

# 中山大学本科生期末考试

考试科目：《电磁学》(A 卷)

试卷编号：19W089

学年学期：2019 学年第 2 学期

考试方式：开卷

学院/系：物理学院

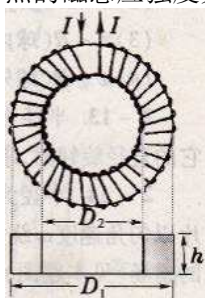
年级/专业：19 级物理学

**警示** 《中山大学授予学士学位工作细则》第八条：“考试作弊者，不授予学士学位。”

以下为试题区域，共 31 道填空题，总分 100 分，考生请在答题纸上作答

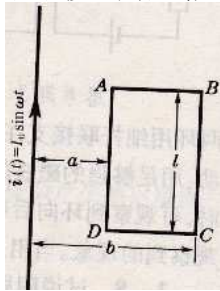
一些可能要用到的常数：电子电荷  $e = -1.602 \times 10^{-19} C$ ，真空介电常数  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} C^2 / Nm^2$ ，真空磁导率  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} N / A^2$ ，普朗克常数  $h = 6.626 \times 10^{-34} Js$ ，真空中的光速  $c = 3 \times 10^8 m/s$ ，重力加速度  $g = 9.8 m/s^2$ ，圆周率  $\pi = 3.1415926$ .

1. 一自感为  $0.9mH$ 、电阻为  $8.0$  欧的线圈联接到内阻可忽略、电动势为  $4.7V$  的电源上。开关接通\_\_\_\_\_（请填时间）后，电流达到终值的  $93.0\%$ ，此时线圈中存储的能量大小为\_\_\_\_\_
2. 一激光束平均能流密度为  $92W/m^2$ ，其中电场最大值为\_\_\_\_\_
3. 如图，矩形截面的螺绕环， $D_1 = 1.0m$ ， $D_2 = 0.7m$ ， $h = 0.7m$ ，线圈共 2418 匝，螺绕环截面中点的磁感应强度大小为  $0.7T$ ，则导线中的电流为\_\_\_\_\_，自感为\_\_\_\_\_

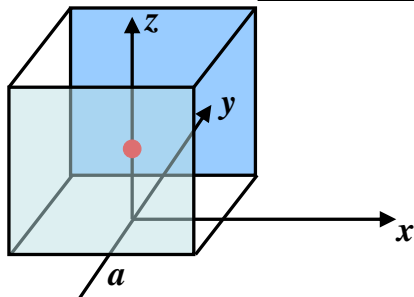


4. 一很长的直导线有交变电流  $i(t) = 1.0 \sin(9t) A$ ，它旁边有一长方形线圈  $ABCD$ ，如图， $l = 0.2m$ ， $a = 0.5m$ ， $b = 1.0m$ ，线圈和导线在同一平面内，则在  $2s$  时，穿过回路  $ABCD$  的磁通量为\_\_\_\_\_，若此时线圈  $ABCD$  是静止的，则回路  $ABCD$  中的感应电动势为\_\_\_\_\_，若回路  $ABCD$  的电阻为  $64$  欧，则线圈  $ABCD$  受到的力大小为\_\_\_\_\_，方向为\_\_\_\_\_。若此时线圈  $ABCD$  正以速度  $4.6m/s$  向

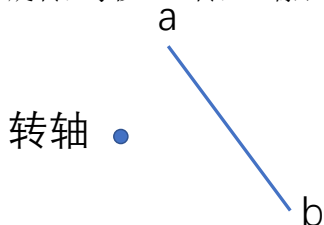
右平移，则回路  $ABCD$  中的感应电动势为\_\_\_\_\_



5. 电荷的相互作用是通过静电场实现的，静电场是个有源场，而电通量是某个曲面上的积分量，当一个带电量为  $1.0C$  的点电荷位于一个边长为  $99cm$  的立方体的中心时，通过立方体的其中一个面的电通量为\_\_\_\_\_，通过立方体六个面的总电通量为\_\_\_\_\_



