

目 录

2021-2022 学年第一学期期末考试试卷	2
2021-2022 学年第一学期期末考试试卷参考答案	7
2020-2021 学年第一学期期末考试 A 卷	11
2020-2021 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案	17
2015-2016 学年第一学期期末考试 A 卷	23
2015-2016 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案	28
2014-2015 学年第一学期期末考试 A 卷	33
2014-2015 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案	38
2013-2014 学年第一学期期末考试 A 卷	41
2013-2014 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案	47
2013-2014 学年第一学期期末考试 B 卷	50
2013-2014 学年第一学期期末考试 B 卷参考答案	55
2012-2013 学年第一学期期末考试 A 卷	59
2012-2013 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案	65
2012-2013 学年第一学期期末考试 B 卷	68
2012-2013 学年第一学期期末考试 B 卷参考答案	73
2011-2012 学年第一学期期末考试 A 卷	77
2011-2012 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案	83
2010-2011 学年第一学期期末考试 A 卷	87
2010-2011 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案	92
2010-2011 学年第一学期期末考试 B 卷	97
2010-2011 学年第一学期期末考试 B 卷参考答案	101

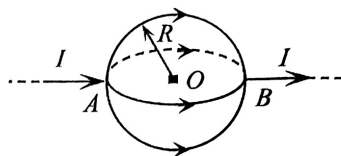


《大学物理 II》

2021-2022 学年第一学期期末考试试卷

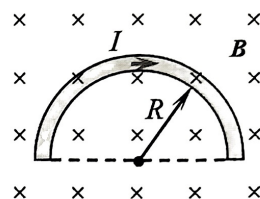
一、填空题 (每空 2 分, 共 40 分)

1、一载流导线弯成如图所示形状, 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_____。

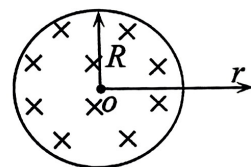


2、一通有电流 $I = kt$ ($k > 0$) 的长直螺线管, 长为 L , 截面积为 S , 密绕 N 匝线圈。则任一时刻管内任一点处磁场的能量密度为_____, 自感电动势的大小为_____。

3、如图所示, 半径为 R 的半圆形载流导线, 电流强度为 I , 放在磁感应强度为 B 的均匀磁场中, 磁场垂直于导线所在的平面, 则其所受安培力大小为_____。



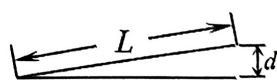
4、在一个半径为 R 的圆柱形空间内, 有一均匀分布的磁场 B (如图所示), 且随时间变化为 dB/dt , 在圆柱形空间内的感生电场强度 $E_k =$ _____, 圆柱形空间外的感生电场强度 $E_k =$ _____。



5、在真空中, 有一平面电磁波的波动方程为: $B_y = B_0 \cos\left[\omega\left(t - \frac{z}{c}\right)\right]$, 则: 该电磁波的传播方向为_____, 电场强度的振幅大小为_____。

6、杨氏双缝干涉实验中, 双缝间距 $2a = 0.5\text{mm}$, 在距离双缝为 25cm 的屏上观察。若光源由波长为 400nm 的单色光, 则干涉条纹间距为_____。

7、在空气劈尖干涉实验中 (如图所示), 若上方玻璃板的长度为 L , 劈尖末端纸片的厚度为 d ($d \ll L$), 则干涉图样中, 相邻明纹的间距为_____, 明纹总数为_____条。



8、在迈克尔逊干涉仪的一条臂上垂直放入折射率为 n , 厚度为 t 的透明介质片。若光束波长为 λ , 则屏上条纹移动数目为_____。

9、一宽度为 a 的单缝, 后面透镜的焦距为 f , 波长为 λ 的单色平行光垂直入射, 则: 中央明纹的宽度为_____, 第二级暗纹到中央明纹中心的距离 $x_2 =$ _____。



扫码使用



夸克扫描王



10、焦距为 f 的透镜放在一个直径为 D 的圆孔后，用波长为 λ 平行单色光垂直照射圆孔，则其最小分辨角为_____.

11、当一束强度为 I_0 的自然光垂直入射到两块平行放置且偏振化方向夹角为 30° 的偏振片上，则透射光的强度为_____.

12、一静质量为 m_0 ，半径为 R 的圆盘，若沿其一直径方向以速度 $0.6c$ (c 为真空光速) 相对地面运动。则地面上测得其运动质量为_____，面积为_____.

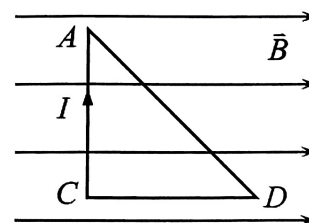
13、根据爱因斯坦的光子假说，频率为 ν 的光入射到某金属上，若单位时间内垂直光传播方向上单位面积内通过的光子数为 N ，则能流 $S =$ _____.

14、若太阳的单色辐出度的峰值对应的波长为 483nm ，则：由此估算太阳表面的温度为_____.

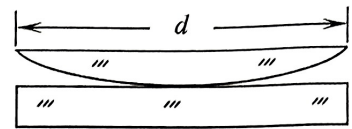
计算题（共 60 分）

二、（10 分）如图所示，一直角边长为 a 的等腰直角三角形线圈 ACD 内维持稳恒电流强度为 I ，放在均匀磁场中，线圈平面与磁场方向平行。试求：

- (1) AC 边固定， D 点绕 AC 边向纸外转 $\pi/2$ ，磁力做的功；
- (2) CD 边固定， A 点绕 CD 边向纸外转 $\pi/2$ ，磁力做的功；
- (3) AD 边固定， C 点绕 AD 边向纸外转 $\pi/2$ ，磁力做的功。



三、(10 分) 以氪灯作光源 (波长 $\lambda = 6085 \text{ \AA}$) 进行牛顿环实验, 平凸透镜的曲率半径为 650 cm , 而透镜的直径 $d = 3.0 \text{ cm}$, 如图所示。试求:



- (1) 能观察到的暗环的数目;
- (2) 若把牛顿环装置放入水中 ($n = 1.33$), 能观察到的暗环的数目又是多少?

四、(10 分) 一个刻划光栅刻痕宽度 b 是缝宽 a 的 2 倍, 且缝宽 $a = 2 \mu\text{m}$ 。若用波长 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 的单色平行光垂直入射到该光栅上。试求: (1) 光栅常数; (2) 第一级主极大明纹的衍射角 (用弧度表示); (3) 在单缝衍射中央明纹区内, 最多可见多少条主极大明纹?

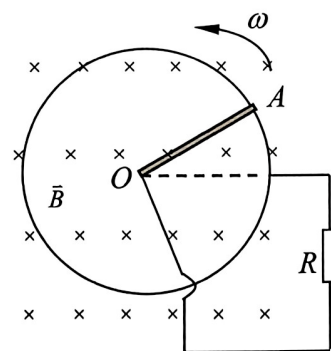


五、(10 分) 静电子经加速电压 $5.1 \times 10^5 \text{V}$ 的静电加速器加速后, 求: (1) 电子的总能; (2) 电子的总质量与静质量之比; (3) 电子的运动速度和相应的物质波波长。

六、(10 分) 从铝中移出一个电子需要 4.2eV 的能量。今有波长为 $2000 \text{\AA}$ 的光投射到铝表面。试问: (1) 由此发射出来的光电子的最大动能是多少? (2) 遏止电势差多大? (3) 铝的截止波长有多大?



七、(10 分) 在光滑水平面的桌面上, 有一根长为 L , 质量为 m 的匀质金属棒, 以一端为中心旋转, 另一端在半径为 L 的金属圆环上滑动, 接触良好, 棒在中心一端和金属环之间接一电阻 R , 如图所示。在桌面法线方向加一均匀磁场, 其磁感应强度为 B 。如在起始位置 $\theta = 0$ 时, 给金属棒一初角速度 ω_0 , 计算: (1) OA 杆上动生电动势的大小; (2) OA 杆受到的磁力矩; (3) 任意时刻 t , 金属棒的角速度 ω ; (4) 当金属棒最后停下来时, 棒绕中心转过的 θ 角为多少? (金属棒、金属环以及接线的电阻、机械摩擦力忽略不计)。



附常用物理常数

电子静止质量 $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$; 中子静止质量 $m_n = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$;

电子电量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$; 真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$;

普朗克常数 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; 玻尔兹曼常数 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$;

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



2021-2022 学年第一学期期末考试试卷参考答案

一、填空题 (每空 2 分, 共 40 分)

1、【正解】0

【解析】两直线段导线在 O 点产生的磁感应强度为零, 由对称性, 四段半圆导线在 O 点产生的

磁感应强度两两抵消为零, $\therefore B_O = 0$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2 安培环路定理的应用

2、【正解】 $\frac{\mu_0 N^2 k^2 t^2}{2L^2}$; $\mu_0 \frac{N^2}{L} kS$

【解析】 $B = \mu_0 nI = \mu_0 \frac{N}{L} kt$, $w_m = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{\mu_0 N^2 k^2 t^2}{2L^2}$, $\varepsilon_i = \left| -\frac{Nd\Phi_m}{dt} \right| = \mu_0 \frac{N^2}{L} kS$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.3 自感

3、【正解】 $2RIB$

【解析】 $d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$, $F = 2RIB$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.3 磁场对载流导线的作用

4、【正解】 $\frac{r}{2} \frac{dB}{dt}$; $\frac{R^2}{2r} \frac{dB}{dt}$

【解析】 $r < R$ 时, $E_k \cdot 2\pi r = -\pi r^2 \frac{dB}{dt} \Rightarrow E_k = -\frac{r}{2} \frac{dB}{dt}$

$r > R$ 时, $E_k \cdot 2\pi r = -\pi R^2 \frac{dB}{dt} \Rightarrow E_k = -\frac{R^2}{2r} \frac{dB}{dt}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.2 感生电动势

5、【正解】 z 轴正方向; cB_0

【解析】由电磁波的波动方程可知电磁波沿 z 轴正方向传播, $E_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} H_0 = \frac{B_0}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = cB_0$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.6 电磁波

6、【正解】 $2 \times 10^{-4} \text{m}$

【解析】 $\Delta x = \frac{D\lambda}{2a} = 2 \times 10^{-4} \text{m}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 双缝干涉



7、【正解】 $\frac{\lambda L}{2d}$; $\frac{2d}{\lambda}$

【解析】 $\frac{d}{L} = \sin \theta \approx \frac{\lambda/2}{\Delta l} \Rightarrow \Delta l = \frac{\lambda L}{2d}$, $N = \frac{L}{\Delta l} = \frac{2d}{\lambda}$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 干涉现象的应用

8、【正解】 $\frac{2(n-1)t}{\lambda}$

【解析】 $2(n-1)t = N\lambda \Rightarrow N = \frac{2(n-1)t}{\lambda}$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 光的干涉

9、【正解】 $\frac{2\lambda f}{a}$; $\frac{2\lambda f}{a}$

【解析】 $\Delta x_0 = 2f \tan \theta_1 \approx 2f \sin \theta_1 = 2f \frac{\lambda}{a}$, $x_2 = f \tan \theta_2 \approx f \sin \theta_2 = f \frac{2\lambda}{a}$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 单缝的夫琅禾费衍射

10、【正解】 $1.22 \frac{\lambda}{D}$

【解析】 最小分辨角 $\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光学仪器的分辨率

11、【正解】 $\frac{3}{8} I_0$

【解析】 $I = \frac{I_0}{2} \cos^2 30^\circ = \frac{3}{8} I_0$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4 光的偏振

12、【正解】 $\frac{5}{4} m_0$; $\frac{4}{5} \pi R^2$

【解析】 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{5}{4} m_0$, $S = \pi R^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{4}{5} \pi R^2$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.3 狭义相对论的时空观

13、【正解】 $Nh\nu$



【解析】 $S = \frac{N h \nu}{1} = N h \nu$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3 光电效应

14、【正解】 $6.0 \times 10^3 \text{ K}$

【解析】 $T = \frac{b}{\lambda_m} = \frac{2.897 \times 10^{-3}}{483 \times 10^{-9}} = 6.0 \times 10^3 \text{ K}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.1 黑体辐射定律

计算题 (共 60 分)

二、【解析】(1) $\Phi_1 = 0$, $\Phi_2 = BS = \frac{1}{2} a^2 B$, $A = I(\Phi_2 - \Phi_1) = \frac{1}{2} a^2 IB$

(2) $\Phi_1 = 0$, $\Phi_2 = 0$, $A = I(\Phi_2 - \Phi_1) = 0$

(3) $\Phi_1 = 0$, $\Phi_2 = BS \cos \frac{3\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{4} a^2 B$, $A = I(\Phi_2 - \Phi_1) = -\frac{\sqrt{2}}{4} a^2 IB$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.3 磁场与实物的相互作用

