浙江大学 20 20 －20 21 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：2021 年 1 月 23 日，考试时间：120 分钟

诚信考试，沉着应考，杜绝违纪。

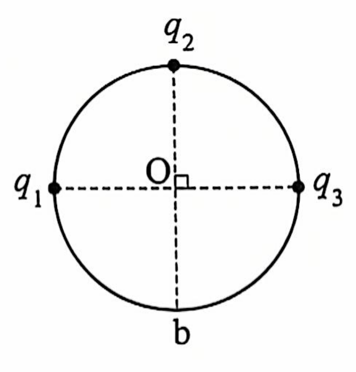
考生姓名________学号____________所属院系__________任课老师________序号________

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 $\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}\text{C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$
真空磁导率 $\mu_0=4\pi\times10^{-7}\text{N/A}^2$
普朗克常数 $h=6.63\times10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$
里德伯常数 $R=1.097\times10^7\ \text{m}^{-1}$
维恩位移定律常数 $b=2.898\times10^{-3}\text{m}\cdot\text{K}$
斯忒恩-波尔兹曼常数 $\sigma=5.67\times10^{-8}\text{W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$

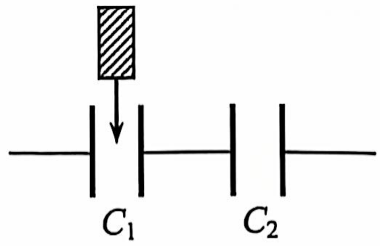
基本电荷 $e=1.6\times10^{-19}\ \text{C}$
电子质量 $m_e=9.1\times10^{-31}\text{kg}$
真空中光速 $c=3\times10^8\text{m/s}$
电子伏特 $1\text{eV}=1.6\times10^{-19}\text{J}$
氢原子质量 $m=1.67\times10^{-27}\text{kg}$

一、填空题：（12 题，共 48 分）



1．（本题 4 分）1382

如图所示，电量分别为 q_1，q_2，q_3 的三个点电荷分别位于同一圆周的三个点上，圆的半径为 R．设无穷远处为电势零点，则 b 点处的电势 $U=$____________________．



2．（本题 4 分）1327

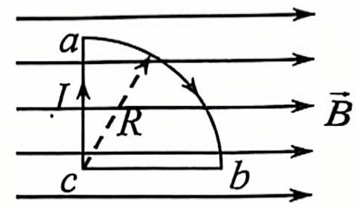
C_1 和 C_2 是两个空气电容器，把它们串联成一电容器组，如图所示．若在 C_1 中插入一电介质板，则 C_1 的电容将____________，电容器组总电容将____________．（填“增大”、“减小”或“不变”）

3．（本题 4 分）2401

长直电缆由一个圆柱导体和一共轴圆筒状导体组成，两导体中有等值反向均匀电流 I 通过，其间充满磁导率为μ的均匀磁介质．则介质中离中心轴距离为 r 的某点处的磁感强度的大小 $B=$__________，磁场能量密度 $w_{mr}=$____________．

4.（本题 4 分）w001

如图所示，一四分之一圆弧回路 $abca$，其圆弧部分的半径为 R，通有电流 I，置于磁感应强度为 B 的均匀磁场中，磁感应线与回路平面平行、则圆弧部分导线 ab 所受的安培力大小为____________.

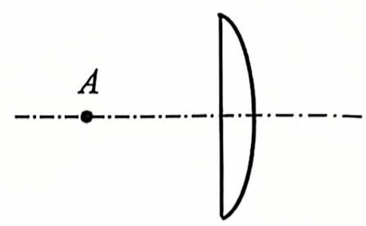


5.（本题 4 分）2619

一长直螺线管的长为 l，横截面半径为 a（$l >> a$），位于空气中，螺线管用 N 匝细导线均匀密绕而成，则其自感系数 $L=$______________.

6.（本题 4 分）t001

如图所示，一平凸透镜置于空气中，透镜玻璃的折射率为 1.20，球面的曲率半径为 57.1 mm，则该透镜的焦距为____________；若在此透镜前 50.0 cm 处的光轴上 A 点放置一物，则该物的像离透镜的距离为______________.



