浙江大学 2021 - 2022 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：2022 年 1 月 6 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 $e=1.6\times10^{-19}\mathrm{C}$

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

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

斯忒恩-波尔兹曼常数 $\sigma=5.67\times10^{-8}\mathrm{W/(m^2K^4)}$　　里德伯常数 $R=1.097\times10^{7}\mathrm{m^{-1}}$

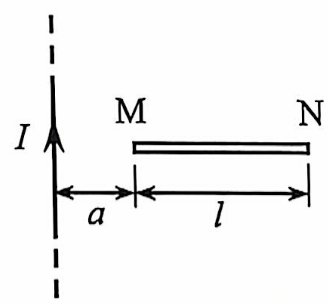
维恩位移定律常数 $b=2.898\times10^{-3}\mathrm{m\cdot K}$　　氢原子质量 $m=1.67\times10^{-27}\mathrm{kg}$

一、填空题：（12 题，共 48 分）

1.（本题 4 分）2616

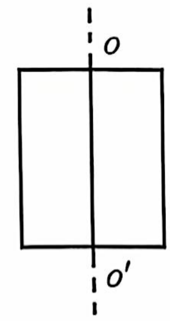
桌子上水平放置一个半径为 $r=10\mathrm{cm}$ 的金属圆环，其电阻 $R=1\,\Omega$．若地球磁场的磁感应强度的竖直分量为 $5\times10^{-5}\mathrm{T}$，则将环面翻转一次，沿环流过任一截面的电量 $q=$________C.

2.（本题 4 分）2510



如图所示，一段长度为 l 的直导线 MN，水平放置在载有电流为 I 的竖直长导线旁，且与竖直导线共面，并从静止由图示位置自由下落，则 t 秒末导线两端的电势差 $U_M-U_N=$__________________，______点的电势高.

3.（本题 4 分）2962



有一根无限长直导线绝缘地紧贴在矩形线圈的中心轴 oo' 上，则直导线与矩形线圈间的互感系数 M 为____________.

4．（本题 4 分）t001

一发散透镜的焦距为 15 cm，距透镜 30 cm 处放置一高 12 cm 的物体；则像距为__________cm；横向放大率为__________.

5．（本题 4 分）t002

在迈克耳孙干涉仪的一条光路中插入一支 100 mm 长的玻璃管，管内充有一个大气压的空气. 用波长 589 nm 的单色光作光源，在将玻璃管内的空气逐渐抽完的过程中，数得有 100 条干涉条纹移过，则空气的折射率为__________.

6．（本题 4 分）3739

在单缝夫琅和费衍射实验中，波长为λ的单色光垂直入射在宽度为 $a=2\lambda$的单缝上，对应于衍射角为 30°方向，单缝处相应的波面可分成的半波带数目为__________个.

7．（本题 4 分）t003

方解石晶体（已知 $n_o=1.658$，$n_e=1.486$）制成的对波长为 589.3 nm 黄光的 1/4 波片的最小厚度为__________nm.

8．（本题 4 分）w001

当一束自然光以入射角 57°由空气投射到一块平板玻璃表面上时，反射光为完全偏振光，则此时光线的折射角为__________.

9．（本题 4 分）w002

热核爆炸中，火球（可视为绝对黑体）的瞬时温度达到 10^7 K，则辐射最强的波长为__________nm.

10．（本题 4 分）6666

一个受激发原子的平均寿命约为 10^{-8}秒，在这期间它会发射出一个光子．这个光子的频率的最小不确定量$\Delta\nu$=__________Hz.

11．（本题 4 分）8026

玻尔氢原子理论中，电子轨道角动量最小值为__________；而量子力学理论中，电子轨道角动量最小值为__________.

12．（本题 4 分）4790

n 型半导体中杂质原子所形成的局部能级（也称施主能级），在能带结构中应处于：

（A）满带中.　　（B）导带中.

（C）禁带中，但接近满带顶.　　（D）禁带中，但接近导带底.

唯一正确的选项是__________.

二、计算题：（6 题，共 52 分）

1．（本题 6 分）t004

从铝中移去一个电子需要能量 4.2 eV．用波长为 200 nm 的光投射到铝表面上，求：（1）由此发射出来的光电子的最大初动能；（2）遏止电势差；（3）铝的红限波长．

2．（本题 8 分）w003

设一粒子处在宽度为 L 的一维无限深势阱中，当粒子在第一激发态时，其波函数为 $\Psi(x)=A\sin(2\pi x/L)$，$0<x<L$．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；（4）在 $0\sim L/3$ 范围内发现粒子的概率．

3．（本题 8 分）t005

平板玻璃上有一层厚度均匀的肥皂膜．在阳光垂直照射下，在波长 700 nm 波长处有一干涉极大，而在 600 nm 处有一干涉极小，而且在这两个极大极小间没有出现其他的极值情况．已知肥皂膜的折射率为 1.33，玻璃的折射率为 1.50，求此膜的厚度．