三、【解析】(1) 牛顿环暗环公式为 $r = \sqrt{k R \lambda}$

可观察到得暗环数为 $k = \frac{\left(\frac{d}{2}\right)^2}{R \lambda} = 57$ 条

(2) $k = \frac{n \left(\frac{d}{2}\right)^2}{R \lambda} = 76$ 条

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 干涉现象的应用

四、【解析】(1) $d = a + b = 3a = 6 \mu\text{m}$

(2) $d \sin \varphi_1 = \lambda \Rightarrow \varphi_1 = \arcsin \frac{\lambda}{d} = \arcsin 0.1 = 0.1 \text{ rad}$

(3) $\frac{d}{a} = 3$, $k = \pm 3$ 缺级, 在单缝衍射中央明纹区内, 能看到的明条纹的主极大级数

为 $0, \pm 1, \pm 2$, 共 5 条。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 衍射光栅

五、【解析】(1) $E = E_0 + E_k = E_0 + eU = 2 \times 0.51 \text{ MeV} = 1.02 \text{ MeV}$

(2) $\frac{m}{m_0} = \frac{E}{E_0} = 2$



$$(3) \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m}{m_0} = 2, \therefore v = \frac{\sqrt{3}}{2}c = 2.6 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\begin{cases} E = E_k + E_0 \\ E^2 = p^2 c^2 + E_0^2 \end{cases} \Rightarrow p = \frac{\sqrt{E_k(E_k + 2E_0)}}{c} = \frac{\sqrt{eU(eU + 2E_0)}}{c}$$

$$\therefore \lambda = \frac{h}{p} = \frac{hc}{\sqrt{eU(eU + 2E_0)}} = 1.4 \times 10^{-3} \text{ nm}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.4 狭义相对论动力学基础

六、【解析】(1) $E_{k,\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = h\nu - A = \frac{hc}{\lambda} - A = 3.225 \times 10^{-19} \text{ J}$

$$(2) e|U_a| = \frac{1}{2}mv_{\max}^2, \therefore |U_a| = \frac{\frac{1}{2}mv_{\max}^2}{e} = 2.0 \text{ V}$$

$$(3) \lambda = \frac{c}{\nu_0} = \frac{hc}{A} = 2.96 \times 10^{-7} \text{ J}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3 光电效应

七、【解析】(1) $\varepsilon_i = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_0^L \omega r B dr = \frac{1}{2} B \omega L^2$, 方向: $A \rightarrow O$

$$(2) dM = r df = -r \frac{\varepsilon_i}{R} B dr, M = \int_0^L -r \frac{\varepsilon_i}{R} B dr = -\frac{\varepsilon_i}{2R} B L^2 = -\frac{B^2 \omega L^4}{4R}, \text{方向垂直纸面向里}$$

$$(3) M = J\beta, \text{ 即 } -\frac{B^2 \omega L^4}{4R} = \frac{1}{3} m L^2 \frac{d\omega}{dt}, \frac{d\omega}{\omega} = -\frac{3B^2 L^2}{4mR} dt$$

$$\int_{\omega_0}^{\omega} \frac{d\omega}{\omega} = \int_0^t -\frac{3B^2 L^2}{4mR} dt, \therefore \omega = \omega_0 e^{-\frac{3B^2 L^2}{4mR} t}$$

$$(4) \frac{1}{\omega} \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{\omega} \frac{d\omega}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = \frac{d\omega}{d\theta} = -\frac{3B^2 L^2}{4mR}, d\theta = -\frac{4mR}{3B^2 L^2} d\omega$$

$$\therefore \theta = \int_{\omega_0}^0 -\frac{4mR}{3B^2 L^2} d\omega = \frac{4mR\omega_0}{3B^2 L^2}$$

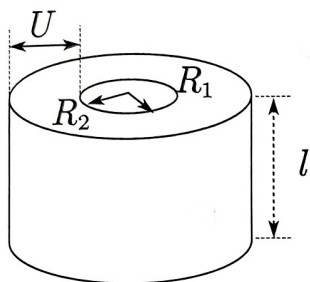
【考点延伸】《考试宝典》知识点四 4.2 刚体动力学



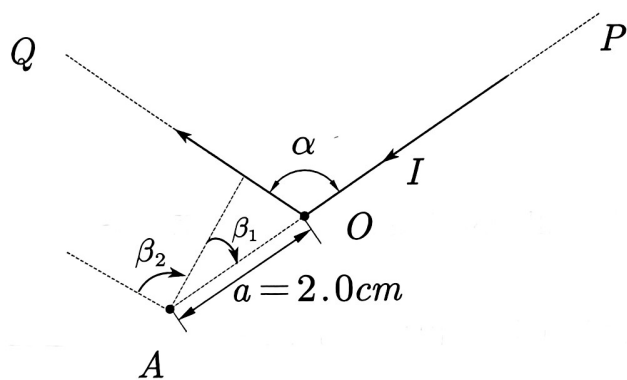
2020-2021 学年第一学期期末考试 A 卷

一、填空题 (每题 2 分, 共 30 分)

1、一内、外半径分别为 R_1 和 R_2 的金属圆筒, 如图所示, 长度 l , 其电阻率 ρ , 若筒内外电势差为 U , 且内筒电势高, 圆柱体中径向电阻是_____, 径向电流强度是_____A



2、如图所示, 在被折成钝角的无限长直导线中通有 $20A$ 的电流。设 $a = 2.0\text{ cm}$, $\alpha = 120^\circ$ 。则 A 点的磁感应强度大小_____T, 方向_____



3、电子在一半径为 R 的圆轨道上以速率 v 做匀速率圆周运动, 则其圆心处的磁感应强度大小为_____, 圆心处磁场能量密度为_____

4、北京正负电子对撞机中高速电子轰击靶产生的正负电子对经直线加速后, 进入周长为 240 m 的储存环中在偏转磁场作用下作圆周运动。已知电子的动量是 $1.4 \times 10^{-18}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$, 偏转磁场的磁感应强度大小是_____T



5、一平行板电容器的两板都是半径为 5.0 cm 的圆导体片，在充电时，其中电场强度的变化率为

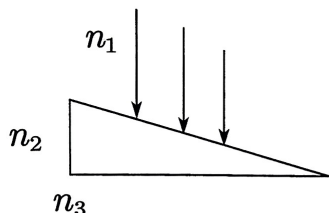
$$\frac{dE}{dt} = 1.0 \times 10^{12} \text{ V}/(\text{m} \cdot \text{s}), \text{ 两极板间最大位移电流为 } \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}, \text{ 极板边缘的磁感应强度大小为}$$

$$\underline{\hspace{2cm}} \text{ T}$$

6、动生电动势中充当非静电力的是 $\underline{\hspace{2cm}}$

7、若把杨氏双缝干涉的实验仪器由空气搬入水中，如果入射光的波长为 λ ，水的折射率为 n ，两缝之间的距离为 $2a$ ，双缝与屏之间的距离为 D ，则此时明条纹之间的间距为 $\underline{\hspace{2cm}}$

8、用波长为 λ 的单色平行光垂直照射折射率为 n_2 的劈形膜 ($n_1 < n_2 < n_3$)，如图所示，观察反射光干涉。从劈尖棱边处计第二条明条纹对应的膜厚度 $e = \underline{\hspace{2cm}}$ ，若劈形膜的最大厚度为 e_m ，则能观测到的明纹总数为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 条



9、在夫朗禾费衍射装置中，设中央明纹的衍射角范围很小。若使单缝宽度 a 变为原来的 $\frac{3}{4}$ 倍，使入射的单色光的波长变为原来的 $\frac{3}{2}$ ，则屏幕上单缝衍射条纹中央明纹的宽度 l_0 将变为原来的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 倍

10、在两块正交偏振片 P_1 和 P_2 之间插入另一块偏振片 P_3 ，光强为 I_0 的自然光垂直入射于偏振片 P_1 ，连续经过 P_1 、 P_2 和 P_3 ，则出射光光强最大值为 $\underline{\hspace{2cm}}$

11、一匀质矩形薄板，在它静止时测得其长为 a 宽为 b ，质量为 m_0 ，假定该薄板沿长度方向以接近光速的速度 v 相对地球作匀速直线运动，此板运动时的面密度为 $\underline{\hspace{2cm}}$



12、可将星体视作绝对黑体，测得天狼星的辐射的峰值波长 $\lambda_m = 0.29 \mu m$ ；则天狼星的辐出度为 _____ W/m^2

13、已知钾的逸出功为 2.0 eV ，如果用波长为 $3.60 \times 10^{-7} \text{ m}$ 的光照射在钾上，则光电效应的遏止电压的绝对值 $|U_a| =$ _____ V

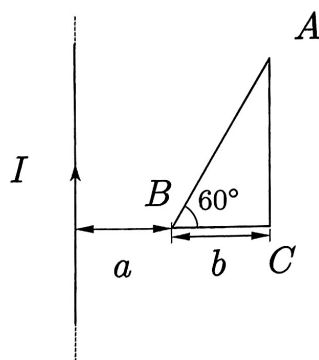
14、处于第一激发态的 ($n=2$) 的氢原子中的电子的德布罗意波长为 _____ nm

15、电子通过宽度为 a 的狭缝时，沿狭缝方向的动量分量的最小不确定度为 _____

计算题

二、(10 分) 一根长直导线和一个直角三角形 ABC 回路共面，如图所示，直角边 AC 与电流平行，B 点到电流的垂直距离为 a 。若长直导线通电流 I ，求：

- (1) ABC 导体回路中的磁通量 Φ ；
- (2) 长直导线和三角形回路的互感系数；
- (3) 若长直导线内通有电流 $I = I_0 \sin \omega t (A)$ ，求三角形回路的感应电动势。



三、(10 分) 一个正方形线圈, 匝数为100, 每边长150 mm, 放在 $B=0.4T$ 的磁场中, 当线圈中通有 $I=8.0A$ 的电流时, 求

- (1) 线圈磁矩大小;
- (2) 求作用在线圈上的最大磁力矩;
- (3) 求线圈从最大磁力矩位置旋转到最小磁力矩位置, 磁力矩所做的功。

四、(10 分) 在牛顿环实验中, 当用波长为 $\lambda=589.3\text{ nm}$ 的钠黄光垂直照射时, 测得第一级和第四级暗环的距离为 $\Delta r=4.0\times 10^{-3}m$ 。求:

- (1) 平凸透镜凸面的曲率半径;
- (2) 若平凸透镜的口径(即: 最大直径)为6cm, 可以看到的暗环的最大级次;
- (3) 此牛顿环的空气间隙的最大厚度。



五、(10 分) 用钠光($\lambda = 589.3nm$)垂直照射到某光栅上, 测得第三级光谱的衍射角为 60°

- (1) 若换用另一光源测得其第二级光谱的衍射角为 30° , 求此光源发光的波长。
- (2) 若以白光($400nm \sim 760nm$)照射在该光栅上, 求其第二级光谱的张角。
- (3) 若该光栅不透光部分是透光部分宽度的3倍, 求采用钠光源时屏上最多可看到的明纹数。

六、(10 分) 电子经加速电压 $5.1 \times 10^8 MV$ 的静电加速器加速后, 求:

- (1) 电子的运动速度;
- (2) 电子的总质量与静质量之比;
- (3) 设银河系宽度为 10^5 光年, 电子以上面求得的速度穿越银河系, 则从银河系和该电子自身参照系分别测量电子飞越银河系需要的时间。



七、(10 分) 在氢气放电管中,用动能为 12.2eV 的电子轰击处于基态的氢原子, 求:

- (1) 氢原子所能达到的最高能态;
- (2) 在该能态上氢原子的电离能以及电子的轨道半径;
- (3) 从该能态向低能态跃迁时, 可能辐射的最短波长和最长波长。



2020-2021 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案

一、填空题(每题 2 分, 共 30 分)

1、【正解】 $\frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{R_2}{R_1}$ $\frac{2\pi l U}{\rho \ln \frac{R_2}{R_1}}$

【解析】 径向电阻微元 $dR = \rho \frac{dr}{S} = \rho \frac{dr}{2\pi r l}$

$$\text{径向电阻 } R = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\rho dr}{2\pi r l} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

$$\text{径向电流 } I = \frac{U}{R} = \frac{2\pi l U}{\rho \ln \frac{R_2}{R_1}}$$

【考点延伸】 电阻的计算

2、【正解】 $1.73 \times 10^{-4} T$ 垂直纸面向外

【解析】 $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a \sin 60^\circ} (\cos 60^\circ - \cos 180^\circ) = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20}{4\pi \times 0.02 \times \frac{\sqrt{3}}{2}} \times \left(\frac{1}{2} + 1\right) = 1.73 \times 10^{-4} T$

方向垂直纸面向外

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.1 二、磁感应强度的计算

3、【正解】 $\frac{\mu_0 e v}{4\pi R^2}$ $\frac{\mu_0 e^2 v^2}{32\pi^2 R^4}$

【解析】 等效电流 $I = \frac{e}{\frac{2\pi R}{v}} = \frac{ev}{2\pi R}$

$$\text{圆心处磁感应强度大小 } B = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0 ev}{4\pi R^2}$$

$$\text{圆心处磁场能量密度 } w = \frac{B^2}{2\mu} = \frac{\mu_0 e^2 v^2}{32\pi^2 R^4}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.1 二、磁感应强度的计算 知识点九 9.4 磁场的能量

