

南京理工大学课程考试试卷 (学生考试用)

课程名称: 922 级大学物理 (下) A 卷 学分: 3.5 教学大纲编号: 1322060L, 1322060R, 1322060D

试卷编号: _____ 考试方式: 闭卷笔试 满分分值: 100 考试时间: 120 分钟

组卷日期: 2023 年 12 月 30 日 组卷教师(签字): 命题组 审定人(签字): _____

所有答案必须写在答题纸对应的正确位置上!!!

一、填空题 (每题 2 分, 共 20 分)

1. 一无限长载流导线弯成如图 1 形状, 电流由无限远处流来, 又流向无限远处。则圆心 O 点的磁感应强度大小为 (1), 方向是 (2)。

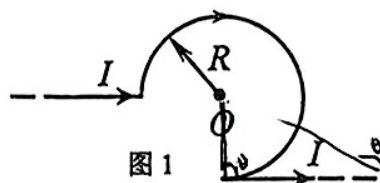


图 1

2. PM 和 MN 两段导线, 其长度均为 10 cm, 在 M 处相接成 30° 角, 若使导线在均匀磁场中以速度 $v = 1.5 \text{ m/s}$ 运动, 方向如图 2 所示, 磁场方向垂直纸面向内, 磁感应强度大小为 $B = 2.5 \times 10^{-2} \text{ T}$, 则 P、N 两端之间的电势差为 (3) V, 电势高的一端是 (4)。

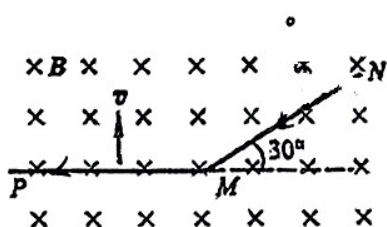


图 2

3. 长为 l 的直导线上通电流 I , 并沿着 x 轴正方向经过均匀磁场 $\vec{B} = B_y \vec{j} + B_z \vec{k}$, 如图 3 所示, 则直导线所受的磁场力 (矢量式) $\vec{F} =$ (5)。

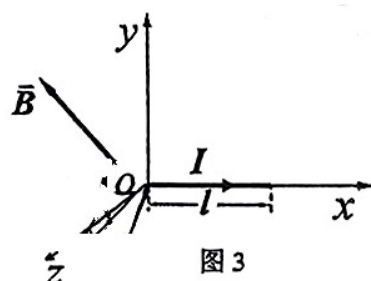


图 3

4. 在夫琅和费单缝衍射的实验中, 有两种波长分别为 λ_1 和 λ_2 的单色平行光同时垂直入射单缝。观察发现, λ_1 的第一级明纹与 λ_2 的第二级暗纹恰好重合。若 $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$, 则 $\lambda_2 =$ (6) nm。
5. 自然光和偏振光的混合光束, 通过一个偏振片时, 随着偏振片以光的传播方向为轴转动, 透射光的强度也随之变化。若最强和最弱的透射光强之比为 6 : 1, 则入射光中自然光和偏振光的强度之比为 (7)。

6. 在玻尔氢原子理论中, 电子绕原子核作圆周运动。若对于基态氢原子, 电子与核的距离为 $r = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$, 由轨道角动量量子化条件可知电子在该轨道上运动速率 $v = \underline{(8)} \text{ m/s}$, 此时电子的等效磁矩为 $\underline{(9)} \text{ A} \cdot \text{m}^2$ 。

7. 一颗质量为 10 g 的子弹, 具有 200 m/s 的速率, 若其动量的不确定度为其动量的 0.01% (这在宏观范围是十分精确的), 则该子弹位置的不确定度为 $\Delta x = \underline{(10)} \text{ m}$ 。可见子弹位置的不确定度是微不足道的, 不确定关系对于宏观物体几乎不起作用。

二、填空题 (每题 2 分, 共 20 分)

1. 在“用牛顿环测量平凸透镜曲率半径”的实验中, 小王将待测的平凸透镜放置在一块平板玻璃上, 构成一个标准的牛顿环装置。采用钠灯作为光源 (波长 $\lambda = 589.3 \text{ nm}$), 测得第 4 级暗环直径为 5.031 mm , 第 9 级暗环直径为 7.547 mm , 由此计算可得平凸透镜曲率半径 $R = \underline{(1)} \text{ m}$ 。

2. 迈克耳孙干涉仪是一种精密的测量仪器, 可以用来测定激光器的波长。实验中, 小李观察到的是等间距的等厚干涉条纹, 并测出视场中移过的条纹数目为 N 时, 反射镜 M_1 移动的距离为 Δd , 由此可计算出实验中所使用的激光器产生的入射光波长 $\lambda = \underline{(2)}$ 。

