浙江大学 20 19 - 20 20 学年 秋冬 学期

《 大学物理甲 2 》课程期末考试试卷（A）

课程号： 761T0020 ，开课学院： 物理系

考试试卷：A √卷、B 卷（请在选定项上打 √）

考试形式：闭 √、开卷（请在选定项上打 √）

允许带 无存储功能的计算器 入场

考试日期： 2020 年 1 月 11 日，考试时间： 120 分钟

诚信考试，沉着应考，杜绝违纪。

考生姓名________学号__________所属院系________任课老师________序号________

题序	填空	计 1	计 2	计 3	计 4	计 5	计 6	总 分
得分								
评卷人								

真空介电常数 $\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}\mathrm{C^2/(N\cdot m^2)}$　　基本电荷 $e=1.6\times10^{-19}$ C

真空磁导率 $\mu_0=4\pi\times10^{-7}\mathrm{N/A^2}$　　电子质量 $m_e=9.1\times10^{-31}$kg

普朗克常数 $h=6.63\times10^{-34}$J·s　　真空中光速 $c=3\times10^{8}$m/s

里德伯常数 $R=1.097\times10^{7}\ \mathrm{m^{-1}}$　　电子伏特 1eV $=1.6\times10^{-19}$J

维恩位移定律常数 $b=2.898\times10^{-3}$m·K　　氢原子质量 $m=1.67\times10^{-27}$kg

斯忒恩-波尔兹曼常数 $\sigma=5.67\times10^{-8}\mathrm{W/(m^2K^4)}$

一、填空题：（12 题，共 48 分）

1.（本题 4 分）X001

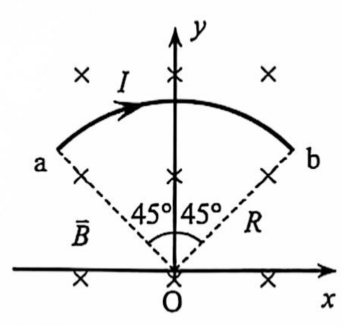
一半径为 R 的绝缘实心球体，非均匀带电，电荷体密度为 $\rho=\rho_0 r$（r 为离球心的距离，ρ_0 为常量）. 设无限远处为电势零点. 则球外（$r>R$）各点的电势分布为 $U(r)=$____________.

2.（本题 4 分）X002

一导体球外充满相对介电常量为 ε_r 的均匀电介质，若测得导体表面附近场强为 E，则导体球面上的自由电荷面密度 σ 为____________.

3.（本题 4 分）X003

如图所示，一根通有电流 I 的载流导线被弯成半径为 R 的 1/4 圆弧，电流从 a 流向 b，放在均匀的磁场中，磁感应强度的大小为 B，方向垂直纸面向里. 则载流导线 ab 所受磁场的作用力的大小为____________，方向为____________.



4.（本题 4 分）2342

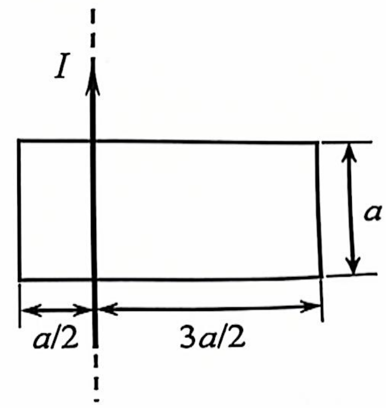
平行板电容器的电容 C 为 20.0 μF，两板上的电压变化率为 $\mathrm{d}U/\mathrm{d}t=1.50\times10^5$ V/s，则该平行板电容器中的位移电流大小为________A.

5.（本题 4 分）5146

半径为 R 的无限长圆柱形导体上均匀流有电流 I，该导体材料的相对磁导率为 $\mu_r=1$，则在与导体轴线相距 r 处（$r<R$）的磁感应强度大小 $B=$________；磁场能量密度 $w=$________.

6.（本题 4 分）2962

如图所示，有一绝缘的矩形线圈与一无限长直导线共面，则直导线与矩形线圈间的互感系数 M 为________.