7.（本题 4 分）w002

在杨氏双缝干涉实验中，两缝分别被折射率为 n_1 和 n_2 的透明薄膜遮盖，二者的厚度均为 e，波长为 λ 的平行单色光垂直射到双缝上，在屏的中央处，两束相干光的相位差为 $\Delta\varphi=$____________.

8.（本题 4 分）t002

一束 X 射线含有 0.095 nm 到 0.13 nm 范围内的各种波长，以掠射角 45°入射到晶体上；已知晶格常数 $d=0.275$ nm，则晶体对波长为__________和__________的 X 射线产生强反射.

9.（本题 4 分）t003

一束光是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片. 若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍，那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为__________.

10.（本题 4 分）6666

黑体在某温度时的辐射出射度为 5.7×10^4 W/m^2，则该温度 $T=$____________，在该温度下辐射波谱的峰值波长 $\lambda_m=$____________.

11.（本题 4 分）4184

已知钾的逸出功为 2.0 eV，如果用波长为 3.60×10^{-7} m 的光照射在钾上，则光电效应的遏止电压的绝对值 $|U_a|=$__________，从钾表面发射出电子的最大初速度 $v_{max}=$__________.

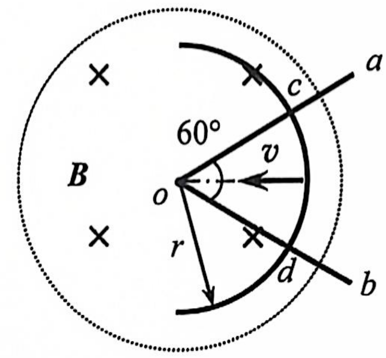
12.（本题 4 分）4794

太阳能电池中，本征半导体锗的禁带宽度为 0.67 eV，则它能吸收最大波长为______________的辐射.

二、计算题：（6 题，共 52 分）

1．（本题 8 分）2118

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，其磁感强度大小随时间的变化率为 k（k 为正数）、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 v 匀速滑动．v 的方向与$\angle aob$ 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_0．求此时刻半圆环导线与两条直线所围成的闭合回路 $codc$ 中的动生电动势、感生电动势以及感应电动势．

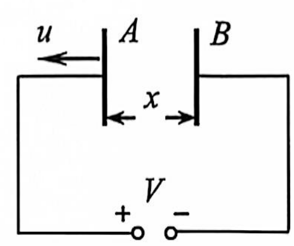


2．（本题 10 分）t004

一平板空气电容器与一电压恒为 V 的电源相连，电容器由两圆形极板组成，极板半径为 R；若将电容器的左极板以匀速 u 拉开，如图所示．t 时刻极板间的距离为 x，试求 t 时刻：

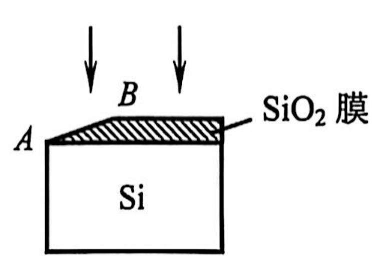
（1）穿过电容器的位移电流密度；

（2）在电容器中距轴为 r（$r<R$）处的磁感应强度大小．



3．（本题 6 分）3627

在 Si 的平表面上氧化了一层厚度均匀的 SiO_2 薄膜．为了测量薄膜厚度，将它的一部分磨成劈形（示意图中的 AB 段，A 处薄 B 处厚）．现用波长为 600 nm 的平行光垂直照射，观察反射光形成的等厚干涉条纹．在图中 AB 段共有 8 条暗纹，且 B 处恰好是一条暗纹，求 B 处薄膜的厚度．（Si 折射率为 3.42，SiO_2 折射率为 1.50）



得 分

4.（本题 10 分）3530

一衍射光栅，每厘米有 100 条透光缝，每条透光缝的宽度为 $a=2\times10^{-3}$ cm，在光栅后放一焦距 $f=1$ m 的凸透镜，现以波长为 $\lambda=600$ nm 的单色平行光垂直照射光栅，求：

