

浙江大学 20 18 - 20 19 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: 2019 年 1 月 21 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 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$

真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$

普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

里德伯常数 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

维恩位移定律常数 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

斯忒恩-波尔兹曼常数 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K}^4)$

基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

电子伏特 $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

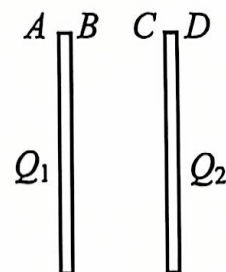
一、填空题: (12 题, 共 48 分)

1. (本题 4 分) t001

一薄圆环的内半径 $a = 0.4 \text{ m}$, 外半径 $b = 0.8 \text{ m}$, 均匀带电, 总电量 $Q = 6 \times 10^{-7} \text{ C}$, 则其圆心处的电势为 。

2. (本题 4 分) 1153

两块很大的导体平板平行放置, 面积都是 S , 有一定厚度, 带电荷分别为 Q_1 和 Q_2 . 如不计边缘效应, 则 A 、 B 、 C 、 D 四个表面上的电荷面密度分别为 、 、 、 。

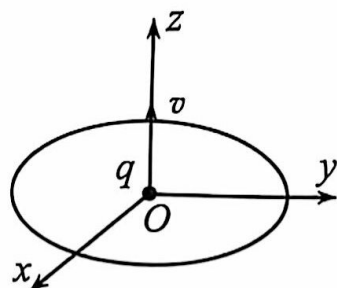


3. (本题 4 分) 5303

一平面试验线圈的磁矩大小 p_m 为 $1 \times 10^{-8} \text{ A} \cdot \text{m}^2$, 把它放入待测磁场中的 A 处, 试验线圈所在处的磁场是均匀的. 当此线圈的 p_m 与 y 轴平行时, 所受磁力矩为零; 当此线圈的 p_m 沿 z 轴正方向时, 所受磁力矩大小为 $M = 5 \times 10^{-9} \text{ N} \cdot \text{m}$, 方向沿 x 轴负方向. 则空间 A 点处的磁感强度 B 的大小为 , 方向为 。

4. (本题 4 分) 0361

如图所示, 一半径为 R , 通有电流为 I 的圆形回路, 位于 Oxy 平面内, 圆心为 O . 一带正电荷为 q 的粒子, 以速度 v 沿 z 轴向上运动, 当带正电荷的粒子恰好通过 O 点时, 作用于圆形回路上的力为_____, 作用在带电粒子上的力为_____.



5. (本题 4 分) 5141

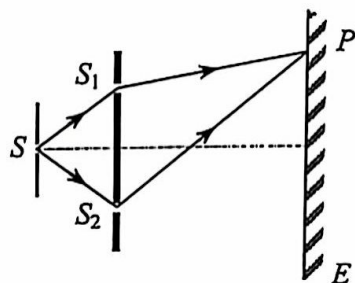
长度为 l 、半径为 r 、线圈匝数密度为 n 的长直密绕螺线管, 且 $l \gg r$, 管内充满磁导率为 μ 的均匀介质; 当螺线管中通有电流 I 时, 其自感系数为_____, 磁能为_____.

6. (本题 4 分) t002

一平板电容器两极板面积为 S , 极板间距为 d , 两极板与一电压 $V = V_0 \sin \omega t$ 的交流电源连接, 则穿过电容器的位移电流密度为_____, 位移电流的大小为_____.

7. (本题 4 分) 3179

如图所示, 在双缝干涉实验中, 装置处于空气中, 用波长为 λ 的单色光垂直照射, $SS_1 = SS_2$, 在屏幕 E 上形成干涉条纹; 已知 P 点处为第三级明条纹, 则 S_1 和 S_2 到 P 点的光程差为_____.



8. (本题 4 分) t003

一透射光栅正好能在二级光谱中分辨钠黄光双线 (589.6 nm 和 589.0 nm), 则此光栅的透光缝数为_____条.

9. (本题 4 分) w001

波长为 λ 的单色线偏振光正入射一块 $1/2$ 波片, 出射光时 o 光与 e 光的相位差为_____, 相应的偏振态为_____.