4、【正解】 0.23

【解析】 $B = \frac{p}{eR} = \frac{1.4 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19} \times \frac{240}{2\pi}} = 0.23 T$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.3 磁场与实物的相互作用

5、【正解】 0.07 2.8×10^{-7}



【解析】平行板电容器电容大小 $C = \frac{\varepsilon_0 \pi R^2}{d}$

$$\text{位移电流大小 } I = \frac{dq}{dt} = C \frac{dU}{dt} = Cd \frac{dE}{dt} = \varepsilon_0 \pi R^2 \frac{dE}{dt} = 8.85 \times 10^{-12} \times \pi \times 0.05^2 \times 10^{12} = 0.074$$

$$\text{由高斯定理 } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0.07}{2\pi \times 0.05} = 2.8 \times 10^{-7} T$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.5 麦克斯韦方程组

6、【正解】洛伦兹力

【解析】动生电动势中充当非静电力的是洛伦兹力

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.2 感应电动势

7、【正解】 $\frac{D\lambda}{2na}$

【解析】光程差 $\delta = \frac{2nxa}{D}$, 当 $\delta = \frac{2nxa}{D} = \pm k\lambda$ 时, 为明纹, 即 $x = \pm \frac{kD\lambda}{2na} (k=0, 1, 2, \dots)$

$$\text{明条纹之间的间距为 } \Delta x = \frac{D\lambda}{2na}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 光的干涉

8、【正解】 $\frac{\lambda}{2n_2}, \left[\frac{2n_2 e_m}{\lambda} \right] + 1$

【解析】光程差 $\delta = 2n_2 e = k\lambda (k=0, 1, 2, 3, \dots)$, 从劈尖棱边算起第二条明条纹 $k=1$ 得 $e = \frac{\lambda}{2n_2}$

最大级数 $k_{\max} = \left[\frac{2n_2 e_m}{\lambda} \right]$, $[]$ 符号代表取整函数, 则能观测到的明纹总数为 $k_{\max} + 1$ 条

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 光的干涉

9、【正解】2

$$\text{【解析】 } l = 2f \frac{\lambda}{a} = 2f \frac{\frac{3}{2}\lambda_0}{\frac{3}{4}a_0} = 4f \frac{\lambda_0}{a_0} = 2l_0$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

10、【正解】 $\frac{1}{8} I_0$



【解析】 $I = I_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 (90^\circ - \alpha) = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha = \frac{1}{8} I_0 \sin^2 2\alpha$

$$I_{\max} = \frac{1}{8} I_0$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4 光的偏振

11、【正解】 $\frac{m_0}{ab \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}$

【解析】 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}, a' = a \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}, \rho = \frac{m}{a'b} = \frac{m_0}{ab \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.3 狭义相对论的时空观

12、【正解】 5.7×10^8

【解析】 $T = \frac{b}{\lambda_{\max}} = \frac{2.8977729 \times 10^{-3}}{0.29 \times 10^{-6}} = 9992.32 K$

$$M = \sigma T^4 = 5.67 \times 10^{-8} \times 9992.32^4 = 5.7 \times 10^8 W/m^2$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.1 黑体辐射

13、【正解】 1.45

【解析】 由光电效应得 $eU = \frac{hc}{\lambda} - W_0$,

$$U = \frac{hc}{e\lambda} - \frac{W_0}{e} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 3.6 \times 10^{-7}} - 2.0 = 1.45 V$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3 光电效应

14、【正解】 365 nm

【解析】 $\frac{hc}{\lambda} = \frac{13.6 eV}{4} \Rightarrow \lambda = \frac{4 \times 6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 3.65 \times 10^{-7} m = 365 nm$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.5 波尔量子理论

15、【正解】 $\frac{h}{a}$

【解析】 $\Delta x \Delta p_x \geq h \quad \Delta p_x \geq \frac{h}{a}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.6 不确定关系、薛定谔方程



计算题

二、(10 分)

【解析】

$$(1) \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$d\Phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \sqrt{3} (r-a) dr$$

$$\Phi = \int_a^{a+b} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \sqrt{3} (r-a) dr = \frac{\sqrt{3} \mu_0 I}{2\pi} \left(b - a \ln \frac{a+b}{a} \right)$$

$$(2) \quad L = \frac{\Phi}{I} = \frac{\sqrt{3} \mu_0}{2\pi} \left(b - a \ln \frac{a+b}{a} \right)$$

$$(3) \quad \xi = -\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt} = -\frac{\sqrt{3} \mu_0 I_0 \omega \cos \omega t}{2\pi} \left(b - a \ln \frac{a+b}{a} \right)$$

方向以顺时针方向为正

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.3 自感与互感

三、(10 分)

【解析】

$$(1) \quad \text{磁矩 } p_m = NIS = 100 \times 8 \times 0.15^2 = 18 A \cdot m^2$$

$$(2) \quad \text{最大磁力矩 } M_m = p_m B = 7.2 N \cdot m$$

$$(3) \quad |\Delta\Phi| = NBS = 0.9 B \cdot m^2$$

$$A = I|\Delta\Phi| = 7.2 J$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.3 磁场与实物的相互作用

四、(10 分)

【解析】

$$(1) \quad \text{暗环有 } \delta = 2d + \frac{\lambda}{2} = (2k+1) \frac{\lambda}{2} (k=1, 2, \dots)$$



近似的有 $d = \frac{r^2}{2R}$, 可得 $r = \sqrt{kR\lambda} (k=0, 1, 2, \dots)$

第一级和第四级暗环的距离 $\Delta r = \sqrt{4R\lambda} - \sqrt{R\lambda} = \sqrt{R\lambda} = 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$\text{得 } R = \frac{(\Delta r)^2}{\lambda} = \frac{(4.0 \times 10^{-3})^2}{589.3 \times 10^{-9}} = 27.15 \text{ m}$$

$$(2) \quad r = \sqrt{kR\lambda} \leq 6 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad k \leq \frac{0.06^2}{27.15 \times 589.3 \times 10^{-9}} = 225$$

$$(3) \quad d_m = k \frac{\lambda}{2} = 225 \times \frac{589.3 \times 10^{-9}}{2} = 6.63 \times 10^{-5} \text{ m}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的干涉

五、(10 分)

【解析】

$$(1) \quad (a+b)\sin 60^\circ = 3\lambda, \quad (a+b)\sin 30^\circ = 2\lambda'$$

$$\lambda' = 510.3 \text{ nm}$$

$$(2) \quad (a+b) = \frac{3\lambda}{\sin 60^\circ}$$

$$\varphi_1 = \arcsin\left(\frac{2 \times 400}{2041.4}\right)$$

$$\varphi_2 = \arcsin\left(\frac{2 \times 760}{2041.4}\right)$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 25^\circ$$

(3) 不透光部分为透光部分宽度的三倍, 则四的倍数级缺级

$$k_{\max} \leq \frac{a+b}{\lambda} = 3.5$$

能看到的明纹为 $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$, 共七级明纹

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

六、(10 分) 【解析】



$$(1) \text{ 电子总能 } E = E_0 + eU \approx 5.1 \times 10^{14} \text{ eV}$$

$$\gamma = \frac{E}{E_0} = 10^9 + 1 \approx 10^9$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow v = \sqrt{1 - 10^{-18}} c$$

$$(2) \frac{m}{m_0} = \gamma = 10^9 + 1 \approx 10^9$$

$$(3) \text{ 银河系: } t = 10^5 \text{ 年}$$

$$\text{电子: } t' = \frac{t}{\gamma} = 10^{-4} \text{ 年}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.3 狭义相对论的时空观

七、(10 分)【解析】

(1) 到第三能级所需的能量为 12.09 eV ，故最高能达到第三能级

$$(2) \text{ 电离能 } E_3 = \frac{-13.6}{9} = -1.51 \text{ eV}$$

$$\text{电子的轨道半径 } r_3 = 9r_1 = 9 \times 53 = 477 \text{ pm}$$

$$(3) \frac{hc}{\lambda_{\min}} = 12.09 \text{ eV} \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{12.09 \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ m} = 102.8 \text{ nm}$$

$$\frac{hc}{\lambda_{\max}} = 1.89 \text{ eV} \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.89 \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ m} = 657.3 \text{ nm}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.5 玻尔量子理论



2015-2016 学年第一学期期末考试 A 卷

一、选择题(每题 2 分, 共 20 分)

- 1、如图 1, 在一圆形电流 I 所在的平面内, 选取一个同心圆形闭合回路 L , 则由安培环路定理可得, 下面正确的是: ()

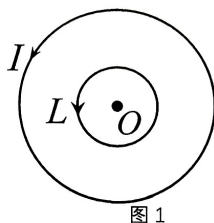


图 1

- A、 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, 且环路 L 上任一点 $B = 0$
 B、 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, 且环路 L 上任一点 $B \neq 0$
 C、 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$, 且环路 L 上任一点 $B \neq 0$
 D、 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$, 且环路 L 上任一点 $B = \text{常量}$

- 2、若用条形磁铁竖直插入不闭合金属圆环, 则金属环中: ()

- A、产生感应电动势, 也产生感应电流
 B、产生感应电动势, 不产生感应电流
 C、不产生感应电动势, 也不产生感应电流
 D、不产生感应电动势, 产生感应电流

- 3、对位移电流, 有下述四种说法, 请指出哪一种说法正确: ()

- A、位移电流是由变化电场产生的
 B、位移电流是由线性变化磁场产生的
 C、位移电流的热效应服从焦耳定律
 D、位移电流的磁效应不服从安培环路定理

- 4、将双缝干涉的实验装置放入折射率为 n 的液体中, 双缝之间距离为 $2a$, 双缝到屏的距离为 D ($D \gg 2a$)。单色光在真空中的波长为 λ , 当该平行单色光垂直入射到双缝上时, 则屏上干涉条纹中相邻明纹之间的距离为 ()

- A、 $\frac{D\lambda}{n \cdot 2a}$ B、 $\frac{nD\lambda}{2a}$ C、 $\frac{2a \cdot \lambda}{nD}$ D、 $\frac{D\lambda}{2n \cdot 2a}$



5、波长 $\lambda = 500\text{nm}$ 的单色光垂直照射到宽度 $a = 0.25\text{mm}$ 的单缝上，单缝后面放一凸透镜，在凸透镜的焦平面上放一屏幕，用以观测衍射条纹。现测得屏幕上中央明条纹一侧第三条暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离为 $\Delta x_{33} = 12\text{mm}$ ，则该凸透镜的焦距 f 为 ()

- A、2m B、1m C、0.5m D、0.2m

6、一束平行的白光垂直照射到一光栅上，在光栅衍射形成的同一级光栅光谱中，离中央明纹最远的是 ()

- A、紫光 B、绿光 C、黄光 D、红光

7、一束光强为 I_0 的自然光垂直穿过两个偏振片，且该两偏振片的偏振化方向成 45° 角，则穿过两个偏振片后的光强 I 为 ()

- A、 $\frac{\sqrt{2}I_0}{4}$ B、 $\frac{I_0}{4}$ C、 $\frac{I_0}{2}$ D、 $\frac{\sqrt{2}I_0}{2}$

8、要使处于基态氢原子受激后能发射莱曼系(由激发态跃迁到基态发出的各种谱线组成的谱线系)最长波长的谱线，则至少应向基态的氢原子提供的能量为 ()

- A、1.5eV B、3.4eV C、10.2eV D、13.6eV

9、关于同时相对性，以下结论中正确的是 ()

- A、在一惯性系同时发生的两个事件，在另一惯性系一定不同时发生
B、在一惯性系不同地点同时发生的两个事件，在另一惯性系一定同时发生
C、在一惯性系同一地点同时发生的两个事件，在另一惯性系一定同时发生
D、在一惯性系不同地点不同时发生的两个事件，在另一惯性系一定不同时发生

10、边长为 l 的正方形载流导线中通有电流 I ，则该载流导线在 A 点(如图2)所产生的磁感应强度 $\vec{B}$ 的大小为 ()

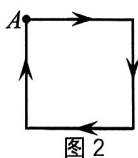


图2

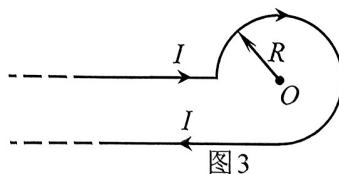


图3

- A、 $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi l}$ B、 $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi l}$ C、 $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$ D、以上均不对

二、填空题(每空 2 分，共 30 分)

1、一载流导线弯成如图3形状，电流由无限远处流来，又流向无限远处。则圆心 O 点处磁感应强度大小为 (1)，方向为 (2)。

2、一通有电流 $I=kt$ ($k>0$) 的长直螺线管，长为 L ，截面积为 S ，密绕 N 匝线圈。则任一时刻管内的磁感应强度为 (3)，自感电动势的大小为 (4)。