（1）透光缝 a 的单缝衍射中央明纹宽度为多少？

（2）在该中央明纹宽度内，有几个光栅衍射的主极大？具体写出主极大的级次．

得 分

5.（本题 8 分）5619

波长 $\lambda=500$nm 的光沿 x 轴正向传播，若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda=10^{-4}$ nm，试利用不确定关系求光子的 x 坐标的不确定量．

得 分

6.（本题 10 分）w003

氢原子处在某状态时的波函数为 $\Psi_{nlm_l}(r,\theta,\varphi)=\Psi_{211}(r,\theta,\varphi)=Cre^{-r/2a_0}\sin\theta e^{i\varphi}$，试求：

（1）该状态下氢原子的能量 E 与角动量 L；

（2）和此状态为同一个主量子数 n 的状态数；

（3）此状态中何处电子的径向概率密度最大？

2020-2021 学年秋冬学期《大学物理甲 2》期末考试试卷参考答案 A

一、填空题：（12 题，共 48 分）

1、 $U=\dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{2}R}+\dfrac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 2R}+\dfrac{q_3}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{2}R}=\dfrac{1}{8\pi\varepsilon_0 R}(\sqrt{2}q_1+q_2+\sqrt{2}q_3)$

2、增大，增大

3、 $2\pi r\cdot H=I$， $H=\dfrac{I}{2\pi r}$， $B=\mu H=\dfrac{\mu I}{2\pi r}$　　 $w_m=\dfrac{1}{2}BH=\dfrac{\mu I^2}{8\pi^2 r^2}$

4、 $F=I\int \mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}=BIR$

5、 $\Phi_m=NBS=N\cdot\mu_0\dfrac{N}{l}I\cdot\pi a^2$　　 $L=\dfrac{\Phi_m}{I}=\mu_0\dfrac{N^2}{l}\pi a^2$

6、 $\dfrac{1}{f}=(n-1)(\dfrac{1}{\infty}-\dfrac{1}{-R})$， $f=\dfrac{R}{n-1}=285.5\,(\mathrm{mm})$， $\dfrac{1}{S}+\dfrac{1}{S'}=\dfrac{1}{f}$， $S'=66.55\,(\mathrm{cm})$

7、 $\Delta\varphi=2\pi\dfrac{\delta}{\lambda}=2\pi\dfrac{(n_2-n_1)e}{\lambda}$

8、 $2d\sin\theta=\pm k\lambda$， $\lambda=\dfrac{2d\sin\theta}{k}$。当 $k=1$，$\lambda=0.389$ nm，在范围外；$k=2$，$\lambda=0.194$ nm，在范围外；$k=3$，$\lambda=0.130$ nm，在范围内；$k=4$，$\lambda=0.097$ nm，在范围内；$k=5$，$\lambda=0.078$ nm，在范围外；所以只有$\lambda=0.130$ nm 和$\lambda=0.097$ nm 时出现强反射.

9、 $\dfrac{I_{自}/2+I_{偏}}{I_{自}/2}=5$　　 $\dfrac{I_{自}}{I_{偏}}=\dfrac{1}{2}$

10. $M=\sigma T^4$　 $T=\sqrt[4]{\dfrac{M_B}{\sigma}}=1.001\times10^3\,(\mathrm{K})$　 $\lambda_{\mathrm{m}}=\dfrac{b}{T}=b\cdot\sqrt[4]{\dfrac{\sigma}{M}}=2.898\times10^{-6}\,(\mathrm{m})$

11. $|U_a|=\dfrac{1}{e}(\dfrac{hc}{\lambda}-A)=1.45\,(\mathrm{V})$　 $e|U_a|=\dfrac{1}{2}mv_{\max}^2$　 $v_{\max}=7.15\times10^5\,(\mathrm{m/s})$

12. $\Delta E_g\le\dfrac{hc}{\lambda}$　　 $\lambda\le\dfrac{hc}{\Delta E_g}=1855.4\,(\mathrm{nm})$