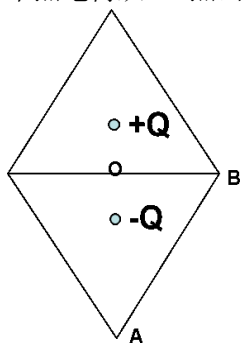
6. 一圆形线圈由 490 匝表面绝缘的细导线绕成，圆半径为  $0.8cm$ ，放在另一个半径为  $1.2m$  的大圆形线圈中心，两者同轴，大线圈由 1654 匝表面绝缘的导线绕成，则两线圈的互感为\_\_\_\_\_
7. 两金属球半径分别为  $5cm$  和  $9cm$ ，它们之间距离  $10m$ ，开始时球 1 带电荷  $0.9\mu C$ ，球 2 不带电。若用一细导线将它们连起来，达到静电平衡后，球 1 带电量为\_\_\_\_\_，球 2 带电量为\_\_\_\_\_
8. 一很长的导体直圆筒，筒厚为  $3.0m$ ，外直径为  $8.7m$ ，载有  $2.6A$  的直流电，电流沿轴向流动，并且均匀分布在筒的横截面上。则离轴  $3.2m$  处的磁感应强度大小为\_\_\_\_\_
9. 两根足够长的平行导线间的距离为  $40cm$ ，半径为  $0.7mm$ ，一条导线中电流为  $1.0A$ ，另一条为  $1.0A$ ，两个电流方向相反，若将导线分开到  $76cm$ ，则单位长度的磁能变化为\_\_\_\_\_，是增加还是减小\_\_\_\_\_
10. 如图（纸面为水平面。此为示意图，图中距离的大小以题干中数字为准。），一金属棒  $ab$  长  $0.8m$ ，水平放置在竖直向上的匀强磁场中，磁感应强度为  $0.7T$ ，金属棒绕某竖直轴在水平面内旋转，每秒 93 转， $a$  端距转轴  $0.2m$ ， $b$  端距转轴  $0.9m$ ， $a$ 、 $b$  端的电势差为\_\_\_\_\_



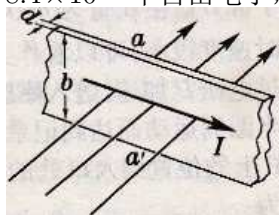
11. 静电荷之间的作用力称为库仑力，与万有引力具有类似的表达形式，考虑经典的氢原子模型为一个质子 ( $m_p = 1.67 \times 10^{-27}kg$ ) 的正电荷中心，特定轨道上电子 ( $m_e = 9.11 \times 10^{-31}kg$ ) 绕原子核做圆周运动（轨道半径为  $5.29 \times 10^{-11}m$ ），原子核与电子的万有引力为\_\_\_\_\_，