7.（本题 4 分）t001

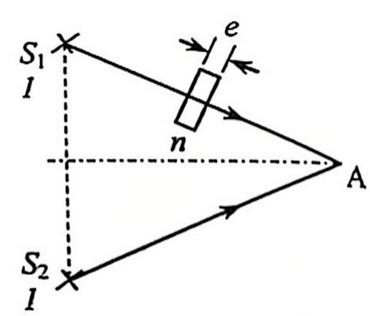
一平凸透镜置于空气中，透镜玻璃的折射率为 n，球面的曲率半径为 R，则该透镜的焦距为 $f=$________.

8.（本题 4 分）3195

用波长 $\lambda=500$ nm 的单色光作牛顿环实验，测得第 k 个暗环半径 $r_k=4$ mm，第 $k+10$ 个暗环半径 $r_{k+10}=6$ mm，则平凸透镜的凸面的曲率半径 $R=$________m.

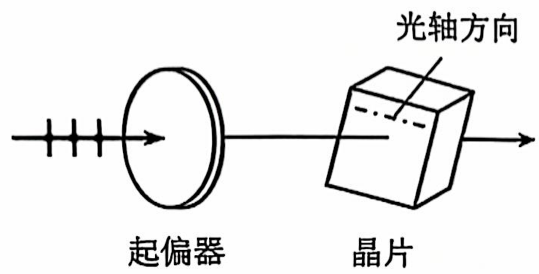
9.（本题 4 分）X004

如图所示，假设有两个同相位的相干点光源 S_1 和 S_2，发出波长为 λ 的光．A 是它们连线的中垂线上的一点．若在 S_1 与 A 之间插入厚度为 e、折射率为 n 的薄玻璃片，则两光源发出的光在 A 点的相位差 $\Delta\phi=$________.



10.（本题 4 分）X005

一束单色（$\lambda=589.3\times10^{-9}$ m）自然光通过起偏器后垂直地进入石英晶片，该晶片的光轴平行于晶片表面，如图所示．石英晶体对寻常光线的折射率和对非常光线的主折射率分别为 $n_o=1.5443$、$n_e=1.5534$．若要使穿过石英晶片后的透射光为圆偏振光，则石英晶片的最小厚度为________m，起偏器的偏振化方向应与晶片光轴的夹角为________.



11.（本题 4 分）5618

用波长为 0.1000 nm 的光子做康普顿散射实验，若某散射光子的波长为 0.1024 nm，则电子获得的动能为________eV.

12.（本题 4 分）4792

若在四价元素半导体中掺入少量的五价元素，则可构成________型半导体，参与导电的多数载流子是________.

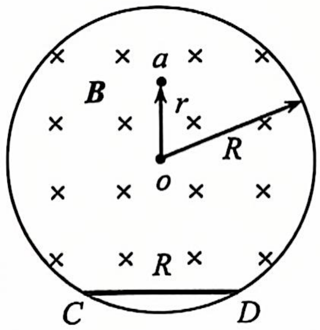
二、计算题：（6 题，共 52 分）

1.（本题 10 分）X006

如图所示，一个限制在半径 R 的圆柱形空间内的均匀磁场 $\boldsymbol{B}$，其磁感应强度的方向垂直纸面向里，大小以恒定的速率增加，即 $B=kt$，k 为常量.

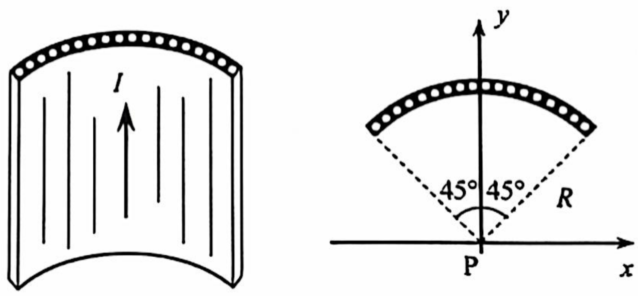
（1）试计算在磁场中距 o 点（圆柱截面中心点）距离为 r（$r=R/2$）的 a 点处涡旋电场的大小和方向；

（2）若有一长为 R 的金属棒 CD 以恒定的速度 v 向上运动，$t=t_0$ 时刻正好运动到如图所示的位置，求该时刻棒中感应电动势并讨论其方向.