10. (本题 4 分) 4741

分别以频率为 ν_1 和 ν_2 的单色光照射某一光电管. 若 $\nu_1 > \nu_2$ (均大于红限频率 ν_0), 则当两种频率的入射光的光强相同时, 所产生的光电子的最大初动能 E_1 _____ E_2 ; 所产生的饱和光电流 I_{s1} _____ I_{s2} . (用 “>”、“=” 或 “<” 填入)

11. (本题 4 分) t004

对于氢原子中 $3d$ 态的电子, 其轨道角动量 $L =$ _____, 在 z 轴方向的可能分量有 $L_z =$ _____, 轨道角动量与 z 轴方向的最小夹角为_____.

12. (本题 4 分) t005

一广播电台的平均发射功率为 10 kW , 假定向外辐射的能流均匀分布在以电台为中心的半个球面上, 则在距离电台 10 km 处坡印亭矢量的平均值为_____.

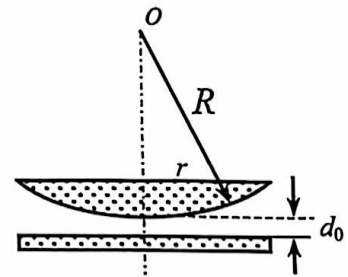
二、计算题：（6 题，共 52 分）

1. （本题 8 分）5220

波长为 $\lambda=500\text{nm}$ 的单色平行光斜入射在光栅常数 $d=2.1\mu\text{m}$ 、缝宽 $a=0.7\mu\text{m}$ 的光栅上，入射角为 $i=30^\circ$ ，求能看到哪几级共几条光谱线。

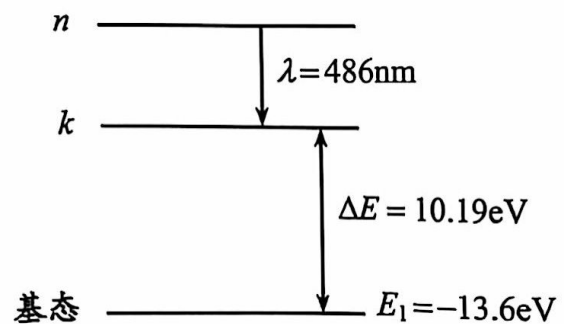
2. （本题 8 分）3189

牛顿环装置中，透镜的曲率半径 $R=40\text{ cm}$ ，用单色光垂直照射，平板玻璃和透镜紧贴时，在反射光中测得某级暗环的半径 $r=2.5\text{ mm}$ 。（1）求该暗环所对应的空气层厚度；（2）现把平板玻璃向下平移，此时该暗环会向圆心收缩，当向下平移 $d_0=5\mu\text{m}$ 时，该级暗环的半径将变为何值？



3. （本题 8 分）4767

当氢原子从某初始状态跃迁到激发能（从基态到激发态所需的能量）为 $\Delta E=10.19\text{ eV}$ 的状态时，发射出光子的波长是 $\lambda=486\text{ nm}$ ，试求：（1）该初始状态的能量和主量子数；（2）处于该初始状态的大量氢原子，最多可以发射几个线系？共几条谱线？



4. (本题 6 分) w002

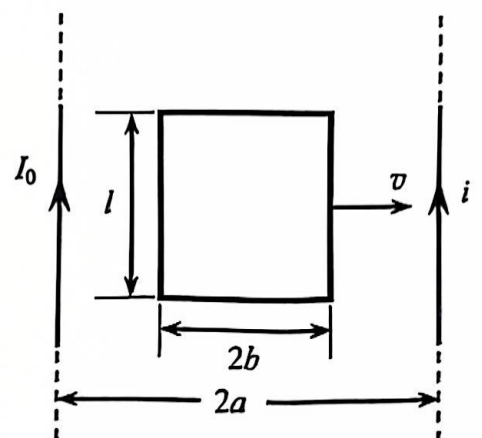
设康普顿效应中入射的 X 射线 (伦琴射线) 的波长 $\lambda = 0.0700 \text{ nm}$, 散射的 X 射线与入射的 X 射线垂直, 试求: (1) 散射 X 射线的波长 λ' ; (2) 反冲电子的动能 E_k .

5. (本题 8 分) w003

一电子处于原子某能态的时间为 10^{-8} s , 计算该能态的能量的最小不确定量; 设电子从上述能态跃迁到基态所对应的光子能量为 3.39 eV , 试确定所辐射的光子的波长及此波长的最小不确定量.