- 3、真空中，一电磁波的波动方程为： $B_y = B_0 \cos\left[\omega\left(t - \frac{z}{c}\right)\right]$ ， $B_x = B_z = 0$ ，则该电磁波的传播方向为 (5)；电矢量的振幅为 (6)。
- 4、以单色光照射到相距为 0.2mm 的双缝上，双缝与屏幕的垂直距离为 1m。从第一级明纹到同侧的第四级明纹的距离为 7.5 mm。则单色光的波长 (7)。
- 5、一束波长为 $\lambda=500\text{nm}$ 的单色平行光垂直照射在一个单缝上。如果所用单缝的宽度 $a=0.5\text{mm}$ ，缝后紧挨着的薄透镜焦距 $f=1\text{m}$ ，则中央明纹宽度 (8)。
- 6、已知某介质的折射率为 1.732，则当光从空气射向该介质，且反射光为完全偏振光时，则入射角为 (9)；当一束强度为 I_0 自然光垂直入射到两块平行放置且偏振化方向夹角为 30° 的偏振片上，则透射光的强度为 (10)。
- 7、用辐射高温计测得炉壁小孔的辐出度为 $22.8\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$ ，则炉内温度为 (11)。
- 8、用波长 400nm 的光照射铯感光层，铯的红限波长为 660nm。则：光电子的最大初动能为 (12)；所放出的光电子速度 (13)。
- 9、一束带电粒子经 200V 电势差加速后，测得其德布罗意波长为 0.02Å 。已知这带电粒子所带电量与电子电量相等。则该粒子的质量为 (14)。
- 10、若一个光子的能量等于一个电子的静能，则该光子的波长约为 (15) nm。

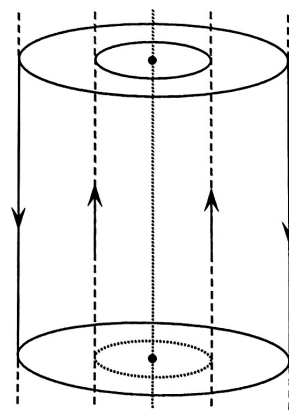
计算题 (50 分)

三、(10 分) 设一无限长的同轴电缆，由两个导体薄圆筒构成，内、外半径分别为 R_1 和 R_2 ，电缆置于空气中。当此电缆内、外圆筒上通有大小相等，方向相反的电流 I 时。

试求：(1) 此电流系统激发磁场的磁感应强度分布；

(2) 长度为 l 的一段电缆内所储存的磁能；

(3) 长度为 l 的一段电缆的自感 (取轴线为坐标原点)。



四、(10 分) 有一玻璃劈尖, 放在空气中, 其末端厚度 $h = 0.01\text{cm}$, 折射率 $n = 1.5$ (如题四图)。现在用波长 $\lambda = 500\text{nm}$ 单色平行光垂直入射到该玻璃劈尖上表面。

试求: (1) 在玻璃劈尖的上表面所形成的干涉明条纹数目;

(2) 若以尺寸完全相同由两玻璃片组成的空气劈尖代替上述玻璃劈尖, 则所产生的条纹数目又为多少?



题四图

五、(10 分) 光栅每毫米有 250 条狭缝, 刻痕宽度 b 是缝宽 a 的 2 倍。若波长 $\lambda = 400\text{nm}$ 的单色平行光垂直入射到该光栅上,

试求: (1) 光栅常数;

(2) 屏上最多可见多少条明纹?

(3) 第 2 级明纹的衍射角?

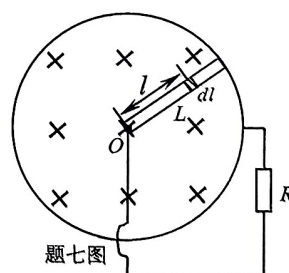


六、(10 分) 在一惯性系中一粒子具有动量 $6 \text{ MeV}/c$ (c 为光速), 若粒子总能量 $E=10 \text{ MeV}$, 试计算在该系中: (1) 粒子的运动速度;
 (2) 粒子的运动动能;
 (3) 粒子的物质波波长。

七、(10 分) 在光滑的水平桌面上, 有一根长为 L , 质量为 m 的匀质金属棒, 以一端 O 为中心旋转, 另一端在半径为 L 的金属圆环上滑动, 接触良好 (如题七图示)。棒在中心的一端和金属环之间接电阻 R , 在桌面法线方向加一均匀磁场, 其大小为 B 。若在起始位置 $\theta=0$ 时, 给金属棒一初角速度 ω_0 。

试求: (1) 任意时刻 t 金属棒的角速度 ω ;

(2) 当金属棒最后停下来时, 棒绕中心转过的角度 θ 等于多少? (金属棒、金属环以及接线的电阻、机械摩擦力均忽略不计)



2015-2016 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案

一、选择题(每题 2 分, 共 20 分)

1、【正解】B

【解析】该闭合回路 L 中并无电流穿过, 由安培环路定理可知, $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, 环路上任一点的磁感应强度受电流 I 的作用, $B \neq 0$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2——安培环路定理

2、【正解】B

【解析】不论电路是否闭合, 只要穿过电路的磁通量发生变化, 电路中就产生感应电动势, 再电路又是闭合的, 电路中将会有感应电流。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.2——感应电动势

3、【正解】A

【解析】位移电流是电位移矢量随时间的变化率对曲面的积分, 是由变化电场产生的; 位移电流只表示电场的变化率, 与传导电流不同, 它不产生热效应、化学效应等; 位移电流的磁效应服从安培环路定理。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.5——麦克斯韦方程组

4、【正解】A

【解析】双缝干涉产生的明纹满足: $\delta = \frac{nx d}{D} = \pm k\lambda \Rightarrow x = \pm k \frac{D\lambda}{nd} = \pm k \frac{D\lambda}{n \cdot 2a}, (k=0, 1, \dots)$.

故相邻明纹距离为 $\Delta x = \frac{D\lambda}{n \cdot 2a}$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2——分波阵面干涉

5、【正解】B

【解析】单缝衍射暗纹位置: $a \sin \theta = \pm k\lambda, (k=1, 2, \dots)$, 故两侧的第三级暗纹相距

$$\Delta x_{33} = 2f \tan \theta \approx 2f \sin \theta = 2f \frac{3\lambda}{a} \Rightarrow f = \frac{\Delta x_{33} a}{6\lambda} = 1m.$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3——单缝的夫琅禾费衍射

6、【正解】D

【解析】由光栅方程 $d \sin \theta = \pm k\lambda$ 可知, 在用白光做光栅衍射实验时, 在形成的同一级光栅光谱 (即 k 相同, 但 $k \neq 0$) 中, 波长越长的光衍射角越大, 偏离中央明纹越远, 白光中的红光波长最大, 故偏离中央明纹最远。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3——衍射光栅

7、【正解】B

【解析】在穿过一个偏振片后, 自然光光强 $I_1 = \frac{I_0}{2}$; 又由马吕斯定律可知, 穿过第二个偏振片

$$\text{后的光强为 } I = I_1 \cos^2 45^\circ = \frac{I_0}{4}.$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4——光的偏振

8、【正解】C

【解析】根据氢原子的光谱规律可知莱曼系中, $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R \left(1 - \frac{1}{n^2} \right), (n=2, 3, \dots)$, 则波长最长的谱线对应的 $n=2$, 故至少应向基态的氢原子提供的能量为

$$h\nu = E_2 - E_1 = \frac{-13.6}{2^2} - (-13.6) = 10.2eV.$$



【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.5——氢原子的光谱规律

9、【正解】C

【解析】由洛伦兹变换 $t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, 可知当 $x=0, t=0$ 时, $t'=0$ 恒成立。

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.1——洛伦兹变换

10、【正解】A

【解析】经过A点的两段导线在A点产生的磁感应强度为零, 另外两段导线在该点产生的磁感应强度大小为 $B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi l} (\cos 90^\circ - \cos 135^\circ) = \frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{8\pi l}$, 方向均垂直纸面向里, 故A点磁感应强度大小为 $B = B_1 + B_2 = \frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi l}$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2——安培环路定理

二、填空题(25分, 每题5分, 共5题)

1、【正解】(1) $\frac{\mu_0 I}{4R} \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{\pi} \right)$; (2) 方向: 垂直纸面向里;

【解析】上端载流直导线延长线经过O点, 故其在O点产生的磁感应强度为零; 圆弧段载流导线在O点产生的磁感应强度大小为 $B_1 = \frac{\mu_0 I}{2R} \cdot \frac{3}{4}$, 方向垂直纸面向里; 下端载流直导线在O点产生的磁感应强度大小为 $B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$, 方向垂直纸面向里。故O点的磁感应强度大小为

$$B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 I}{4R} \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{\pi} \right), \text{方向垂直纸面向里。}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2——安培环路定理的应用

2、【正解】(3) $\mu_0 \frac{N}{L} kt$; (4) $\mu_0 \frac{N^2}{L} kS$;

【解析】 $B = \mu_0 nI = \mu_0 \frac{N}{L} kt$; $\Phi_m = BS = \mu_0 \frac{N}{L} ktS$, $|\varepsilon| = \left| -\frac{Nd\Phi_m}{dt} \right| = \mu_0 \frac{N^2}{L} kS$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2——安培环路定理的应用

3、【正解】(5) z轴正方向; (6) cB_0 或 $\frac{B_0}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$;

【解析】由电磁波波动方程易知传播方向为z轴正方向; 电矢量的振幅为 $cB_0 = \frac{B_0}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.6——电磁波

4、【正解】(7) $500nm$;

【解析】双缝干涉相邻明纹间距为 $\Delta x = \frac{D\lambda}{d}$, 由题意

$$\Delta x_{14} = \frac{3D\lambda}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{\Delta x_{14} d}{3D} = \frac{0.0075 \times 0.0002}{3 \times 1} = 5 \times 10^{-7} m = 500nm$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2——分波阵面干涉

5、【正解】(8) $2mm$;

【解析】 $\Delta x = 2f \frac{\lambda}{a} = 2mm$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3——单缝的夫琅禾费衍射



6、【正解】(9) 60° (10) $\frac{3I_0}{8}$;

【解析】反射光为完全偏振光, 故入射角为布儒斯特角, 则 $\tan i_B = \frac{n_2}{n_1} = 1.732 \Rightarrow i_B = 60^\circ$; 在穿过一个偏振片后, 自然光光强 $I_1 = \frac{I_0}{2}$, 又由马吕斯定律可知, 穿过第二个偏振片后的光强为 $I = I_1 \cos^2 30^\circ = \frac{3I_0}{8}$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4——马吕斯定律、布儒斯特定律

7、【正解】(11) $1416.08 K$;

【解析】 $M_0 = \sigma T^4 \Rightarrow T = \sqrt[4]{\frac{22.8 \times 10^4}{5.67 \times 10^{-8}}} = 1416.08 K$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.1——黑体辐射定律

8、【正解】(12) $1.224 eV$; (13) $6.56 \times 10^5 m/s$;

【解析】 $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + A$, $A = h\nu_0$, 最大初动能 $\frac{1}{2}mv_{\max}^2 = h\nu - h\nu_0 = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = 1.224 eV$;
 $v = \sqrt{\frac{1.224 \times 1.6 \times 10^{-19}}{\frac{1}{2} \times 9.11 \times 10^{-31}}} = 6.56 \times 10^5 m/s$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3——光电效应

9、【正解】(14) $1.72 \times 10^{-27} kg$

【解析】 $p = \frac{h}{\lambda}$, $eU = E_k = \frac{p^2}{2m}$, $\therefore m = \frac{h^2}{2eU\lambda^2} = 1.72 \times 10^{-27} kg$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3——光的波粒二象性

10、【正解】(15) $2.4 \times 10^{-3} nm$

【解析】 $h\frac{c}{\lambda} = m_e c^2 \Rightarrow \lambda = \frac{h}{m_e c} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^8} = 2.4 \times 10^{-12} m = 2.4 \times 10^{-3} nm$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3——光的波粒二象性

计算题 (50 分)

三、(10 分)【解析】

(1) 由安培环路定理可得: $B = \begin{cases} 0 & 0 < r < R_1 \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi r} & R_1 < r < R_2 \\ 0 & r > R_2 \end{cases}$ (3 分)

(2) 长为 l 的圆筒内储存的能量为: $\omega_m = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2}$

$$W_m = \int \omega_m dV = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2} \cdot 2\pi r l dr = \frac{\mu_0 I^2 l}{4\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad (4 \text{ 分})$$

(3) 长为 l 的一段电缆的自感 $W_m = \frac{1}{2} L I^2$, $L = \frac{2W_m}{I^2} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1}$ (3 分)

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.3——自感与互感、9.4——磁场的能量

四、(10 分)、【解析】

(1) 玻璃劈尖干涉明条纹条件为: $2ne + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$; 而明条纹间距: $\Delta e = \frac{\lambda}{2n}$;
 故玻璃劈尖的上表面所形成的干涉明条纹总数目:



$$N = \frac{h}{\Delta e} = \frac{2nh}{\lambda} = \frac{2 \times 1.5 \times 0.01 \times 10^{-2}}{500 \times 10^{-9}} = 600 (\text{条}) \quad (5 \text{ 分})$$