静电力为\_\_\_\_\_，库仑力是万有引力的\_\_\_\_\_倍；电子轨道位置上，质子的电场强度为\_\_\_\_\_；电子的速率为\_\_\_\_\_。

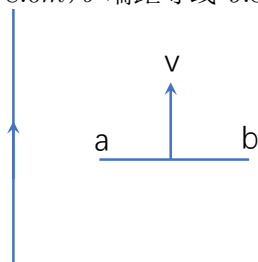
12. 一横截面积为  $9.2\text{cm}^2$  的空心螺绕环，每厘米长度上绕有 28 匝，环上另外还绕有 10 匝的副线圈，副线圈与电流计串联，构成一个电阻为 9.3 欧的闭合电路，今使螺绕环中电流每秒减小  $7.0\text{A}$ ，则副线圈中的感应电动势为\_\_\_\_\_，感应电流为\_\_\_\_\_
13. 半径为  $0.9\text{m}$  的无限长圆柱形导线外裹有一层厚度为  $0.9\text{m}$  的均匀介质，介质的介电常数为  $5.8 \times 10^{-11}\text{C}^2/(\text{Nm}^2)$ ，导线均匀带电  $1.0\mu\text{C}/\text{m}$ ，离导线  $1.6\text{m}$  处的电场为\_\_\_\_\_，介质内外表面电势差为\_\_\_\_\_
14. 在空气 ( $\mu_1 = 1.0$ ) 和软铁 ( $\mu_2 = 4824$ ) 的交界面上，软铁内磁感应强度与交界面法线的夹角为  $38^\circ$ ，则空气中磁场强度  $H$  与交界面法线的夹角为\_\_\_\_\_
15. 一螺绕环横截面为圆形，半径为  $0.3\text{cm}$ ，中心环线半径为  $0.7\text{m}$ ，其上由表面绝缘的导线均匀地密绕两个线圈，线圈  $A$  有 625 匝，其电流每秒减小  $0.3\text{A}$ ，线圈  $B$  有 3246 匝，两线圈的互感为\_\_\_\_\_，线圈  $B$  中的感应电动势为\_\_\_\_\_
16. 一回旋加速器  $D$  形盒的半径为  $39\text{cm}$ ，用它来加速质量为  $1.67 \times 10^{-27}\text{kg}$  的质子，要把质子从静止加速到  $3\text{MeV}$  的能量。需要磁感应强度大小\_\_\_\_\_
17. 同心球形电容器由一个同心的球和球壳构成，内球半径为  $38\text{cm}$ ，球壳的内表面半径为  $49\text{cm}$ ，外半径为  $50\text{cm}$ ，中间有介电常数为 6.0，电导率为  $2.6 \times 10^{-4}\text{S}/\text{m}$  的均匀漏电介质，电容器充电后随即缓慢漏电，这时在介质中有径向衰减电流通过。在  $8.5\text{s}$  时，漏电电流大小为  $7.3\text{A}$ ，此时内球带电多少\_\_\_\_\_，在距球心  $47\text{cm}$  处的位移电流密度大小为\_\_\_\_\_，传导电流密度大小为\_\_\_\_\_
18. 如图所示，两个边长为  $9.8\text{m}$  的正三角形组成一个菱形，在正三角的中心分别放置点电荷，带电量为  $0.8\mu\text{C}$  与  $-0.8\mu\text{C}$ ，则菱形中心点  $O$  点及两个顶点  $A$  点与  $B$  点的电势分别为： $O$  点\_\_\_\_\_， $A$  点\_\_\_\_\_， $B$  点\_\_\_\_\_。当这两个电荷大小相等符号相反时，在远处来看，这两个点电荷组成的系统一般被称为\_\_\_\_\_。如果有一个点电荷从  $A$  点出发，绕菱形的四条边运动一周回到  $A$  点，静电力做功为 \_\_\_\_\_



19. 一铜片厚  $0.5\text{mm}$ ，放在  $1.5\text{T}$  的磁场中，磁场方向与铜片表面垂直，如图。已知铜里每立方厘米有  $8.4 \times 10^{22}$  个自由电子，当铜片中有  $75\text{A}$  的电流时铜片上下两边的电势差为\_\_\_\_\_

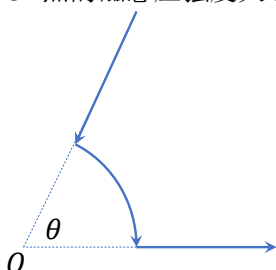


20. 如图, 金属棒  $ab$  与一长直细导线垂直, 以  $9.9\text{m/s}$  的速率平行于该导线平动,  $a$  端距导线  $8.0\text{m}$ ,  $b$  端距导线  $9.8\text{m}$ , 长直导线内有电流  $2.6\text{A}$ , 则棒中感应电动势大小为\_\_\_\_\_



21. 一圆柱形电容器, 由直径为  $4.5\text{cm}$  的直圆筒和与它共轴的直导线构成, 导线直径为  $3.7\text{mm}$ , 筒与导线间填满介电常数为  $4.6$ , 击穿场强为  $172125\text{V/m}$  的均匀介质, 电容器能耐多高的电压\_\_\_\_\_

22. 如图 (图中角度仅为示意, 具体大小见题干文字), 一条无穷长直导线在一处弯成圆弧, 圆弧的半径为  $0.8\text{m}$ , 圆心在  $O$ ,  $\theta = 30^\circ$ , 直线的延长线都通过圆心。导线中的电流为  $0.4\text{A}$ , 则  $O$  点的磁感应强度大小为\_\_\_\_\_



23. 一均匀磁化的磁棒, 直径为  $24\text{mm}$ , 长为  $74\text{mm}$ , 磁矩为  $18319\text{Am}^2$ , 则棒侧表面上的磁化电流密度为\_\_\_\_\_

24. 一个内半径为  $21\text{cm}$ , 外半径为  $68\text{cm}$  的金属球壳带电  $0.2\mu\text{C}$ , 在距离球壳中心  $34\text{cm}$  处电场强度为\_\_\_\_\_, 在距离球壳中心  $89\text{cm}$  处电场强度为\_\_\_\_\_. 这个金属球壳静电能的  $60.1\%$  都集中在以球壳球心为中心、以\_\_\_\_\_为半径的球内。