2.（本题 8 分）X007

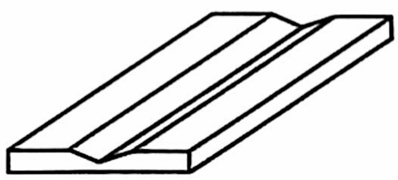
如图所示，在半径为 R 的无限长 1/4 圆柱形金属薄片上，沿轴向自下而上通有电流 I，设电流均匀分布在金属片上.试求圆柱轴线上任意一点 P 处的磁感应强度 $\vec{B}$（在图示坐标系中用矢量形式来表示）.



俯视图

3.（本题 8 分）t002

如图所示，在折射率为 $n_3=1.5$ 的平面玻璃上刻有一截面为等腰三角形的浅槽，内装肥皂水（$n_2=1.33$）. 若用波长为 600 nm 黄光垂直照射，从反射光中观察到肥皂水液面上共有 17 条明条纹. 求（1）试定性描述条纹的形状；（2）反射光中观察到的暗条纹的条数；（3）液体最深处的深度.



4.（本题 8 分）3757

某种单色光垂直入射到每厘米有 8000 条刻线的光栅上，如果第一级谱线的衍射角为 30°，那么入射光的波长是多少？如用白光垂直照射，哪些波长的光能够观察到第二级谱线？

5.（本题 10 分）4202

氢原子光谱的巴尔末线系中，有一光谱线的波长为 434 nm，试求：（1）与这一光谱线相应的光子能量为多少电子伏特（eV）？（2）该谱线是氢原子由能级 E_n 跃迁到能级 E_k 产生的，n 和 k 各为多少？（3）最高能级为 E_5 的大量氢原子，最多可以发射几个线系，共几条谱线？请在氢原子能级图中表示出来，并说明波长最短的是哪一条谱线.

6.（本题 8 分）Y001

设某一维运动的粒子处在以下状态：$\psi(x)=\begin{cases} Ax\mathrm{e}^{-\lambda x} & (x\geq 0) \\ 0 & (x<0) \end{cases}$，式中$\lambda>0$，试求：

（1）归一化常量 A；

（2）粒子分布的概率密度函数；

（3）粒子出现概率最大的位置？

提示：（$\int_0^{\infty} x^n e^{-ax}\mathrm{d}x=\dfrac{n!}{a^{n+1}}$）

2019-2020 学年冬学期《大学物理甲 2》考试试卷参考答案（A 卷）.

一、填空题：

1. $dq=\rho 4\pi r^2 dr=\rho_0 4\pi r^3 dr$，$q=\int_0^R \rho_0 4\pi r^3 dr=\rho_0\pi R^4$，$U=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}=\dfrac{\rho_0\pi R^4}{4\pi\varepsilon_0 r}=\dfrac{\rho_0 R^4}{4\varepsilon_0 r}$。

2. $\oiint\limits_S \vec{D}\cdot d\vec{S}=D\cdot S_0=\sum\limits_{in} q_{i0}=\sigma S_0$， $D=\sigma$， $\sigma=\varepsilon_0\varepsilon_r E$

3. $\overline{ab}=\sqrt{2}R$， $F=F_{\overline{ab}}=ILB=\sqrt{2}BIR$，沿 y 轴正向

4. $I_d=\dfrac{d\Phi_D}{dt}=\dfrac{d(DS)}{dt}=\dfrac{d(\sigma S)}{dt}=\dfrac{dq}{dt}=C\dfrac{dU}{dt}=3\,(A)$

5. $r<R$，$H\cdot 2\pi r=\dfrac{I}{\pi R^2}\pi r^2$，$H=\dfrac{Ir}{2\pi R^2}$，$B=\mu_0\mu_r H=\dfrac{\mu_0 Ir}{2\pi R^2}$； $w_{mr}=\dfrac{1}{2\mu_0}B^2=\dfrac{\mu_0 I^2 r^2}{8\pi^2 R^4}$