(2) 空气折射率 $n_{\text{空}} = 1$, 空气劈尖干涉明条纹条件为: $2e + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$;

而明条纹间距: $\Delta e_{\text{空}} = \frac{\lambda}{2}$;

故空气劈尖的上表面所形成的干涉明条纹总数目:

$$N_{\text{空}} = \frac{h}{\Delta e_{\text{空}}} = \frac{2h}{\lambda} = \frac{2 \times 0.01 \times 10^{-2}}{500 \times 10^{-9}} = 400 (\text{条}) \quad (5 \text{ 分})$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2——分振幅干涉
五、(10 分)、【解析】

$$(1) \text{光栅常数: } d = a + b = \frac{1}{N} = \frac{1}{250} \text{ mm} = 4000 \text{ nm}; \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 由光栅方程: $(a + b)\sin\varphi = k\lambda$, 且: $|\varphi| < 90^\circ$, 则有

$$k = \frac{a+b}{\lambda} \sin\varphi < \frac{a+b}{\lambda} = \frac{5000}{500} = 10, \quad k_m = 9, \quad (2 \text{ 分})$$

$$b = 2a, \quad \frac{a+b}{a} = 3, \quad k = \pm 3, \pm 6, \pm 9 \text{ 为缺级}, \quad (1 \text{ 分})$$

屏上可能观察到的明条纹级数: $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 4, \pm 5, \pm 7, \pm 8$, 共 13 条 (1 分)

$$(3) \text{由光栅方程: } (a + b)\sin\varphi = k\lambda, \text{ 有 } (a + b)\sin\varphi_2 = 2\lambda; \quad \sin\varphi_2 = \frac{2\lambda}{a+b} = 0.2 \quad (3 \text{ 分})$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4——衍射光栅
六、(10 分)、【解析】

$$(1) \begin{cases} p = mv \\ E = mc^2 \end{cases}, \text{ 则: } \frac{p}{E} = \frac{v}{c^2}, \text{ 故有: } v = \frac{p}{E} c^2 = 0.6c; \quad (3 \text{ 分})$$

$$(2) \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{5}{4}; \quad E_k = E - E_0 = E \left(1 - \frac{E_0}{E} \right) = E \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right) = 0.2E = 2 \text{ MeV} \quad (3 \text{ 分})$$

$$(3) \lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{6 \text{ MeV} / c} = 2.07 \times 10^{-13} \text{ m}; \quad (3 \text{ 分})$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3——光的波粒二象性
七、(10 分) 【解析】

(1) 当金属棒作切割磁力线运动时所产生的感生电动势 ε 为

$$\varepsilon = \int d\varepsilon = \int B v dl = \int_0^L B \omega l dl = \frac{1}{2} B \omega L^2$$

$$\text{金属棒中的电流 } I \text{ 为 } I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B \omega}{2R} L^2$$

金属棒所受的磁力大小为 $F = BIL = \frac{B^2 \omega}{2R} L^3$; 其方向与旋转方向相反。

根据刚体的转动定理可得 $F \frac{L}{2} \omega dt = -I \omega d\omega$, 式中 $I = \frac{1}{3} mL^2$, 为金属棒转动惯量。

$$\text{将 } F \text{ 及 } I \text{ 值代入得 } \frac{B^2 \omega}{2R} L^3 \frac{L}{2} \omega dt = -\frac{1}{3} mL^2 \omega d\omega, \text{ 整理得 } \frac{d\omega}{\omega} = -\frac{3}{4} \frac{B^2 L^2}{mR} dt$$

$$\text{积分得 } \ln \frac{\omega}{\omega_0} = -\frac{3}{4} \frac{B^2 L^2}{mR} t, \quad \omega = \omega_0 e^{-\frac{3}{4} \frac{B^2 L^2}{mR} t} \quad (6 \text{ 分})$$



(2) 根据角速度的定义可得 $d\theta = \omega dt = \omega_0 e^{-\frac{3B^2 L^2}{4mR}t} dt$

积分得 $\int_0^\theta d\theta = \int_0^t \omega_0 e^{-\frac{3B^2 L^2}{4mR}t} dt$, $\theta = -\omega_0 \frac{4}{3} \frac{mR}{B^2 L^2} \left(e^{-\frac{3B^2 L^2}{4mR}t} - 1 \right)$

故金属棒最后停下来时, 绕中心转过的角度为 $\theta_0 = \lim_{t \rightarrow \infty} \theta = \frac{4mR\omega_0}{3B^2 L^2}$ (4 分)

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.1——法拉第电磁感应定律



2014-2015 学年第一学期期末考试 A 卷

一、选择题(20 分, 每题 2 分, 共 10 题)

1、一长直电流垂直纸面流出, 积分回路如图 1, 则 ()

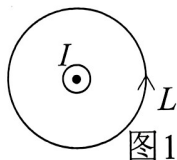


图 1

A、 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$; $\because L$ 包围电流 I

B、 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$; $\because \vec{B} \perp d\vec{l}$

C、 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = -\mu_0 I$; $\because L$ 包围电流 $-I$

D、 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, $\because \vec{B} = 0$

2、涡旋电场不可以实现的是 ()

A、让带电粒子作直线加速运动

B、改变带电粒子的动量

C、对带电粒子做功

D、增加带电粒子的动能

3、反映电磁场基本性质的方程 $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_i I_i + \frac{d\Phi_D}{dt}$, 其含义是 ()

A、电荷总伴随有电场

B、变化的磁场产生感生电场

C、除传导电流产生磁场外, 变化电场等效于电流 (位移电流) 也产生磁场

D、磁感应线是无头无尾的 (或磁场是无源有旋场)

4、长为 l , 半径为 R , 线圈总匝数为 N , 自感系数为 L_0 长直密绕螺线管, 若线圈总匝数加倍, 则线圈的自感系数变为 ()

A、 $4L_0$

B、 $2L_0$

C、 L_0

D、 $\frac{1}{2}L_0$

5、在杨氏双缝干涉实验中, 若光源的波长 λ 由小变大, 则干涉条纹间距: ()

A、不变

B、增大

C、减小

D、无法确定

6、在单缝夫朗和费衍射实验中, 对于给定的入射单色光, 当缝的宽度 a 变小时, 则中央明纹的宽度: ()

A、不变

B、增大

C、减小

D、不能确定



7、自然光以某入射角 i ($i \neq \arctg(n)$) 由空气入射到一玻璃表面上 (玻璃的折射率为 n)，其反射光和折射光的偏振程度为： ()

- A、反射光为偏振光，折射光为部分偏振光
B、反射光为部分偏振光，折射光为偏振光
C、反射光和折射光都为部分偏振光
D、反射光和折射光都为偏振光

8、两静止质量不同的粒子，若其动量相同，则这两粒子的 ()

- A、德布罗意波长相同 B、总能量相同 C、速度相同 D、动能相同

9、能量为 5.0eV 的光子入射到某金属表面，测得光电子的最大初动能是 1.5eV ，为了使该金属能产生光电效应，则入射光子的最低能量为 ()

- A、 1.5eV B、 2.5eV C、 3.5eV D、 5.0eV

10、设某微观粒子的总能量是它的静止能量的 k 倍，则其运动速度的大小为 ()

- A、 $\frac{c}{k}\sqrt{k^2-1}$ B、 $\frac{c}{k}\sqrt{1-k^2}$ C、 $\frac{c}{k-1}$ D、 $\frac{c}{k+1}\sqrt{k(k+2)}$

二、填空题(30 分，每题 2 分，共 15 题)

1、一无限长直导线通电流 I ，弯成如图 2 所示形状，圆心 O 点处磁感应强度的大小为 (1)，方向为 (2)。

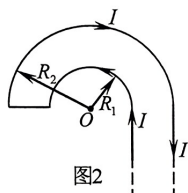


图2

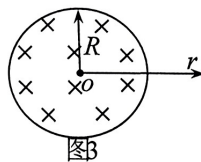


图3

2、在一个半径为 R 的圆柱形空间内，有一均匀分布的磁场 B (如图 3)，且随时间变化 ($dB/dt > 0$)，在圆柱形空间内的感生电场强度 $E_k = \underline{(3)}$ ，圆柱形空间外的感生电场强度 $E_k = \underline{(4)}$ 。

3、在双缝装置中，用一块薄云母片盖住其中的一条缝，已知云母片的折射率为 1.58 ，发现第七条明纹极大恰好位于原中央零级明纹处，若入射光波长为 500nm ，则云母片的厚度为 (5)。

4、焦距为 f 的透镜放在一个直径为 D 的圆孔后，用波长为 λ 平行单色光垂直照射圆孔，则其最小分辨角为 (6)；在焦平面上爱里斑半径为 (7)。

5、一束强度为 I_0 的自然光垂直入射于两块平行放置的偏振片，则通过第一个偏振片后的光强为 (8)；若通过第二个偏振片后的光强为 $\frac{I_0}{4}$ ，则两偏振片的偏振化方向之间的夹角为 (9)。

6、地球表面到太阳中心的距离为 R ，太阳的直径为 D ，地球表面上与太阳光线垂直的单位面积上单位时间内接收到太阳的辐射能为 W ，太阳可看作黑体，则太阳的表面温度 $T = \underline{(10)}$ ，其最大单色辐出度对应的波长 $\lambda_m = \underline{(11)}$ 。

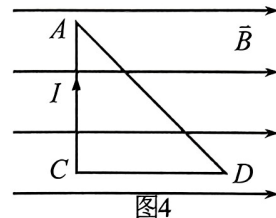


7、电子和光子的波长均为 λ ，则光子的总能量为(12)，电子的总能量为(13)（考虑相对论效应）。

8、海森堡不确定关系是微观粒子具有(14)性质的必然结果，对能量时间的不确定关系式为(15)。

三、计算题（50 分，每题 10 分，共 5 题）

1. 如图 4 所示，一直角边长为 a 的等腰直角三角形线圈 ACD 内维持稳恒电流强度为 I ，放在均匀磁场中，线圈平面与磁场方向平行。



试求：（1）此线圈的磁矩的大小和方向；

（2）图示位置线圈所受的磁力矩大小和方向；

（3）AC 边固定，D 点绕 AC 边向纸外转 $\frac{\pi}{2}$ ，磁力做的功。

2. 两块长 10cm 标准平板玻璃片，一端接触，另一端被直径为 0.03cm 的金属丝所分开。用 $\lambda = 600nm$ 的光垂直照射到平玻片上，

试求：（1）玻璃片上出现的明纹数；

（2）相邻的两暗纹之间的距离。



3. 波长为 600nm 的单色光垂直入射在一光栅上, 第二级明纹出现在 $\sin \varphi_2 = 0.20$ 处, 第四级为第一个缺级。

试求: (1) 光栅上相邻两缝的距离是多少?

(2) 狭缝可能的最小宽度是多少?

(3) 屏上可能观察到的全部明纹数目是多少?