6. (本题 14 分) 2685

如图所示, 两根平行放置相距为 $2a$ 的无限长载流直导线, 其中一根通以稳恒电流 I_0 , 另一根通以交变电流 $i = I_0 \cos \omega t$. 两导线间有一与其共面的矩形线圈, 线圈的边长分别为 l 和 $2b$ ($b < a$), l 边与长直导线平行, 且线圈以速度 v 垂直于直导线向右运动. 当线圈运动到两导线的中心位置 (即线圈中心线与距两导线均为 a 的中心线重合) 时, 右侧导线中的电流恰好为零, 求此刻线圈中的: (1) 动生电动势、(2) 感生电动势、(3) 感应电动势.



2018-2019 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)

$$1. U_o = \int_a^b \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0 r^2} 2\pi r dr = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0(b^2 - a^2)}(b - a) = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0(b + a)} \approx 9.0 \times 10^3 \text{ (V)}$$

$$2. \frac{Q_A}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_B}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_C}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_D}{2\epsilon_0 S} = 0, \quad \frac{Q_A}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_B}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_C}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_D}{2\epsilon_0 S} = 0, \quad Q_A + Q_B = Q_1,$$

$$Q_C + Q_D = Q_2, \quad \sigma_A = \frac{Q_1 + Q_2}{2S}, \quad \sigma_B = \frac{Q_1 - Q_2}{2S}, \quad \sigma_C = \frac{Q_2 - Q_1}{2S}, \quad \sigma_D = \frac{Q_1 + Q_2}{2S}$$

$$3. \bar{p}_m = \pm p_m \bar{j} \text{ 时, } \bar{M} = 0, \text{ 由 } \bar{M} = \bar{p}_m \times \bar{B}, \quad \sin \varphi = 0, \pi, \quad \bar{B} = \pm B \bar{j}. \quad \bar{p}_m = p_m \bar{k} \text{ 时, } \\ \bar{M} = -M \bar{i}, \text{ 由 } \bar{M} = \bar{p}_m \times \bar{B}, \quad \sin 90^\circ = 1, \text{ 则: } B = \frac{M}{p_m} = 0.5 \text{ (T)}, \text{ 方向 } y \text{ 轴正方向.}$$

$$4. 0; 0$$

$$5. \Phi_m = n l B \pi r^2 = \mu n^2 l I \pi r^2; \quad L = \Phi_m / I = \mu n^2 l \pi r^2; \quad W_m = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \mu n^2 l \pi r^2 I^2$$

$$6. j_d = \frac{dD}{dt} = \epsilon_0 \frac{dE}{dt} = \frac{\epsilon_0}{d} \frac{dV}{dt} = \frac{\epsilon_0 \omega V_0}{d} \cos \omega t; \quad I_d = j_d S = \frac{\epsilon_0 S \omega V_0}{d} \cos \omega t$$

$$7. 3\lambda$$

$$8. N = \frac{\lambda}{k\Delta\lambda} = \frac{589.0}{2 \times 0.6} = 491$$

$$9. \pi \quad \text{线偏振光}$$

$$10. >; \quad I = nh\nu; \quad <$$

$$11. l = 2, \quad L = \sqrt{2(2+1)}\hbar = \sqrt{6}\hbar, \quad L_z = 0, \pm\hbar, \pm 2\hbar, \quad \theta_{\min} = \cos^{-1} \frac{2}{\sqrt{6}} = 35.3^\circ$$

$$12. \bar{S} = \frac{\bar{P}}{2\pi r^2} = \frac{10 \times 10^3}{2\pi \times (1.0 \times 10^4)^2} = 1.59 \times 10^{-5} \text{ (J/m}^2 \cdot \text{s)}$$

二、计算题：(6 题，共 52 分)

$$1. d(\sin i + \sin \theta) = k\lambda \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad -\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{d(\sin 30^\circ - 1)}{\lambda} < k < \frac{d(\sin 30^\circ + 1)}{\lambda} \quad -2.1 < k < 6.3$$

