**阶段训练4 参考答案**

**恒定磁场 电磁感应 电磁场**

**一、填空题**

1. 一个绕有500匝导线的平均周长50cm的细环，载有0.3A电流时，铁芯的相对磁导率为600，铁芯中的磁感强度为 ；铁芯中的磁场强度为 。

[答案：0.226 T；300 A/m]

2. 如图，均匀磁场中放一均匀带正电的圆环，其线电荷密度为*λ*，圆环可绕通过环心*O*与环面垂直的转轴旋转。当圆环以角速度*ω*转动时，圆环受到的磁力距为 ，其方向 。

*λ*

*R*

*O*

*ω*

*λ*

[答案： ；在图面中向上]

3. 一个单位长度上密绕有*n*匝线圈的长直螺线管，每匝线圈中通有强度为*I*的电流，管内充满相对磁导率为*r*的磁介质，则管内中部附近磁感强度*B* =\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，磁场强度*H* =\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

[答案：；*nI*]

图片包含 游戏机, 笔记本, 星星, 夜空

描述已自动生成4. 一弯曲的载流导线在同一平面内，形状如图(*O*点是半径为*R*1和*R*2的两个半圆弧的共同圆心，电流自无穷远来到无穷远去)，则*O*点磁感强度的大小是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

[答案：]

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

[答案：]

6. 产生动生电动势的非静电场力是 ，产生感生电动势的非静电场力是 ，激发感生电场的场源是 。

[答案：洛伦兹力；感生（涡旋）电场力；变化的磁场]

7.请写出麦克斯韦方程组的积分形式 ， ， ， 。

[答案：，，

，]

8. 长为*l*的金属直导线在垂直于均匀的平面内以角速度*ω*转动，如果转轴的位置在 ，这个导线上的电动势最大，数值为 ；如果转轴的位置在 ，整个导线上的电动势最小，数值为 。

[答案：端点；；中点；0]

9. 有两个长直密绕螺线管，长度及线圈匝数均相同，半径分别为*r*1和*r*2，管内充满均匀介质，其磁导率分别为*μ*1和*μ*2，设*r*1 : *r*2 = 1 : 2，*μ*1 : *μ*2 = 2 : 1，当将两只螺线管串联的电路中通电稳定后，其自感系数之比*L*1 : *L*2为 ，磁能之比*W*1 : *W*2为 。

[答案：1 : 2；1 : 2]

图片包含 图示

描述已自动生成10. 如图在一轴上绕有两相同的线圈AB和A’B’，每个线圈的自感均为*L*。A和A’相连时的总自感为 ；A’和B相连时的总自感为 。

[答案：0；4*L*]

**二、理论推导题**

11. 匀强磁场分布在一个半径为*R*的圆柱形区域内（横截面如图所示），并以恒定的速率*K* = d*B*/d*t*逐渐增大，磁场方向垂直与纸面向里。请推导：磁场中长度为*l* 的金属棒中产生的感应电动势的大小为：



解：(方法一)根据对称性，感生电场也应是轴对称，即感生电场线是以管中心为轴的一系列同心圆，方向为逆时针。感生电场满足





，负号表示逆时针

金属棒上长度为上的感应电动势满足：

，其中*h*为金属棒与轴心的距离。

积分可得：



(方法二)连接金属棒的两个端点与轴心形成三角形回路，沿半径的感生电动势为0，回路中的感应电动势与金属棒中的感应电动势大小相同。

根据法拉第电磁感应定律



负号表示感生电动势的方向沿逆时针（或自左向右）。

12. 两线圈的自感系数分别为*L*1、*L*2。它们的互感系数为*M*，当两线圈串联时，试证它的等效自感系数，式中的正负号决定于线圈串联时磁场相互加强或减弱的情况。

证明：（方法一）当两线圈顺接时，两线圈激发磁场彼此加强，



等效自感系数

当两线圈反接时，两线圈激发磁场彼此减弱，



等效自感系数

（方法二）顺接时，线圈1、2内的磁通分为、

串联线圈总磁通：

根据定义，等效电感

逆接时，线圈1、2内的磁通分为、

总磁通：，则

形状, 示意图

描述已自动生成 图示, 形状, 示意图

描述已自动生成

（顺接） （反接）

**三、计算题**

**图示

中度可信度描述已自动生成**13. 一根很长的铜导线载有电流10 A，设电流均匀分布。在导线内部作一平面*S*，如图所示。试计算通过S平面的磁通量（沿导线长度方向取长为1 m的一段作计算）。铜的磁导率。

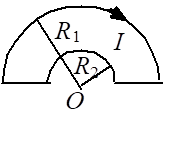
解：由安培环路定律求距圆导线轴为*r*处的磁感应强度





∴ 

磁通量 Wb

14. 平面闭合回路由半径为*R*1及*R*2 (*R*1 > *R*2 )的两个同心半圆弧和两个直导线段组成（如图）。已知闭合载流回路在*O*处产生的总的磁感强度*B*与半径为*R*2的半圆弧在*O*点产生的磁感强度*B*2的关系为*B* = 2 *B*2/3，求*R*1与*R*2的关系。

解：由毕奥－萨伐尔定律可得，设半径为*R*1的载流半圆弧在*O*点产生的磁感强度为*B*1，则 

同理, 

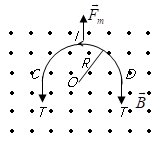
∵  ∴ 

故磁感强度 

∴ 

图片包含 图表

描述已自动生成15. 一圆线圈的半径为*R*，载有电流*I*，置于均匀外磁场中（如图示）。在不考虑载流圆线圈本身所激发的磁场的情况，求线圈导线上的张力。（载流线圈的法线方向规定与的方向相同）