4. 静电子经加速电压 $5.1 \times 10^5 \text{V}$ 的静电加速器加速后,

试求: (1) 电子的总能;

(2) 电子的总质量与静质量之比;

(3) 电子的运动速度和相应的物质波波长。



5. 一导体框架与一通电电流为 I 的无限长直导线共面, 今有一长 l 的导体棒 ab 可沿金属框架滑动, 如图 5。

试求: (1) 若直导线电流 $I=kt$, 并且导体棒 ab 又以匀速率 v 从框架边缘开始向右运动时, 在 t 时刻导体回路内的感应电动势;

(2) 在 t 时刻二者的互感系数。

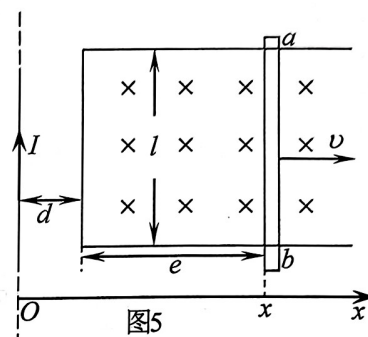


图5



2014-2015 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案

一、 选择题(20 分, 每题 2 分, 共 10 题)

1、【正解】A

【解析】本题考察安培环路定理公式。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.2 第二点”——安培环路定理

2、【正解】A

【解析】涡旋电场不存在一条直线路径, 使得电场线是直线。

3、【正解】C

【解析】考察全电流定律公式

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.5 第二点”——全电流定理

4、【正解】A

【解析】线圈总匝数加倍, 长度保持不变, 则通以单位电流时线圈内的磁感应强度加倍, 磁通量等于磁感应强度乘以面积乘以匝数, 所以磁感应强度变为 4 倍, 则自感系数变为 4 倍。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.3 第一点”——自感应、自感

5、【正解】B

【解析】 $x = \pm k \frac{D\lambda}{d}, k = 0, 1, 2, \dots$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.2 第二点”——分波阵面干涉

6、【正解】B

【解析】 $\Delta\theta_0 = \frac{\lambda}{a}$, a 减小, 则 $\Delta\theta_0$ 增大

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.3 第二点”——单缝的夫琅禾费衍射

7、【正解】C

【解析】考察反射和折射时光的偏振。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.4 第一点”——光的偏振状态

8、【正解】A

【解析】 $p = \frac{h}{\lambda}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.3 第三点”——光的波粒二象性

9、【正解】C

【解析】光子给电子提供逸出功和初始动能, 入射光子的最低能量为逸出功。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.3 第二点”——光电效应方程

10、【正解】A

【解析】 $mc^2 = m_0c^2, m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六“§6.4 第二点”——质量和能量的关系

二、 填空题(30 分, 每题 2 分, 共 15 题)

1、【正解】 $\frac{\mu_0 I}{4\pi R_1} + \frac{\mu_0 I}{4R_1} - \frac{\mu_0 I}{4R_2} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R_2}$ 方向垂直纸面向外

【解析】考察毕奥萨伐尔定律得出的两个特殊磁场的计算公式, 无限长直导线外一点的磁感应强度

 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$, 圆形导线圆心处的磁感应强度为 $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.1 第一点”——毕奥-萨伐尔定律



2、【正解】 $\frac{rdB}{2dt} \quad \frac{R^2 dB}{2r dt}$

【解析】 $E_k = \begin{cases} -\frac{\pi r^2 \frac{dB}{dt}}{2\pi r} = -\frac{rdB}{2dt} & (r < R) \\ -\frac{\pi R^2 \frac{dB}{dt}}{2\pi r} = -\frac{R^2 dB}{2r dt} & (r > R) \end{cases}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.2 第二点”——感生电动势和感应电场

3、【正解】 $6.035 \mu m$

【解析】设云母片厚 h , $1.58h - h = 7\lambda$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.3 第三点”——双缝衍射和干涉

4、【正解】 $1.22 \frac{\lambda}{D} \quad 1.22 \frac{\lambda}{D} f$

【解析】考察圆孔衍射的基本概念和公式。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.3 第五点”——光学仪器的分辨率—布喇格公式

5、【正解】 $\frac{I_0}{2} \quad \frac{\pi}{4}$

【解析】自然光通过一个偏振片后光强变为一半, 根据马吕斯定则 $\frac{I_0}{4} = \frac{I_0}{2} \cos^2 \theta$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.4 第二点”——起偏与检偏、马吕斯定律

6、【正解】 $\sqrt[4]{\frac{4R^2 W}{D^2}} \quad b \sqrt[4]{\frac{D^2}{4R^2 W}}$

【解析】太阳的辐出度 $M = \frac{4\pi R^2 W}{4\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2}$, 根据斯特藩-波尔兹曼定律, $M = \sigma T^4$, σ 为常数, 则

$T = \sqrt[4]{\frac{M}{\sigma}}$; 根据维恩位移定律, $T\lambda_m = b$ 可得最大单色辐出度波长。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.1 第二点”——黑体辐射定律

7、【正解】 $\frac{hc}{\lambda} \quad \frac{hc^2}{\lambda \sqrt{\left(\frac{m_0 \lambda}{h}\right)^2 + \frac{1}{c^2}}}$

【解析】光子的能量为基本公式, 电子的能量先根据 $\frac{h}{\lambda} = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$ 求出 v , 再根据 $E = \frac{hc^2}{\lambda v}$

求总能量

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.3 第三点”——光的波粒二象性

8、【正解】波粒二象 $\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$

【解析】考察不确定关系的基本概念

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.6 第二点”——不确定关系

三、 计算题 (50 分, 每题 10 分, 共 5 题)

1、【解析】(1) $m = SI = \frac{a^2 I}{2}$, 方向垂直纸面向内。

(2) $\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B} = \frac{a^2 IB}{2} \vec{e}$ 方向向下。



$$(3) A = I\Delta\Phi = I\left(\frac{1}{2}a^2B - 0\right) = IB\frac{a^2}{2}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.3 第三点”——均匀磁场作用于载流线圈上的磁力矩

2、【解析】(1) $2d + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$, 带入 $\lambda = 600nm$, $d = 0.03cm$, $k = 10^5 + 0.5$, 所以明纹数为 10^3 .

$$(2) 2d_k + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, \quad 2d_{k+1} + \frac{\lambda}{2} = (2k+3)\frac{\lambda}{2}, \quad d_{k+1} - d_k = \frac{\lambda}{2} = 300nm$$

$$\Delta x = \frac{10}{0.03} \times 300 = 0.1mm$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.2 第四点”——干涉现象的应用

3、【解析】(1) $0.2d = 2\lambda$, $d = 10\lambda = 6000nm$

$$(2) \text{由于第四级缺级 } 4 = \frac{d}{a}, \quad a = \frac{d}{4} = 1500nm$$

$$(3) k_m < \frac{d \sin 90^\circ}{\lambda} = 10, \text{能观察的明纹级数为 } 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9, \text{共 } 15 \text{ 条}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.3 第四点”——衍射光栅

4、【解析】(1) $E = m_0c^2 + eU = 1.635 \times 10^{-13} J$

$$(2) \frac{m}{m_0} = \frac{E/c^2}{m_0} = 1.9963$$

$$(3) \text{根据 } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}, \text{ 可得 } v = 2.5968 \times 10^8 m/s$$

$$\text{根据 } mv = \frac{h}{\lambda}, \text{ 可得 } \lambda = 1.4pm$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.3 第三点”——光的波粒二象性

$$5、【解析】(1) \Phi = \int_a^{d+vt} \frac{\mu_0 I}{2\pi x} l dx = \frac{\mu_0 Il}{2\pi} \ln \frac{d+vt}{d}$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 Ilv}{2\pi(d+vt)}$$

$$(2) M = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{d+vt}{d}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.3 第二点”——互感应、互感



2013-2014 学年第一学期期末考试 A 卷

一、选择题(20 分, 每题 5 分, 共 4 题)

1. 以下方程中能够说明磁场是无源场的是 ()

A、 $\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$ B、 $\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$ C、 $\oint_L \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I$ D、 $\oint_L \vec{E} d\vec{l} = - \oint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$

2. 下列说法哪个是正确的 ()

A、导体在磁场中以一定速度运动时, 必定产生感生电动势

B、感生电场的电力线不是闭合曲线

C、感生电场是保守力场

D、感生电场是非保守力场, 感生电场力沿任一闭合路径所做的功可能不等于零

3. 在图 1A、和 B、中各有一半径相同的圆形回路 L_1, L_2 , 圆周内有电流 I_1, I_2 , 其分布相同, 且均在真空中, 但在图 1B、中 L_2 回路外还有电流 I_3 , P_1, P_2 为两圆形回路上的对应点, 则()

A、 $\oint_{L_1} \vec{B} d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} d\vec{l}$, $B_{P_1} = B_{P_2}$

B、 $\oint_{L_1} \vec{B} d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} d\vec{l}$, $B_{P_1} = B_{P_2}$

C、 $\oint_{L_1} \vec{B} d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} d\vec{l}$, $B_{P_1} \neq B_{P_2}$

D、 $\oint_{L_1} \vec{B} d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} d\vec{l}$, $B_{P_1} \neq B_{P_2}$

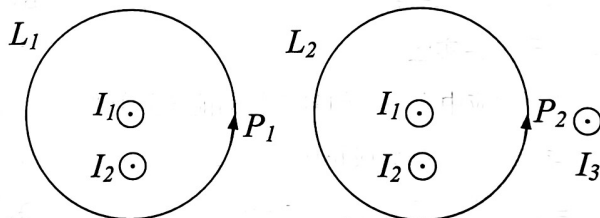


图1

4. 取自感系数的定义式为 $L = \frac{\Phi}{I}$, 当线圈的几何形状不变, 周围无铁磁性物质时, 若线圈中的电流

强度变小, 则自感系数 L

A、变大, 与电流成反比关系

B、变小

C、不变

D、变大, 但与电流不成反比关系

5. 若一束自然光以布儒斯特角入射到某介质面上, 则折射光为

A、只有垂直振动的线偏振光

B、只有平行振动的线偏振光

C、平行振动多于垂直振动的部分偏振光

D、垂直振动多于平行振动的部分偏振光



()

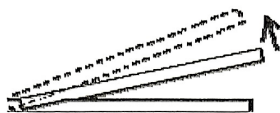


图2

- 7、在光栅衍射现象中，屏幕上出现的衍射图样是

(

- A、光栅中各单缝衍射图样的叠加
- B、光栅中缝间干涉的结果
- C、由 a 和 b 之间的关系决定，当 $a > b$ 时，由单缝衍射图样决定；当 $a < b$ 时，由各缝之间干涉决定
- D、各单缝衍射基础上的各缝之间产生干涉的总结果

- 8、直接证实物质波存在的实验是

(

- A、康普顿效应实验 B、光电效应实验
C、量子围栏实验 D、卢瑟福实验

- 9、光电效应中光电子的最大初动能与入射光的关系是

(

- A、与入射光的频率成正比
B、与入射光的强度成正比
C、与入射光的频率成线性关系
D、与入射光的强度成线性关系

- 10、在一个惯性系中不同地点、相同时刻发生的两个事件，在其他惯性系中的观察者看来，这两个事件 ()

()

- A、一定是同时发生的
B、不一定是同时发生的
C、一定不是同时发生的
D、无法确定

二、填空题(20 分, 每题 5 分, 共 4 题)

1. 一无限长直导线通电流 I ，弯成如图 3 所示形状，圆心 O 点处磁感应强度的大小为_____，方向为_____。

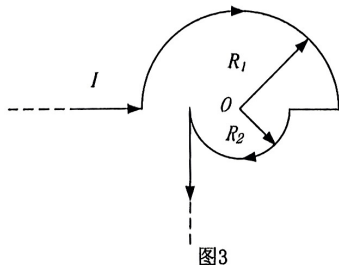
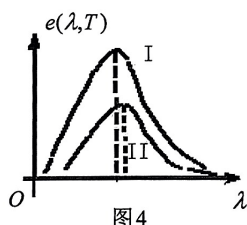


图3



2. 半径为 R , 长为 $l(R \ll l)$, 匝数为 N 的均匀密绕长直螺线管, 则其自感系数为 _____; 如果给螺线管通以电流 I , 则螺线管内的磁感应强度大小为 _____, 螺线管内储存的磁场能量为 _____。
3. 在迈克尔逊干涉仪的一条光路中, 放入一折射率为 n , 厚度为 d 的透明介质薄膜, 则放入薄膜后, 这条光路的光程改变了 (6)。
4. 一束波长为 λ 的单色平行光垂直照射在一单缝上, 缝宽为 a , 缝后紧挨着的薄透镜焦距为 f 。则中央明纹的宽度为 (7), 第一级与第二级暗纹之间距离= (8)。
5. 已知光从空气射向某介质, 且入射角为 60° 时, 反射光为完全偏振光, 则该介质的折射率为 (9); 一束强度为 I_0 的自然光垂直入射于两块平行放置且透光轴方向夹角为 60° 的偏振片, 则出射光强度为 (10)。
6. 图4 中给出了某黑体在两种温度下的热辐射曲线, 根据 (11) 定律, 可知曲线 (12) 的温度较高。



7. 静质量为 m_0 , 半径为 R 的圆盘, 若沿其一直径方向以 速度 $0.6c$ (c 为真空光速)相对地面运动, 则地面上测得其运动质量为 (13), 面积为 (14)。
8. 若一个光子的能量等于一个电子的静能, 则该光子的波长约为 (15) nm 。



三、计算题 (50 分, 每题 10 分, 共 5 题)

1. 一半径为 R 的圆形闭合线圈共有 N 匝, 每匝载有电流 I , 放在均匀磁场中, 磁场方向与线圈平面平行, 大小为 B , 如图 5。

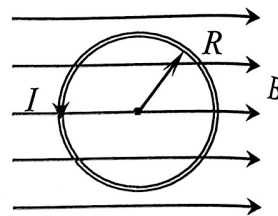


图5

试求: (1) 线圈磁矩的大小和方向;

(2) 线圈所受磁力矩大小和方向;

(3) 在磁力作用下, 线圈平面绕过 O 点的竖直轴转过 90° , 磁力矩做功。

2. 在牛顿环实验中, 当用波长为 589.3nm 的钠黄光垂直照射时, 测得第一级和第四级暗环的距离为 $\Delta r = 4.0 \times 10^{-3}\text{m}$, 当用波长未知的单色光垂直照射时, 测得第一级和第四级暗环的距离为 $\Delta r' = 3.85 \times 10^{-3}\text{m}$,

试求: (1) 平凸透镜凸面的曲率半径;

(2) 该单色光的波长。



3. 波长 $\lambda=500nm$ 的单色平行光垂直入射到每厘米有 2000 条刻痕的光栅上, 光栅的刻痕宽度是透光宽度的 2 倍, 光栅后面用焦距为 1m 的透镜在焦平面上观察光栅衍射条纹。