3. 在光电效应实验中, 小张分别用波长为 λ 和 $3\lambda/4$ 的单色光照射同一个光电管, 发现发出的光电子的最大初动能之比为 $1:2$ 。以 h 表示普朗克常量, c 表示真空中的光速, 则此光电管中金属板的逸出功是 $\underline{(3)}$, 红限频率为 $\underline{(4)}$ 。

4. 据说间谍卫星上的照相机能清楚识别地面上汽车的牌照号码。如果需要识别的牌照上的笔画间的距离为 5 cm , 在 160 km 高空的卫星上的照相机的最小分辨角 $\theta_{\min} = \underline{(5)} \text{ rad}$; 此照相机的孔径 $D = \underline{(6)} \text{ m}$ 。(光的波长按 550 nm 计)

5. 疫情期间, 红外体温枪为防控起到了很大的作用。它的工作原理是利用红外线辐射技术来测量被测物体 (如人体) 的表面温度。假设红外体温枪测得的人体的温度为 36°C , 则其检测到的红外辐射的峰值波长 $\lambda_m = \underline{(7)} \text{ nm}$; 若成年人平均表面积为 1.6 m^2 , 把人当做近似黑体, 则成人的平均辐射功率大概为 $\underline{(8)} \text{ W}$ 。

6. 氢放电管中, 动能为 12.5 eV 的自由电子与基态氢原子碰撞。获得能量之后的氢原子, 能够达到的最高能级为 $n = \underline{(9)}$; 若氢原子从该能级跃迁至第一激发态, 辐射的光谱线波长为 $\underline{(10)} \text{ nm}$ 。

课程名称: 922 级大学物理 (下) A 卷 学分: 3.5 试卷编号: _____

三、计算题 (10 分) 同轴电缆可作为传输线, 应用于各种各样的数字和模拟信号的传输。它一般由四层物料构成, 最内里是一条铜导线, 导线的外面是一层塑胶, 塑胶外面是一层薄薄的导电圆筒, 最外面还有一层绝缘物料作为外皮。如图 4 所示, 中心铜导线可看作是导体圆柱, 外层是同轴导体圆筒, 半径分别为 R_1 和 R_2 , 导体圆柱和导体圆筒间充以磁导率为 μ 的均匀塑胶介质, 设电流 I 均匀地由导体圆柱流入, 从外筒流回。求:

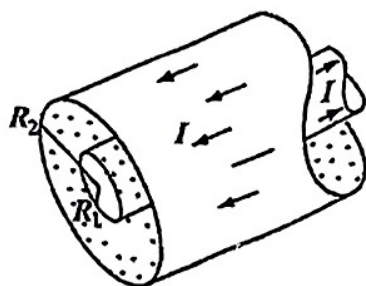


图 4

- (1) 空间磁场大小 H 的分布;
- (2) 长为 l 的一段电缆中的磁场能量;
- (3) 长为 l 的一段电缆的自感系数。

四、计算题 (10 分) 如图 5 所示一菱形线框由材料均匀、截面均匀的导线构成, 其边长为 L 。线框绕它的一条对角线以角速度 ω 在均匀磁 B 中以图示的方向匀速转动, 转轴与磁场方向相互垂直, 各边与轴线夹角为 θ 。(1) 设线框在任意位置时其平面的法线与磁感应线夹角为 α , 求线框的磁通量;

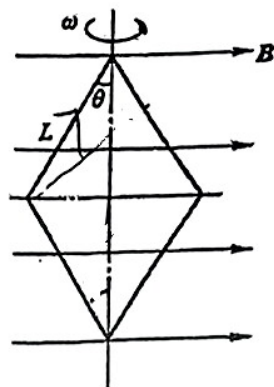


图 5

(2) 求任一位置线框中感应电动势的大小;

(3) 当线框转至恰好和磁感应线共面的一瞬间, 求线框中的感应电动势的大小和绕行方向。

五、计算题 (10 分) 波长为 600 nm 的单色光垂直入射到一光栅上, 测得第二级主极大的衍射角为 30° , 且第三级是缺级。求: (1) 光栅常数 d ; (2) 透光狭缝的最小宽度 a ; (3) 屏上可观察到哪几级、共多少条主极大明纹?

六、计算题 (10 分) (1) 用波长 $\lambda = 80 \text{ nm}$ 的紫外光线照射一基态氢原子, 试用计算说明, 能否使之电离? (2) 若能够电离, 电离出来的电子的初动能有多大? (3) 此时电离出来的电子德布罗意波长为多少?