25. 极板面积为  $2.5\text{m}^2$  的两平行金属板, 间距为  $3.1\text{mm}$ , 内部充满了介电常数为  $2.2$  的均匀电介质, 电容器带有电量  $38\mu\text{C}$ , 略去边缘效应, 介质内的电场强度大小为\_\_\_\_\_, 电位移矢量大小为\_\_\_\_\_, 两板间电势差为\_\_\_\_\_, 介质表面上的极化电荷面密度绝对值为\_\_\_\_\_, 电容器存储的能量为\_\_\_\_\_

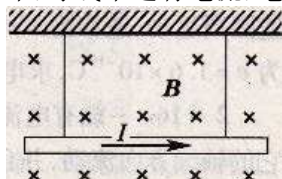
26. 平板电容器极板面积为  $3.2\text{m}^2$ , 极板间距为  $0.8\text{mm}$ , 两极板间加上  $21\text{V}$  电压后, 取去电源, 再在其间充满两层介质, 介质一厚  $0.2\text{mm}$ , 介电常数为  $6.4$ , 介质二填满两极板间剩余的空间, 介电常数为  $4.2$ , 则介质一中的极化强度大小为\_\_\_\_\_, 电场强度大小为\_\_\_\_\_, 两极板间电势差为\_\_\_\_\_

27. 一直螺线管长  $2.0\text{m}$ , 直径为  $1.5\text{cm}$ , 均匀地绕有  $870$  匝导线, 通过电流  $0.3\text{A}$ , 则螺线管中心的磁感应强度大小为\_\_\_\_\_

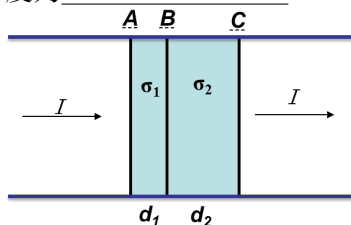
28. 一环形铁芯横截面积为  $0.4\text{cm}^2$ , 环中心线半径为  $2.0\text{m}$ , 环上密绕着  $1093$  匝线圈, 当线圈导线通有  $1.7\text{mA}$  电流时, 铁芯的磁导率为  $256$ , 则铁芯的磁化强度大小为\_\_\_\_\_, 铁芯中磁感应强度大小为\_\_\_\_\_, 铁芯的磁化率为\_\_\_\_\_。若在铁环上锯一个

宽度为  $0.4\text{mm}$  的空气隙, 要在空气隙内产生  $0.7\text{T}$  的磁场, 导线中电流应为\_\_\_\_\_ (设铁芯磁导率不变)

29. 如图, 有一根长度为  $0.5\text{m}$ , 质量为  $5.2\text{g}$  的导体杆, 用细绳子平挂在大小为  $1.6\text{T}$  的水平外磁场中, 导线中通有电流, 电流的方向与磁场垂直, 绳子张力为 0, 则电流的大小为\_\_\_\_\_



30. 电荷的定向移动可以形成电流, 而电流连续性本质是电荷守恒。如图所示, 两边为电导率很大的导体, 中间两层是电导率分别为  $58\text{S/m}$  和  $80\text{S/m}$ , 相对介电常数为 1 的均匀导电介质, 其厚度分别为  $5.1\text{m}$ ,  $8.3\text{m}$ , 导体的截面积为  $5.3\text{cm}^2$ , 当导体通过恒定电流, 方向如图时, 电势差  $U_{AC}$  为  $2.9\text{V}$ , 则两层导电介质中的场强  $E_1$  为\_\_\_\_\_,  $E_2$  为\_\_\_\_\_, 电势差  $U_{BC}$  为\_\_\_\_\_, A 面的电荷面密度\_\_\_\_\_, B 面的电荷面密度为\_\_\_\_\_



31. 两个相同的平板电容器 A、B, 它们的极板是圆形的, 半径为  $0.3\text{m}$ , 极板间隔  $1.6\text{mm}$ , 电容器 A 中介质为空气, 电容器 B 中介质相对介电常数为 4.9。把它们充电到各自带电  $0.5\mu\text{C}$ , 此时 A 中的电能为\_\_\_\_\_, 取去电源, 将两电容器正向并联, 稳定之后, 两电容器中的总电能为\_\_\_\_\_。若以  $0.2\text{A}$  的直流电单独给电容器 A 充电, 当 A 带电  $0.5\mu\text{C}$  时, A 极板边缘的磁感应强度大小为\_\_\_\_\_, 能流密度大小为\_\_\_\_\_