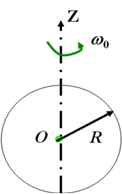
解：考虑半圆形载流导线*CD*所受的安培力



列出力的平衡方程



得：

16. 如图所示，电荷*q*（>0）均匀地分布在一个半径为*R*的薄球壳外表面上，若球壳以恒角速度*ω*0绕z轴转动，则沿z轴从-∞到+ ∞磁感应强度的线积分等于多少？

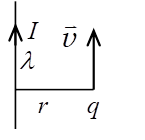
解：根据安培环路定理



沿z轴从-∞到+ ∞，可看成在无限远处闭合，因此 

又



17. 如图所示，一个带有正电荷*q*的粒子，以速度平行于一均匀带电的长直导线运动，该导线的线电荷密度为**，并载有传导电流*I*．试问粒子要以多大的速度运动，才能使其保持在一条与导线距离为*r*的平行直线上？

解：依据无限长带电和载流导线的电场和磁场知

 (方向沿径向向外)

 (方向垂直纸面向里)

运动电荷受力*F* (大小)为：，此力方向为沿径向(或向里，或向外)

为使粒子继续沿着原方向平行导线运动，径向力应为零，

= 0

则有 

18. 螺绕环中心周长*l* = 10 cm，环上均匀密绕线圈*N* = 200匝，线圈中通有电流*I* = 100 mA。(1) 求管内的磁感应强度大小*B*0和磁场强度大小*H*0；(2) 若管内充满相对磁导率*μ*r = 4200的磁性物质，则管内的*B*和*H*是多少？(3) 磁性物质内由导线中电流产生的*B*0和由磁化电流产生的*B*＇各是多少？

解：(1) 选取闭合回路，由安培环路定理得螺绕环内磁感应强度





磁场强度 

(2) 若管内充满相对磁导率*μ*r=4200的磁性物质，选取闭合回路，由介质中的安培环路定理得螺绕环内磁场强度





磁感应强度为

(3) 磁性物质内由导线中电流产生的



由磁化电流产生的

19. 一长为3*l*的铜棒在磁感强度为的均匀磁场中，以角速度*ω*在与磁场方向垂直的平面上绕*O*点旋转，已知CO = *l*，OD = 2*l*。求：(1) 铜棒CD两端的感应电动势；(2) C、D两端哪一点电势高？

图示

中度可信度描述已自动生成

解：(1) 由题可知，，又已知

则对于OC段，

对于OD段，

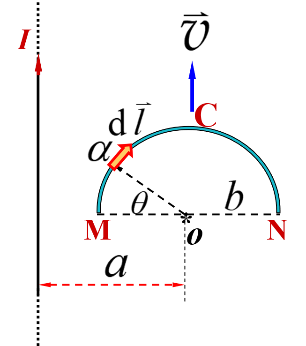
则CD段电动势，

(2) ，即，因此C 点电势高于 D 点电势。

20. 已知半圆导线与长直电流共面（如图），半圆以匀速沿直导线方向向上运动，求动生电动势 .

图片包含 图示

描述已自动生成

解法一：直接计算半圆弧导线的动生电动势

线元处磁感应强度为

根据，则

又已知，则

设，则

由N指向M，M端电势高。

解法二：通过法拉第电磁感应定律

连接 MN形成一半圆闭合回路，则

已知，代入上式得

又已知距离长直导线为*x*处的磁感应强度，

则

由N指向M，M端电势高。

21. 设同轴电缆内柱为半径*R*1的实心导体柱，外圆筒半径为*R*2而可以不计厚度，电流*I*均匀通过内柱，外筒流有反向电流。求单位长度的同轴电缆的磁能及自感系数。设实心导体柱磁导率近似等于真空磁导率*μ*0，实心导体柱与外圆筒间充以相对磁导率为*μr*的磁介质。

解：电缆中的磁场分布为



则，

则，

根据，已知单位长度壳层体积

因此单位长度同轴电缆的磁能为



又根据，又已知，

可得单位长度同轴电缆的自感

22. 如图所示，平行板电容器内各点的交变电场强度，正方向规定如图。试求：

(1)电容器中的位移电流密度；

(2)电容器内距中心联线*r* = 10−2 m的一点*P*，当*t* = 0和*t* = 0.5 × 10−5 s时磁场强度的大小及方向(不考虑传导电流产生的磁场)。

图示

描述已自动生成

解：(1) 已知，

因此

(2) 取与极板平行且以中心连线处为圆心、半径的圆周，则根据全电流定理



可得：，因此

代入jD，

当*t* = 0时，

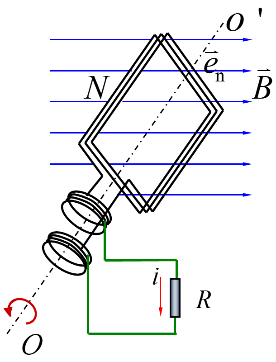
当*t* = 0.5 × 10−5 s时，

**四、设计与应用题**

23. 根据所学磁学知识，设计一套磁性材料相对磁导率的测试方案。

[答案：略]

24. 根据电磁感应定律，提出一种发电机的设计方案，并说明此发电机工作原理。

 答：（简例）在匀强磁场中，置有面积为*S*的可绕轴转动的*N*匝线圈。采用风力或水力等方式使线圈以角速度*ω*作匀速转动。则根据电磁感应定律，可得线圈中的感应电动势为，则通过负载电流为，因此实现了发电功能。