6. $\Phi_m=\int_{a/2}^{3a/2}\vec{B}\cdot d\vec{S}=\int_{a/2}^{3a/2}\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}a\,dr=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi}a\ln\dfrac{3a/2}{a/2}=\dfrac{\mu_0 Ia}{2\pi}\ln 3$， $M=\dfrac{\Phi_m}{I}=\dfrac{\mu_0 a}{2\pi}\ln 3$

7. $f=[(n-1)(\dfrac{1}{R_1}-\dfrac{1}{R_2})]^{-1}=[(n-1)(\dfrac{1}{R}-\dfrac{1}{\infty})]^{-1}=\dfrac{R}{n-1}$

8. $2e+\dfrac{\lambda}{2}=(2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$， $e\approx\dfrac{r^2}{2R}$， $r_k^2=k\lambda R$， $r_{k+10}^2=(k+10)\lambda R$， $r_{k+10}^2-r_k^2=10\lambda R$

$$R=\frac{r_{k+10}^2-r_k^2}{10\lambda}=4\,(m)$$

9. $\delta=S_1A-e+ne-S_2A=(n-1)e$， $\Delta\varphi=\dfrac{2\pi}{\lambda}\delta=\dfrac{2\pi(n-1)e}{\lambda}$， 即 $2\pi(n-1)e/\lambda$

10. $\delta=|n_o-n_e|d=\dfrac{\lambda}{4}$， $d=\dfrac{\lambda}{4|n_o-n_e|}=1.62\times10^{-5}$ m，45°

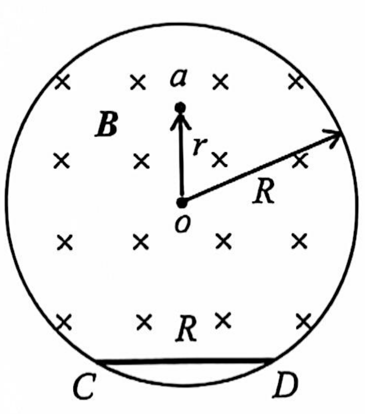
11. $E_k=h\nu_0-h\nu=hc(\dfrac{1}{\lambda_0}-\dfrac{1}{\lambda})=291\,(eV)$

12. n 型半导体　电子

二、计算题：（6 题，共 52 分）

1.（1） $E_i 2\pi r=-\dfrac{dB}{dt}\pi r^2$， $E_i=-\dfrac{r}{2}\dfrac{dB}{dt}$，

$E_{ia}=-\dfrac{R}{4}\dfrac{dB}{dt}=-\dfrac{kR}{4}$，方向逆时针



（2） $\varepsilon_v=vBR=vkt_0R$　方向 D→C

$\varepsilon_B=S_{\Delta COD}\dfrac{dB}{dt}=\dfrac{\sqrt{3}}{4}R^2k$　方向 C→D

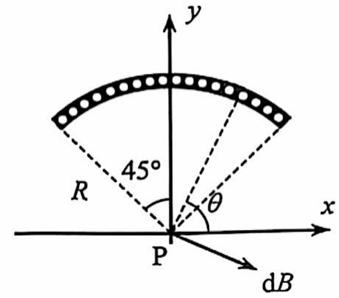
方向 C→D 为正方向，则： $\varepsilon_B=\varepsilon_v+\varepsilon_B=\dfrac{\sqrt{3}}{4}R^2k-vkt_0R$

若 $\sqrt{3}R>4vt_0$，ε_i方向为 C→D；若 $\sqrt{3}R<4vt_0$，ε_i方向为 D→C。

2. $\mathrm{d}I=\dfrac{I}{\pi R/2}\mathrm{d}l=\dfrac{2I}{\pi R}R\mathrm{d}\theta=\dfrac{2I}{\pi}\mathrm{d}\theta$；$\mathrm{d}B=\dfrac{\mu_0\mathrm{d}I}{2\pi R}=\dfrac{\mu_0}{2\pi R}\dfrac{2I}{\pi}\mathrm{d}\theta=\dfrac{\mu_0 I}{\pi^2 R}\mathrm{d}\theta$

$$\mathrm{d}B_x=\frac{\mu_0\mathrm{d}I}{2\pi R}\sin\theta=\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}\sin\theta\mathrm{d}\theta$$

$$B=B_x=2\int_{\pi/4}^{\pi/2}\mathrm{d}B_x=2\int_{\pi/4}^{\pi/2}\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}\sin\theta\mathrm{d}\theta=\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi^2 R},$$