二、计算题：（6 题，共 52 分）

1. 取顺时针方向为闭合电路 *codc* 的绕行正向

$$\varepsilon_{动}=\int_{cd}(\vec{v}\times\vec{B})\cdot\mathrm{d}\vec{l}=vB_0\overline{cd}=vB_0 r$$
方向为顺时针

$$\varepsilon_{感}=\left|\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_S\vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{S}\right|=\left|\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(B\cdot\frac{\pi r^2}{6})\right|=\frac{1}{6}k\pi r^2$$
方向为逆时针

$$\varepsilon=\varepsilon_{动}+\varepsilon_{感}=vB_0r-\frac{1}{6}k\pi r^2$$

若 $vB_0>k\pi r/6$，则 ε 的方向与所设正向一致，即顺时针的方向；

若 $vB_0<k\pi r/6$，则 ε 的方向与所设正向相反，即逆时针的方向.

2.（1）$D=\varepsilon_0 E=\varepsilon_0 \dfrac{V}{x}$ ；$j_D=\dfrac{\mathrm{d}D}{\mathrm{d}t}=-\varepsilon_0\dfrac{V}{x^2}\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}=-\varepsilon_0 u\dfrac{V}{x^2}$，方向向左

（2）$\oint_L \vec{H}_r \bullet \mathrm{d}\vec{l}=I'_D$，　　$H_r\cdot 2\pi r=j_D\cdot\pi r^2$

$$H_r=\frac{j_D r}{2}=\frac{\varepsilon_0 uVr}{2x^2}；\quad B_r=\mu_0 H_r=\frac{\varepsilon_0\mu_0 uVr}{2x^2}$$

3. $2ne=(2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$　　$k=0,1,2,\cdots$　A 处为明纹，B 处第 8 个暗纹对应上式 $k=7$：

$$e=\frac{(2k+1)\lambda}{4n}=\frac{15\times6\times10^{-7}}{4\times1.50}=1.5\times10^{-6}(\mathrm{m})$$

另解：$2ne=(2k-1)\dfrac{\lambda}{2}$　　$k=1,2,\cdots$　　A 处为明纹，B 处第 8 个暗纹对应上式 $k=8$

$$e=\frac{(2k-1)\lambda}{4n}=\frac{15\times6\times10^{-7}}{4\times1.50}=1.5\times10^{-6}\ (\mathrm{m})$$

4.（1）$a\sin\theta=k\lambda$　　$k=1$　　$\sin\theta=\dfrac{\lambda}{a}$

$$\Delta x_{中}=2x=2f\tan\theta\approx 2f\sin\theta=\frac{2f\lambda}{a}=\frac{2\times1\times6\times10^{-7}}{2\times10^{-5}}=0.06\,(\mathrm{m})$$

（2）$d=\dfrac{10^{-2}}{100}=10^{-4}\ (\mathrm{m})$，$k=\dfrac{d}{a}=\dfrac{10^{-4}}{2\times10^{-5}}=5$

第五级主极大恰好位于单缝衍射的第一级暗纹内，故第五级主极大缺级.
中央明纹宽度内共有 9 条主极大，分别为：$0, \pm1, \pm2, \pm3, \pm4$.

5. $p=\dfrac{h}{\lambda}$，$\Delta p=\left|-\dfrac{h}{\lambda^2}\right|\Delta\lambda=\dfrac{h\Delta\lambda}{\lambda^2}$

根据不确定关系式：$\Delta x\Delta p\geq\dfrac{\hbar}{2}$，得 $\Delta x\geq\dfrac{h}{4\pi\Delta p}=\dfrac{\lambda^2}{4\pi\Delta\lambda}=0.199\,(\mathrm{m})$

6.（1）$E_{n=2}=\dfrac{E_1}{n^2}=\dfrac{-13.6}{2^2}=-3.4\,(\mathrm{eV})$

$$L_{l=1}=\sqrt{l(l+1)}\hbar=\sqrt{2}\hbar$$

（2）$N_{n=2}=2n^2=8$

（3）$P(r)=r^2\left|R_{21}(r)\right|^2\propto r^4\mathrm{e}^{-r/a_0}$，$\dfrac{\mathrm{d}P(r)}{\mathrm{d}r}=0$　$\Rightarrow 4r^3\mathrm{e}^{-r/a_0}-\dfrac{1}{a_0}r^4\mathrm{e}^{-r/a_0}=0$

得 $r=4a_0$