七、计算题 (10 分) **请选做你所学的对应模块题，选错模块不给分**

大学物理 L (力学模块)、大学物理 R (热学模块) :

在某种计算机键盘上，每个按键都连接在一个平行板电容器的一个极板上，电容器的另外一个极板固定，如图 6 所示，两个极板通过外部电路保持恒定的 5.0 V 电势差。当按键被按下后，上、下极板间的距离变近，电容器的电容发生变化，造成极板上电荷的电量发生变化。当极板上的电荷通过外部电路从一个极板流向另一个极板时，电路可探测到按键被按下。设电容器极板形状是边长为 6.0 mm 的正方形：(1) 试推导平

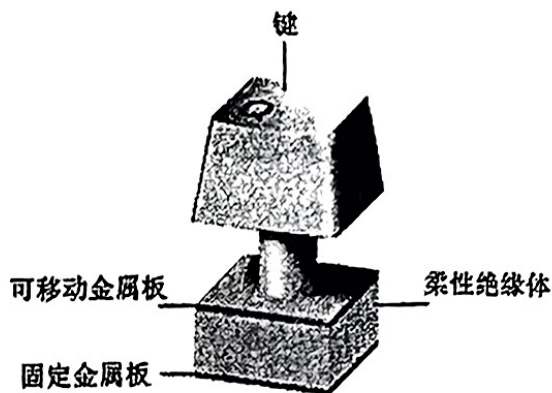


图 6

行板电容器电容表达式，并计算如果按键没有被按下时，上、下极板间距为 4.0 mm ，此时电容器的电容值是多少？(2) 当按键按下时，上、下极板间距从 4.0 mm 减小到 1.2 mm ，此时电容器极板所带的电量增加还是减少？流过外部电路的电荷电量为多少？(计算时假设电容器两极板间是空气而不是柔性绝缘体)。

大学物理 D (电磁学模块) :

扼流圈是一种电感元件，主要作用是控制电流流过的方向和大小。当直流电流或交流电流流经扼流圈时，由于其电感作用，会产生反向电动势，阻碍电流的变化，从而达到限流和抑制高频干扰的效果。环形铁氧体常作为扼流线圈的环形铁芯。一个轴线半径为 R 的环形铁氧体铁芯，其磁导率为 μ ，现在其上密绕 N 匝导线构成螺绕环，如图 7 所示，导线中通有电流 I 时，求：

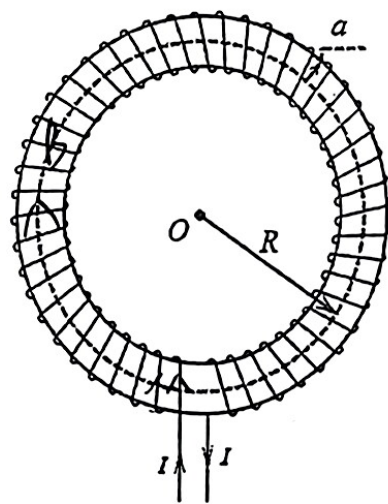


图 7

- (1) 轴线处磁感应强度的大小为多少？
- (2) 若螺绕环的截面半径 a 远小于轴线半径 R ，则通过螺绕环所有匝的总磁通量是多少？
- (3) 假设刚开始通电流过程中，导线中的电流随时间的变化率

$$\frac{dI}{dt} = k \quad (k > 0, \text{ 且为常数}), \text{ 此过程中螺绕环产生的自感电动势是多少?}$$

八、计算题 (10 分) 请选做你所学的对应模块题, 选错模块不给分

大学物理 L (力学模块)、大学物理 R (热学模块):

静电除尘是利用气体放电的电晕现象, 使荷电尘粒在电场力作用下趋向集尘极, 从而达到除尘的目的。

图 8 为一种管式除尘器的示意图。将金属圆筒作为集尘极, 在管心悬挂一根金属线作为放电极, 称为电晕极。当施加在电晕极与集尘极间的电压足够大时, 电晕极附近形成的强电场使气体电离, 形成电晕区。当含尘气流送入时, 尘粒因与自由电子、负离子碰撞而成为带负电的粉尘, 在集尘极与放电极之间的电场力驱使下移到集尘极, 并沉积在集尘极上, 实现净化气流的目的。若用 r_a 和 r_b 分别表示电

