断铁心中涡流的通路，以减少铁心中的涡流发热。铁片放置的方向应沿着线圈中磁场的方向，绝不可以使铁片与磁场的方向垂直，否则铁心中的涡流仍将很大。

2. 金属探测器的探头内通入脉冲电流，才能测到埋在地下的金属物品发回的电磁信号。能否用恒定电流来探测？埋在地下的金属为什么能发回电磁信号？

**参考解答：**

当金属探测器的探头内通入脉冲电流（变化电流）时，它就会产生变化的磁场，从而使位于地下的金属物品中产生感应电流。这个感应电流是随时间变化的电流，变化的电流又可以产生变化的磁场，因而金属物品可以发回电磁信号，这样就能探测到埋在地下的金属物品。如果探头内通入的是恒定电流，金属物品中就不会有感应电流，不能发回电磁信号，也就无法探测到地下的金属物品。因此，探头中不能通入恒定电流。