得分

4.（本题 8 分）t006

波长$\lambda=600.0\,\text{nm}$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）光栅常量 d 等于多少？（2）透光缝可能的最小宽度 a 等于多少？（3）在选定了上述 d 和 a 之后，求在屏幕上可能出现的主极大的条数．

得分

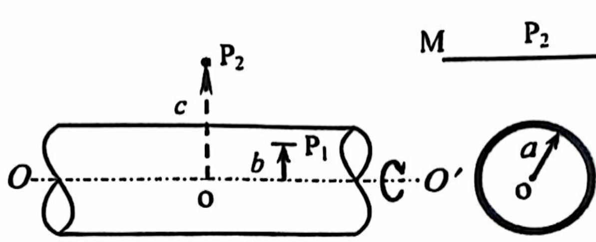
5.（本题 10 分）w004

圆形平行板电容器，半径为 R、板间距为 d，从轴线处外接的交流电为 $U=U_0\cos(\omega t+\varphi)$，$U_0$、$\varphi$ 均为常量．忽略边缘效应，试求：（1）板间电场强度、磁场强度；（2）单位时间内进入电容器的总能量．

得分

6.（本题 12 分）t007

一半径为 a 的无限长均匀带电圆筒面，单位长度上的电荷为λ，圆筒绕 OO' 以匀角加速度β转动，如图所示．试求：（1）圆筒内与轴相距为 b 的 P_1 点的磁感应强度和电场强度；（2）若有一长为 l 的金属棒 MN 与圆筒轴线相垂直，P_2 点是金属棒的中点，且已知垂直距离 $oP_2=c$，求金属棒 MN 两端的电势差．



2021-2022 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. $\Phi_m = \vec{B}\cdot\vec{S} = \pi r^2 B\cos\theta$，$\varepsilon_i = -\dfrac{d\Phi_m}{dt}$，　$q_i = -\int \dfrac{1}{R}\dfrac{d\Phi_m}{dt}dt = \dfrac{2\pi r^2 B}{R} = 3.14\times10^{-6}\,(C)$

2. $U_N - U_M = \int(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l} = \int_a^{a+l}\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}v dl = \dfrac{\mu_0 Igt}{2\pi}\ln\dfrac{a+l}{a}$，N 点电势高

3. $\Phi_m = 0$，$M = \dfrac{\Phi_m}{I} = 0$

4. $\dfrac{1}{S}+\dfrac{1}{S'}=\dfrac{1}{f}$，$\dfrac{1}{30}+\dfrac{1}{S'}=\dfrac{1}{-15}$，$S' = -10\,(cm)$，$m = \dfrac{y'}{y} = -\dfrac{S'}{S} = -\dfrac{-10}{30} = \dfrac{1}{3}$

5. $2(n-1)e = N\lambda$，$n = 1 + N\dfrac{\lambda}{2e} = 1 + 100\dfrac{589\times10^{-9}}{2\times0.1} = 1.0002945$

6. $a\sin\theta = k\lambda$　　$k = \dfrac{a\sin\theta}{\lambda} = 2\times\dfrac{1}{2} = 1$　　2 个

7. $d = \dfrac{\lambda}{4(n_o - n_e)} = 856.54\,(nm)$

8. $r = 90° - i = 90° - 57° = 33°$

9. $\lambda_m = \dfrac{b}{T} = 0.2898\,(nm)$

10. $\Delta E\Delta t \ge \dfrac{\hbar}{2}$　　$\Delta\nu = \dfrac{\Delta E}{h} = \dfrac{\hbar}{2h\Delta t} = \dfrac{1}{4\pi\Delta t} = 7.96\times10^6\,(Hz)$

11. $L = n\hbar\quad(n = 1,2,3,\cdots)$，$L_{min} = \hbar$；$L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$，$(l = 0,1,2,\cdots)$，$L_{min} = 0$

12. （D）

二、计算题：（6 题，共 52 分）

1. （1）$E_{k\max} = \dfrac{1}{2}mv_m^2 = h\nu - A = 3.23\times10^{-19}\,(J) = 2.0\,(eV)$

（2）$U_a = \dfrac{E_{k\max}}{e} = 2.0\,(V)$

（3）$h\nu_0 = \dfrac{hc}{\lambda_0} = A$，$\lambda_0 = \dfrac{hc}{A} = 2.96\times10^{-7}\,(m) = 296\,(nm)$

2. （1）$\int_{-\infty}^{\infty}|\psi(x)|^2 dx = \int_0^L A^2\sin^2\dfrac{2\pi x}{L}dx = 1$，$A = \sqrt{\dfrac{2}{L}}$

（2）$P(x) = |\psi_1(x)|^2 = \dfrac{2}{L}\sin^2\dfrac{2\pi}{L}x$

（3）　$x = \dfrac{L}{4},\dfrac{3L}{4}$

（4）　$P = \int_0^{L/3}|\psi(x)|^2 dx = \dfrac{1}{3} - \dfrac{1}{4\pi}\sin\dfrac{4\pi}{3} = 0.4$