试求: (1) 光栅常数;

(2) 屏上可能观察到的明条纹级数和条数;

(3) 第一级主极大明纹的衍射角 (用弧度表示);

(4) 第一级主极大明纹和第二级主极大明纹之间的距离。

4. 静电子经加速电压 $5.1 \times 10^5 V$ 的静电加速器加速后,

试求: (1) 电子的总能;

(2) 电子的总质量与静质量之比;

(3) 电子的运动速度和相应的物质波波长。



5. 边长为 a 的正方形线圈，在磁感应强度为 B 的均匀磁场中绕轴转动。已知线圈铜线的截面积 S ，共 N 匝，电阻率为 ρ ，线圈转速为 ω ，转轴与磁场方向垂直（如图 6）。

- 试求：（1）线圈由图示的位置（即线圈平面与磁场垂直）转过 30° 时，线圈的感应电动势；
（2）线圈转动时的最大电动势及该时刻线圈的位置；
（3）线圈由图示的位置开始转过 1s 时，线圈内的感应电动势；
（4）线圈转过 180° 时，通过线圈任一截面的感应电荷。

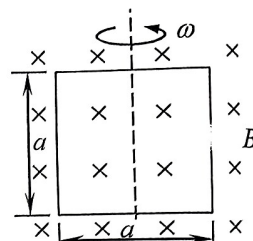


图6



2013-2014 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案

一、选择题(20 分, 每题 5 分, 共 4 题)

1、【正解】B

【解析】磁感应强度的通量为 0, 说明磁场是无源场。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.2 第一点”——磁通量、高斯定理

2、【正解】D

【解析】A 的反例: 当导体运动方向和磁场平行时, 不产生感生电动势; B、C, 感生电场电力线是闭合曲线, 所以感生电场也不是保守场。D 正确。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.2 第二点”——感生电动势和感应电场

3、【正解】C

【解析】由安培环路定理可知, 两个路径的磁感应强度的环量是相等的, 与闭合面外的电流无关, 但某一点的磁感应强度由所有空间中存在的电流产生。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.2 第二点”——安培环路定理

4、【正解】C

【解析】不存在铁磁性物质时, 回路自感的大小仅与回路本身的几何结构及周围介质分布等因素有关, 而和回路中的电流无关。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.3 第一点”——自感应、自感

5、【正解】C

【解析】布儒斯特角的基本概念。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.4 第三点”——反射光和折射光的偏振、布儒斯特定律

6、【正解】A

【解析】 $d_{k+1} - d_k = \frac{\lambda}{2} = \Delta x \tan \theta$, $\Delta x = \frac{\lambda}{2 \tan \theta}$, 所以夹角越大, 条纹间距越小。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.2 第四点”——干涉现象的应用

7、【正解】D

【解析】衍射图样是各单缝产生的衍射光的相干叠加的结果, 光栅衍射条纹是受到单缝衍射的多缝干涉。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.3 第四点”——衍射光栅

8、【正解】C

【解析】光电效应和康普顿效应都表明光具有粒子性; 卢瑟福实验也叫 α 粒子的散射实验, 该实验确立了原子的核式模型, 量子围栏实验直接验证物质波。

9、【正解】C

【解析】 $h\nu = W_0 + E_k$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.3 第二点”——光电效应方程

10、【正解】C

【解析】根洛伦兹变换 $\Delta t' = \frac{\Delta t - \frac{v}{c^2} \Delta x}{\sqrt{1 - \beta^2}}$, $\Delta t = 0, \Delta x \neq 0$ 所以 $\Delta t' \neq 0$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六“§6.1 第二点”——洛伦兹变换

二、填空题(20 分, 每题 5 分, 共 4 题)

1、【正解】 $B = \frac{\mu_0 I}{4R_1} + \frac{\mu_0 I}{4R_2} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R_2}$ 方向垂直纸面向下

【解析】左侧的无限长直导线和右侧连接两个半圆的导线延长线和 O 在同一条直线上, 所以在 O 点不产生磁场, 所以将两个半圆和向下的无限长直导线在 O 产生的磁场相加即可得到 O 点的



$$\text{磁感应强度 } B = \frac{\mu_0 I}{4R_1} + \frac{\mu_0 I}{4R_2} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R_2}.$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.2 第三点”——安培环路定理的应用

2、【正解】 $\frac{\mu_0 \pi R^2 N}{l} \quad \frac{\mu_0 NI}{l} \quad \frac{\mu_0 N^2 I^2}{2l^2}$

【解析】 $\Phi_m = LI, BS = \mu_0 \frac{N}{l} I \pi R^2, L = \mu_0 \frac{N}{l} \pi R^2$, 若给螺线管通电 $B = \mu_0 \frac{N}{l} I$, 存储的磁能为

$$\omega_m = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{\mu_0 N^2 I^2}{2l^2}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.4 第二点”——磁场的能量

3、【正解】 $2(n-1)d$

【解析】因为原来光在空气中走,碰到平面镜后,要再次经过这个地方,来回走两次,所以原来光程是 $2d$,现在这个地方折射率变成了 n ,同样道理,现在走的光程是 $2nd$,两个相减,光程改变量就是 $2(n-1)d$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.2 第四点”——干涉现象的应用

4、【正解】 $\frac{2f\lambda}{a} \quad \frac{f\lambda}{a}$

【解析】 $d = 2f \tan \Delta\theta_0 = 2f \sin \Delta\theta_0 = 2f\lambda/a$;

$$\Delta d = f \tan \theta_2 - f \tan \theta_1 \approx f(\sin \theta_2 - \sin \theta_1) = f\left(\frac{2\lambda}{a} - \frac{\lambda}{a}\right) = \frac{f\lambda}{a}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.3 第二点”——单缝的夫琅禾费衍射

5、【正解】 $1.732 \quad \frac{I_0}{8}$

【解析】 $\tan 60^\circ = \frac{n_2}{n_1} = n_2 = 1.732$; 透过第一个偏振片的光强为 $\frac{I_0}{2}$, 根据马吕斯定则, 透过第

二个偏振片的光强为: $I_2 = I_1 \cos^2 60^\circ = \frac{I_0}{8}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.4 第二点”——起偏与检偏、马吕斯定律

6、【正解】 斯特藩-波尔兹曼定律 (或维恩位移定律) I

【解析】根据斯特藩-波尔兹曼定律, 黑体的总辐出度随温度的增高而迅速增加。根据维恩位移定律, 峰值波长随温度的增高, 向短波方向移动。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.1 第二点”——黑体辐射定律

7、【正解】 $\frac{5}{4}m_0 \quad 0.8\pi R^2$

【解析】 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$; 从地面看其直径方向缩短 $\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = 0.8$ 倍则, 圆盘的面积缩小

0.8 倍。

【考点延伸】《考试宝典》知识点六“§6.3 第二点”——时间延缓、长度收缩

8、【正解】 2.427×10^{-3}

【解析】 $\frac{hc}{\lambda} = m_0 c^2 \Rightarrow \lambda = \frac{h}{m_0 c}$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.3 第三点”——光的波粒二象性

三、 计算题 (30 分, 每题 5 分, 共 6 题)

1、【解析】(1) 线圈的磁矩: $\vec{m} = NI\vec{S} = \pi R^2 NI \vec{e}$, 大小为 $\pi R^2 NI$, 方向垂直纸面向外。



(2) $\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B} = \pi R^2 NIB \vec{e}_z$, 大小为 $\pi R^2 NIB$, 方向向上。

(3) 磁力矩做功: $W = I\Delta\Phi = IN(\pi R^2 B - 0) = \pi R^2 INB$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.3 第三点”——均匀磁场作用于载流线圈上的磁力矩

2、【解析】(1) 对于暗环有: $2d + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$, 对于牛顿环: $d = \frac{r^2}{2R}$, 可得 $r = \sqrt{kR\lambda}$,

$$\sqrt{4 \times 589.3 \times 10^{-9} \times R} - \sqrt{589.3 \times 10^{-9} \times R} = 4 \times 10^{-3}$$

解得: $R = 27.15m$

(2) $\sqrt{4\lambda R} - \sqrt{\lambda R} = \delta r'$, 解得 $\lambda = 545.95nm$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.2 第四点”——干涉现象的应用

3、【解析】(1) $d = \frac{0.01}{2000} = 5 \times 10^{-6}m$

(2) $\frac{a+b}{a} = 3$, 所以缺级的级数是 3 级, 能观察到的明条纹为中央明纹, 一级明纹, 二级明纹, 共 5 条。

(3) $d \sin \theta = \lambda \Rightarrow \theta = \arcsin \frac{\lambda}{d} = \arcsin \frac{500}{5000} = 0.100167rad$

(4) $\Delta x = f \tan \theta_2 - f \tan \theta_1 = f \left(\frac{2\lambda}{d} - \frac{\lambda}{d} \right) = 0.1m$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.3 第四点”——衍射光栅

4、【解析】(1) $E = m_0 c^2 + eU = 1.635 \times 10^{-13}J$

(2) $\frac{m}{m_0} = \frac{E/c^2}{m_0} = 1.9963$

(3) 根据 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$, 可得 $v = 2.5968 \times 10^8 m/s$

根据 $mv = \frac{h}{\lambda}$, 可得 $\lambda = 1.4pm$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.4 第二点”——康普顿的理论解释

5、【解析】(1) $E = -\frac{d\Phi}{dt} = -NB \frac{da^2 \cos \omega t}{dt} = N Ba^2 \sin \omega t$

当转过 30° 时, $\omega t = \frac{\pi}{6}$, 则感应电动势为: $E = \frac{N Ba^2}{2}$

(2) 当 $\omega t = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \dots, k\pi + \frac{\pi}{2}$ 时, 电动势最大: $E_{\max} = \pm N Ba^2$, 此时线圈与磁感线平行。

(3) $E|_{t=1} = N Ba^2 \sin \omega$

(4) $q = \int_0^{\frac{\pi}{\omega}} \frac{E}{\rho 4a/S} dt = \int_0^{\frac{\pi}{\omega}} \frac{N Ba^2 \sin \omega t}{\rho 4a/S} dt = \frac{N BaS}{2\rho}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.2 第一点”——动生电动势



2013-2014 学年第一学期期末考试 B 卷

一、选择题 (每题 2 分, 共 20 分)

- 1、在无限长载流直导线附近作一球形闭合曲面 S , 曲面 S 向长直导线靠近时, 穿过曲面 S 的磁通量 Φ 和面上各点的磁感应强度大小 B 将如何变化 ()
- A、 Φ 增大, B 也增大
B、 Φ 不变, B 也不变
C、 Φ 增大, B 不变
D、 Φ 不变, B 增大
- 2、洛伦兹力可以 () .
- A、改变带电粒子的速率
B、改变带电粒子的动量
C、对带电粒子作功
D、增加带电粒子的动能
- 3、一载有电流 I 的细导线分别均匀密绕在半径为 R 和 r 的长直圆筒上形成两个螺线管 ($R=2r$), 两螺线管单位长度上的匝数相等。两螺线管中的磁感应强度大小 B_R 和 B_r 应满足 ()
- A、 $B_R=2B_r$ B、 $B_R=B_r$ C、 $2B_R=B_r$ D、 $B_R=4B_r$
- 4、若用条形磁铁竖直插入不闭合金属圆环, 则金属环中 ()
- A、产生感应电动势, 也产生感应电流
B、产生感应电动势, 不产生感应电流
C、不产生感应电动势, 也不产生感应电流
D、不产生感应电动势, 产生感应电流
- 5、用白光光源进行双缝实验, 若用一个纯红色的滤光片遮盖一条缝, 用一个纯蓝色的滤光片遮盖另一条缝, 则 ()
- A、干涉条纹的宽度将发生变化
B、产生红光和蓝光的两套彩色干涉条纹
C、干涉条纹的亮度将发生变化
D、不产生干涉条纹
- 6、在单缝夫琅禾费衍射实验中, 对于给定的垂直入射的单色光, 当缝宽度变小时, 除中央明纹的中心位置不变外, 各级衍射条纹 ()
- A、对应衍射角度变小
B、对应衍射角度变大
C、对应衍射角度不变
D、光强不变
- 7、若一束自然光以布儒斯特角入射到某介质面上, 则反射光为 ()
- A、只有垂直振动的线偏振光
B、只有平行振动的线偏振光
C、平行振动多于垂直振动的部分偏振光
D、垂直振动多于平行振动的部分偏振光



8、黑体辐射、光电效应和康普顿效应皆突出表明了光的 ()

- A、波动性 B、偏振性 C、单色性 D、粒子性

9、两不同质量的粒子，其德布罗意波长相同，则这两粒子的 ()

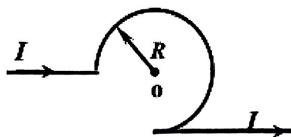
- A、动量相同 B、能量相同 C、速度相同 D、动能相同

10、两个惯性系 S 和 S' ，沿 $X(X')$ 轴方向相对运动，相对速度为 u 。设在 S' 系中某点先后发生的两个事件，用固定于该系的钟测出两事件的时间间隔为 τ_0 ，而用固定在 S 系的钟测出这两个事件的时间间隔为 τ ，又在 S' 系的 X' 轴上放置一固有长度为 l_0 的细杆，从 S 系测得此杆的长度为 l ，则 ()