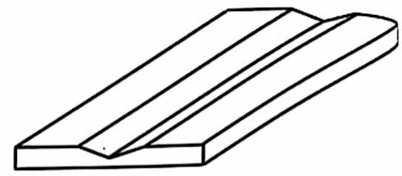


由对称性：$B_y=0$；　　$\vec{B}=\dfrac{\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi^2 R}\vec{i}$

3. （1）干涉条纹是明暗相间的平行直线。

（2） $n_1<n_2<n_3$

肥皂水边缘为明条纹，共有 16 条暗条纹



（3）共有 17 条明条纹，正中央必为明纹，根据明纹条件有：

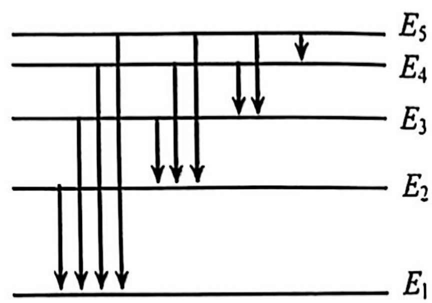
$$\delta=2n_2 e=k\lambda,\ k=8;\ e_{\max}=\frac{k\lambda}{2n_2}=\frac{8\lambda}{2n_2}=1.8045\times10^{-6}\ \mathrm{m}$$

4. $d=\dfrac{L}{N}=\dfrac{10^{-2}}{8000}=1.25\times10^{-6}(\mathrm{m})$

$$d\sin\theta=k\lambda,\ k=1,\ \lambda=1.25\times10^{-6}\times\sin\frac{\pi}{6}=625\,(\mathrm{nm})$$

$$\lambda=\frac{d\sin\theta}{k}\qquad k=2\quad \theta_{\max}=\frac{\pi}{2}\qquad \lambda=\frac{d}{k}=625\,(\mathrm{nm})$$

$$400\,(\mathrm{nm})\le\lambda<625\,(\mathrm{nm})$$



5.（1）$E=h\nu=\dfrac{hc}{\lambda}=\dfrac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{434\times10^{-9}\times1.6\times10^{-19}}=2.86\ (\mathrm{eV})$

（2）该谱线属于巴尔末线系，所以 $k=2$

根据：$\dfrac{1}{\lambda}=R_H(\dfrac{1}{2^2}-\dfrac{1}{n^2}),\quad n=3,4,5,\cdots$

或：　$h\nu=\dfrac{hc}{\lambda}=E_n-E_k$，　$E_n=-\dfrac{13.6}{n^2}\mathrm{eV},\quad n=1,2,3,\ldots$

得：$n=5$

（3）可发射四个线系共 10 条谱线，其中波长最短的谱线为由 E_5 跃迁到 E_1 的谱线。

6.（1）$\int_{-\infty}^{\infty}|\psi(x)|^2\mathrm{d}x=\int_0^{\infty}A^2x^2e^{-2\lambda x}\mathrm{d}x=\dfrac{A^2}{4\lambda^3}=1\qquad A=2\lambda^{3/2}\quad(\int_0^{\infty}x^n e^{-ax}\mathrm{d}x=\dfrac{n!}{a^{n+1}})$

（2）$|\psi(x)|^2=\begin{cases}4\lambda^3x^2e^{-2\lambda x} & (x\ge0)\\ 0 & (x<0)\end{cases}$

（3）由 $\dfrac{\partial|\psi(x)|^2}{\partial x}=0$，得 $x=\dfrac{1}{\lambda}$ 时有极大值，即在 $x=\dfrac{1}{\lambda}$ 处最容易找到粒子