取整，共可有 -2、-1、0、1、2、3、4、5、6 级光谱线。

$$\text{考虑存在缺级: } k = \frac{d}{a} k' = 3k'$$

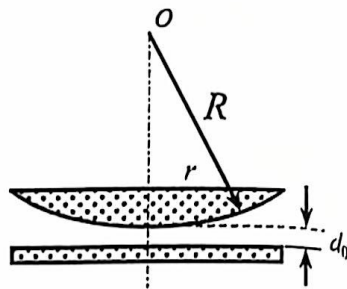
实际能看到 -2、-1、0、1、2、4、5 级共 7 条光谱线

2. 解: (1) $d = \frac{r^2}{2R} = \frac{(2.5 \times 10^{-3})^2}{2 \times 40 \times 10^{-2}} = 7.8 \times 10^{-6} \text{ (m)}$

(2) $\delta = 2d + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$, $\delta = 2(d' + d_0) + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

$d' = d - d_0$,

$r' = \sqrt{2Rd'} = \sqrt{2Rd - 2Rd_0} = \sqrt{r^2 - 2Rd_0} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ (m)} = 1.5 \text{ (mm)}$



3. 解: (1) $\frac{hc}{\lambda} = 2.56 \text{ (eV)}$; $E_k = E_1 + \Delta E = -13.6 + 10.19 = -3.41 \text{ (eV)}$

$E_n = E_k + \frac{hc}{\lambda} = -3.41 + 2.56 = -0.85 \text{ (eV)}$; $E_n = \frac{E_1}{n^2}$; $n = \sqrt{\frac{E_1}{E_n}} = 4$

(2) 最多可发射 3 个线系, 6 条谱线。

4. 解: (1) $\lambda' = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \varphi) + \lambda = \frac{2h}{m_e c} \sin^2 \frac{\varphi}{2} + \lambda \approx 0.0724 \sim 0.0725 \text{ (nm)}$

(2) $E_k = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} \approx 9.42 \sim 9.80 \times 10^{-17} \text{ (J)} = 580 \sim 620 \text{ (eV)}$

5. 解: $\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$; 得: $\Delta E \geq \frac{\hbar}{\Delta t} = \frac{h}{4\pi \Delta t} \approx 5.28 \times 10^{-27} \text{ (J)} = 3.3 \times 10^{-8} \text{ (eV)}$

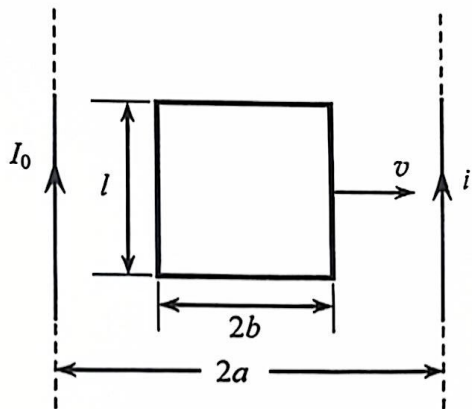
根据 $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$; $\lambda = \frac{hc}{E} = 3.67 \times 10^{-7} \text{ (m)}$; $\Delta \lambda = \frac{hc}{E^2} \Delta E = 3.57 \times 10^{-15} \text{ (m)}$

6. (1) 动生: $B_1 = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi(a-b)}$ $B_2 = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi(a+b)}$ 方向向里

$\varepsilon_1 = vB_1 l = \frac{vl\mu_0 I_0}{2\pi} \frac{1}{a-b}$; $\varepsilon_2 = vB_2 l = \frac{vl\mu_0 I_0}{2\pi} \frac{1}{a+b}$

方向都向上

$\varepsilon_{\text{动}} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = \frac{vl\mu_0 I_0}{\pi} \frac{b}{a^2 - b^2}$, 方向顺时针



(2) 感生: $d\Phi = BdS = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} l dr$, $\Phi = \int_{a-b}^{a+b} \frac{\mu_0 i}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 l i}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b}$

$\varepsilon_{\text{感}} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b} \frac{di}{dt} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} I_0 \omega \ln \frac{a+b}{a-b} \sin \omega t$

当 $i = I_0 \cos \omega t = 0$ 时, $\sin \omega t = \pm 1$, 则: $\varepsilon_{\text{感}} = \pm \frac{\mu_0 l}{2\pi} I_0 \omega \ln \frac{a+b}{a-b}$

感应电动势: $\varepsilon = \varepsilon_{\text{动}} + \varepsilon_{\text{感}} = \frac{vl\mu_0 I_0}{\pi} \frac{b}{a^2 - b^2} \pm \frac{\mu_0 l}{2\pi} I_0 \omega \ln \frac{a+b}{a-b}$