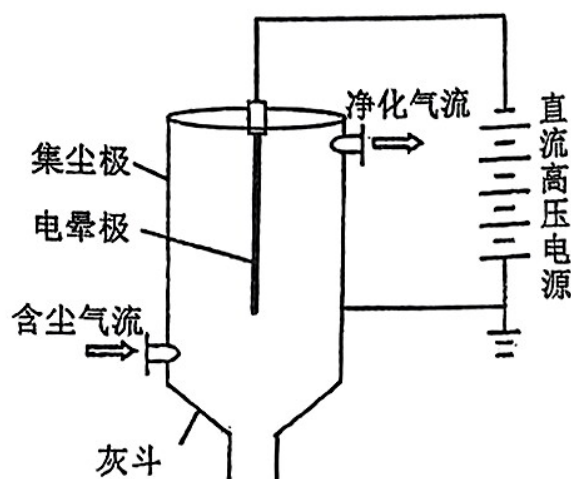


图 8

晕极和集尘极的半径, 且已知其高度 $L \gg r_b$ 。

(1) 除尘器两极间的电场满足何种对称性分布? (2) 假设两极均匀带电, 且两极间电势差为 U , 求出两极之间距电晕极轴线为 r 处的电场强度大小 (用 U 、 r_a 和 r_b 表示)。 (3) 若将尘粒看作质量为 m 的介质小球, 在电场中极化后带电量为 q , 且尘粒受的重力远小于电场力及介质阻力 (已知尘粒所受阻力为 $f_r = -kv$, 其中 k 为常数); 设两个极板之间的平均电场强度大小为 E (E 为常数) 请利用牛顿第二定律估算尘粒在电场中的速率随时间变化的函数关系 (用 m 、 E 、 q 表示)。

大学物理 D (电磁学模块):

磁流体发电是 20 世纪 50 年代末开始进行实验研究的一项新技术, 也是等离子体应用中一个引人注目的课题。等离子体是高温的可以高速流动的电离气体, 由等量的正离子和电子构成, 其流动特性使得它能切割磁场而产生电动势。磁流体发电机的主要结构如图 9 (a) 所示。在燃烧室中利用燃料

燃烧的热能加热气体使之成为等离子体，温度约为 3000K，发电通道的两侧有磁极以产生磁场，其上、下两面安有电极，等离子体通过通道时，两极间有电动势产生。如图 9 (b) 所示，设等离子体中的带电粒子（电量为 q ）在均匀磁场 \vec{B} 中以速率 v 沿 x 轴负向流动， S 为上下两极板的面积，其间距为 l ，等离子体的电导率为 γ 。（1）试分析：上下两个极板哪个带正电？此发电机非静电力的来源是？带电粒子受到的洛伦兹力大小是多少？此发电机的电动势大小为多少？（2）随着电荷在两个极板上累积，在等离子体内部又会产生一个静电场 E_s 。若非静电力对应非静电场大小为 E_{ne} ，则此时两极间的总场强为 $E = E_{ne} - E_s$ ，由欧姆定律的微分形式可知通过等离子内的电流密度与总场强间的关系是 $J = \gamma E$ ，两极间的总体积为 $V = Sl$ ，试证明此发电机输出的最大功率为：

$$P_{\max} = \frac{1}{4} \gamma v^2 B^2 V \quad (\text{提示: } P_{\max} = IU_s = IE_s l, U_s \text{ 为发电机两极的端电压, } I \text{ 为总电流})。$$

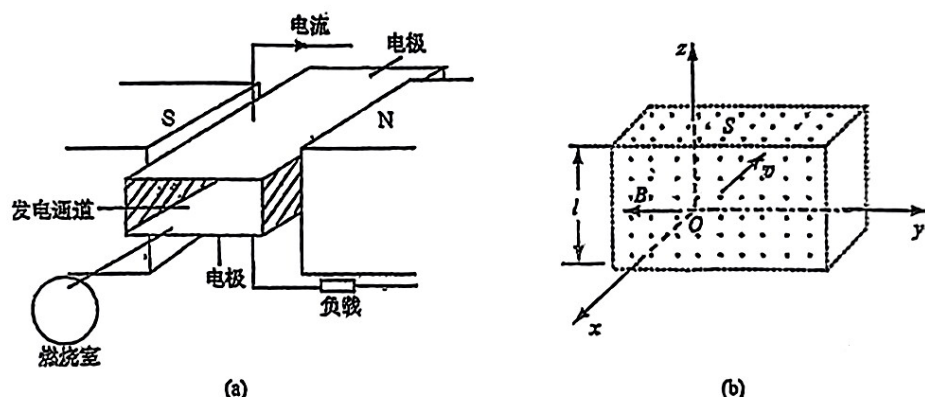


图 9

附常用物理常数：

真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ 真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

电子静质量 $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 电子电量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

能量单位——电子伏特 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ 真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ 里德堡常数 $R = 1.096776 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

维恩位移常数 $b = 2.897 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ 斯特藩常数 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$