3、在肥皂膜上、下表面的两反射光线的光程差 $\delta = 2ne$，由于在已知的两个极大和极小间没有其他的极值情况，因此有：$2ne = k\lambda_1$，$2ne = (2k+1)\dfrac{\lambda_2}{2}$

从上二式可得 $k = \dfrac{\lambda_2}{2(\lambda_1 - \lambda_2)} = \dfrac{600}{2\times(700-600)} = 3$

将 k=3 代入明纹公式，得膜的厚度 $e = \dfrac{k\lambda_1}{2n} = \dfrac{3\times 700}{2\times 1.33} = 789.5\ (\mathrm{nm})$

4.（1）第二级主极大 $d = \dfrac{2\lambda}{\sin\theta_2} = 2.4\times 10^{-6}\ (\mathrm{m})$

（2）第三级缺级 $a_{\min} = \dfrac{d}{3} = 8.0\times 10^{-7}\ (\mathrm{m})$

（3）$k_{\max} = \dfrac{d\sin 90^\circ}{\lambda} = 4$，最多第三级；第三级缺级，实际 0，±1，±2 级共 5 条.

5.（1）$U = U_0\cos(\omega t+\varphi)$，$E = U/d = \dfrac{U_0}{d}\cos(\omega t+\varphi)$，$C = \varepsilon_0\dfrac{\pi R^2}{d}$

传导电流为：$i = \dfrac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mathrm{d}(CU)}{\mathrm{d}t} = -CU_0\omega\sin(\omega t+\varphi)$

由全电流的连续性，$j_d = \dfrac{i_d}{\pi R^2} = \dfrac{i}{\pi R^2} = -\dfrac{CU_0\omega}{\pi R^2}\sin(\omega t+\varphi)$

根据全电流安培环路定理，$H(r) = \dfrac{\pi r^2 j_d}{2\pi r} = -\dfrac{CU_0\omega r}{2\pi R^2}\sin(\omega t+\varphi) = -\dfrac{\varepsilon_0 U_0\omega r}{2d}\sin(\omega t+\varphi)$

（2）$S = EH(R) = -\dfrac{\varepsilon_0 U_0^2\omega R}{2d^2}\cos(\omega t+\varphi)\sin(\omega t+\varphi) = -\dfrac{\varepsilon_0 U_0^2\omega R}{4d^2}\sin 2(\omega t+\varphi)$

单位时间内进入电容器的总能量为：$W = S\cdot 2\pi Rd = -\dfrac{\varepsilon_0 U_0^2\omega\pi R^2}{2d}\sin 2(\omega t+\varphi)$

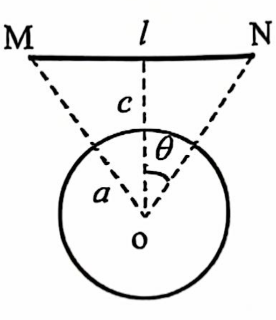
6.（1）长为 L 的一段圆筒，$q = \lambda L$，$I = vq = \dfrac{\omega}{2\pi}\lambda L$，$j = \dfrac{I}{L} = \dfrac{\omega}{2\pi}\lambda = \dfrac{\lambda\beta t}{2\pi}$

$B = \mu_0 nI = \mu_0\dfrac{NI}{L} = \mu_0 j = \dfrac{\mu_0\lambda\beta t}{2\pi}$，方向沿轴向左。

$\oint_L \vec{E}_i\cdot\mathrm{d}\vec{l} = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$，$E_i\cdot 2\pi b = -\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(\pi b^2 B) = -\dfrac{\mu_0\lambda\beta b^2}{2}$，$E_i = -\dfrac{\mu_0\lambda\beta b}{4\pi}$ 左视为顺时针。

（2）$\theta = \tan^{-1}\dfrac{l}{2c}$。穿过回路面积的磁通量为 $\Phi_m = \dfrac{2\theta}{2\pi}\pi a^2 B = a^2\theta\cdot B = \dfrac{\mu_0\lambda\beta a^2\theta}{2\pi}t$

则有 $\varepsilon_{NM} = \varepsilon_{\Delta oNM} = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi_m}{\mathrm{d}t} = -\dfrac{\mu_0\lambda\beta a^2}{2\pi}\tan^{-1}\dfrac{l}{2c}$，M→N，N 端电势高



另解（2）：$E_i = -\dfrac{R^2}{2r}\dfrac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t} = -\dfrac{\mu_0\lambda\beta a^2}{4\pi\sqrt{x^2+c^2}}$

$\varepsilon_i = \int \vec{E}_i\cdot\mathrm{d}\vec{l} = -\int_{-l/2}^{l/2}\dfrac{\mu_0\lambda\beta a^2}{4\pi\sqrt{x^2+c^2}}\cdot\dfrac{c}{\sqrt{x^2+c^2}}\mathrm{d}x = -\dfrac{\mu_0\lambda\beta a^2}{2\pi}\tan^{-1}\dfrac{l}{2a}$