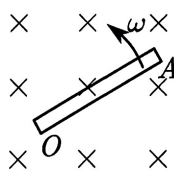
- A、 $\tau = \frac{\tau_0}{\gamma}$, $l = \gamma l_0$ B、 $\tau = \frac{\tau_0}{\gamma}$, $l = \frac{l_0}{\gamma}$ C、 $\tau = \gamma \tau_0$, $l = \gamma l_0$ D、 $\tau = \gamma \tau_0$, $l = \frac{l_0}{\gamma}$

二、填空题 (每空 2 分，共 30 分)

1、一载流导线弯成如图形状，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_____；方向为_____。



2、如图所示，一长为 L 的金属棒 OA 处在均匀的磁场 $\vec{B}$ 中绕其一端 O 以匀角速度 ω 旋转，则金属棒中产生的感应电动势大小为_____；方向为_____。



3、一通有电流 $I = kt$ ($k > 0$) 的长直螺线管长为 L ，截面积为 S ，密绕 N 匝线圈，则其自感系数为_____。

4、杨氏双缝实验中，已知双缝间距 $d = 0.3\text{mm}$ ，双缝与屏之间的距离 $D = 1.2\text{m}$ ，测得两个第 5 级暗纹的间隔为 22.78mm ，则入射单色光的波长为_____nm。

5、焦距为 f 的透镜放在一个直径为 D 的圆孔后，用波长为 λ 的平行单色光垂直照射圆孔，则最小分辨角为_____；在焦平面上艾里斑半径为_____。

6、一束波长为 $\lambda = 5000\text{\AA}$ 的平行光垂直照射在一个单缝上。如果所用单缝的宽度 $a = 0.5\text{mm}$ ，缝后紧挨着的薄透镜焦距 $f = 1\text{m}$ ，则其中央明纹宽度为_____。



7、一束强度为 I_0 的自然光垂直入射于两块平行放置且透光轴方向夹角为 60° 的偏振片上，则透射光强度为_____。

8、星球可看作绝对黑体，利用维恩位移定律，通过测量 λ_m 便可求得 T ，这是估测星球表面温度的方法之一。如果测得太阳 $\lambda_m = 0.55 \mu\text{m}$ ，则太阳的表面温度约为_____ K。

9、从铝中移出一个电子需要 4.2 eV 的能量，今有波长为 $2000 \text{ \AA}$ 的光照射到铝表面上，铝表面发射的光电子的最大动能为_____ eV；铝的红限波长为_____。

10、电子显微镜中的电子从静止开始通过电势差为 U 的静电场加速后，其德布罗意波长是 0.04 nm ，则 U 约为_____ V。

11、 S 系中一质量密度为 ρ 、边长为 l 的立方体，若使此立方体沿平行于一边的方向以速度 v 运动，则在 S 系中测得其质量密度为_____。

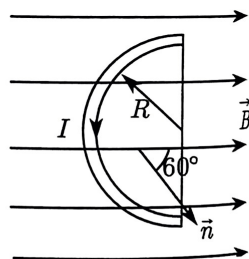
三、计算题（共 50 分）

1、（10 分）半径为 R 的半圆形闭合线圈共有 N 匝，通有电流 I ，线圈放在均匀外磁场 B 中， B 的方向与线圈的法向成 60° 角。

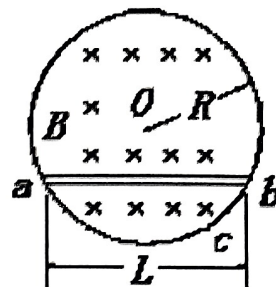
试求：（1）线圈磁矩的大小和方向；

（2）此时线圈所受的磁力矩；

（3）从该位置转到平衡位置时，磁力矩所作的功。



2、(10 分) 半径为 R 的圆柱形体积内, 充满磁感应强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场。有一长为 L 的金属棒放在磁场中, 设磁场在增强, 并且 $\frac{dB}{dt}$ 已知。试求: 棒中的感生电动势, 并指出哪端电势高。



3、(10 分) 在牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃之间充以某种液体, 观察到第 10 个明环的直径由充液体前的 14.8cm 改变成充液体后的 12.7cm. 求这种液体的折射率。



《大学物理 II》历年题

4、(10 分) 波长为 6000Å 的单色光垂直入射在一光栅上, 第二级明纹出现在 $\sin \varphi_2 = 0.20$ 处, 四级为第一个缺级。

试求: (1) 光栅上相邻两缝的距离是多少?

(2) 狭缝可能的最小宽度是多少?

(3) 屏上可能观察到的全部明纹数目是多少?

5、(10 分) 一具有 15eV 能量的光子, 它被氢原子中处于第一玻尔轨道的电子所吸收而形成一电子。

试问: (1) 该光电子远离质子时的速度为多少?

(2) 该光电子的德布罗意波长等于多少?



2013-2014 学年第一学期期末考试 B 卷参考答案

一、选择题 (每题 2 分, 共 20 分)

1、【正解】D

【解析】由于 S 为球形闭合曲面, 从而 Φ 恒为零。又因 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, 则随着 S 移近长导线, B 增大。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2——磁通量, 安培环路定理

2、【正解】B

【解析】洛伦兹力可以改变带电粒子的运动方向, 即改变带电粒子的动量; 洛伦兹力不对带电粒子做功, 不增加带电粒子的动能。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.3——磁场对运动电荷的作用

3、【正解】B

【解析】 $B = \mu n I$, 两螺线管单位长度上的匝数 n 相等, 则 $B_R = B_L$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2——安培环路定理的应用

4、【正解】B

【解析】条形磁铁插入不闭合金属圆环的过程中, 金属环切割磁感线, 产生感应电动势; 由于金属环不闭合, 故不产生感应电流。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.2——感应电动势

5、【正解】D

【解析】相干光必须满足相干条件: 光振动的频率相同, 振动方向相同, 相位相同或相位差保持恒定。按题意, 使用不同颜色滤光片后, 两束光的频率不同, 不满足相干条件中的光振动的频率相同, 所以不产生干涉条纹。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2——光的干涉

6、【正解】B

【解析】单缝衍射明纹的角位置满足: $a \sin \theta = \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2}$, 即 $\sin \theta = \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2a}$

($k=0, 1, 2, \dots$), 显然对于给定的入射单色光, 各级衍射条纹的衍射角随着缝宽度 a 变小而变大。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3——单缝的夫琅禾费衍射

7、【正解】A

【解析】当入射角为布儒斯特角时, 反射光只有垂直振动的线偏振光。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4——布儒斯特定律

8、【正解】D

【解析】黑体辐射、光电效应和康普顿效应皆突出表明了光的粒子性。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3——光的波粒二象性

9、【正解】A

【解析】由 $p = \frac{h}{\lambda}$ 可知, 当德布罗意波长相同时, 粒子的动量相同。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3——德布罗意波

10、【正解】D

【解析】在爱因斯坦的相对论中, 与静止时相比, 运动的钟变慢、运动的尺缩短、运动物体的质

量变大, $\tau_0 = \frac{\tau}{\gamma}$, $l_0 = l\gamma$, 即 $\tau = \gamma\tau_0$, $l = \frac{l_0}{\gamma}$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.3——狭义相对论的时空观



二、填空题 (每空 2 分, 共 30 分)

1、【正解】 $\frac{3\mu_0 I}{8R} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$; 垂直纸面向里

【解析】以垂直纸面向里为正方向, 则 $B = \frac{\mu_0 I}{2R} \cdot \frac{3}{4} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R} = \frac{3\mu_0 I}{8R} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R} > 0$, 所以方向垂直纸面向里。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2——安培环路定理的应用

2、【正解】 $\frac{1}{2}B\omega L^2$; $A \rightarrow O$

【解析】 $\varepsilon_i = BL \frac{\omega L}{2} = \frac{1}{2}B\omega L^2$, 由右手定则可判断感应电动势的方向为 $A \rightarrow O$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.2——感应电动势

3、【正解】 $\mu_0 \frac{N^2}{L} S$

【解析】 $B = \mu_0 \frac{N}{L} I$, $\Phi_m = BS = \mu_0 \frac{N}{L} IS$, $L = \frac{N\Phi_m}{I} = \mu_0 \frac{N^2}{L} S$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.3——自感

4、【正解】632.8

【解析】双缝干涉暗纹公式: $x_k = \pm (2k-1) \frac{D\lambda}{2d}$ ($k=1, 2, \dots$), 则两个第 5 级暗纹的间距

$$\Delta x = 2 \times (2 \times 5 - 1) \frac{D\lambda}{2d} = \frac{9D\lambda}{d}, \therefore \lambda = \frac{\Delta x d}{9D} = 632.8 \text{ nm}.$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3——双缝干涉

5、【正解】 $1.22 \frac{\lambda}{D}$; $1.22 \frac{\lambda}{D} f$

【解析】最小分辨角为 $\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$, 艾里斑半径为 $f \sin \theta \approx f\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D} f$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3——光学仪器的分辨率

6、【正解】2mm

【解析】 $\Delta x = \frac{2f\lambda}{a} = 2 \text{ mm}$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3——单缝的夫琅禾费衍射

7、【正解】 $\frac{I_0}{8}$

【解析】 $I = \frac{I_0}{2} \cos^2 60^\circ = \frac{I_0}{8}$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4——马吕斯定律

8、【正解】 5.3×10^3

【解析】 $\lambda_m T = b$, $\therefore T = \frac{b}{\lambda_m} = \frac{2.897 \times 10^{-3}}{0.55 \times 10^{-6}} = 5.3 \times 10^3 \text{ K}$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.1——黑体辐射定律

9、【正解】2.01; 296nm

【解析】 $\frac{1}{2}mv_m^2 = h\nu - A = h\frac{c}{\lambda} - A = 2.01 \text{ eV}$; $\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} = \frac{ch}{A} = 296 \text{ nm}$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3——光电效应

10、【正解】942



【解析】 $p = \frac{h}{\lambda}$, $eU = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$, $\therefore U = \frac{p^2}{2em} = \frac{h^2}{2em\lambda^2} \approx 942\text{V}$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3——德布罗意波

11、【正解】 $\frac{\rho}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

【解析】在 S 系中测得体积 $V' = l^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, 质量为 $m' = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\rho l^3}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, 则质量密度为

$$\rho' = \frac{m'}{V'} = \frac{\rho}{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.3——狭义相对论的时空观

三、计算题 (50 分)

1、【解析】(1) $m = NIS = NI \frac{\pi R^2}{2} = \frac{1}{2} NI \pi R^2$, 方向与 B 成 60° 角。

(2) $M = mB \sin 60^\circ = \frac{1}{2} NI \pi R^2 B \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} NIB \pi R^2$, 方向竖直向上。

(3) $A = I \Delta \Phi_m = I(\Phi_2 - \Phi_1) = I \left(NB \frac{\pi R^2}{2} - NB \frac{\pi R^2}{2} \cos 60^\circ \right) = \frac{1}{4} NIB \pi R^2$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.3——均匀磁场作用于载流线圈上的磁力矩

2、【解析】连接 Oa 、 Ob , 因为涡旋电场总是与圆柱截面垂直, 故 Oa 、 Ob 上的涡旋电场方向处处垂直于 Oa 、 Ob

$$\varepsilon_{Oa} = \varepsilon_{Ob} = \int \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

$$\varepsilon_{Oab} = \varepsilon_{ab} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{dB}{dt} S = - \frac{L}{2} \sqrt{R^2 - \frac{L^2}{4}} \frac{dB}{dt}, b \text{ 端电势高}.$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.2——感应电动势

3、【解析】由明环公式, 充液体前: $r_k = \sqrt{\frac{(2k-1)R\lambda}{2}}$, ($k=1, 2, \dots$),

充液体后 $r'_k = \sqrt{\frac{(2k-1)R\lambda}{2n}}$, ($k=1, 2, \dots$), 则

$$n = \left(\frac{r_{10}}{r'_{10}} \right)^2 = \left(\frac{d_{10}}{d'_{10}} \right)^2 = \left(\frac{14.8}{12.7} \right)^2 = 1.36.$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2——干涉现象的应用

4、【解析】(1) $d \sin \varphi = k\lambda$, ($k = \pm 0, \pm 1, \pm 2, \dots$),

$$\therefore d = \frac{2\lambda}{\sin \varphi_2} = \frac{2 \times 6000 \times 10^{-10}}{0.20} = 6 \times 10^{-6} \text{m}.$$

$$(2) \frac{d}{a} = 4 \Rightarrow a = \frac{d}{4} = 1.5 \times 10^{-6} \text{m}.$$

(3) $k < \frac{d \sin 90^\circ}{\lambda} = 10$, 能观察到级数为 $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9$ 的明纹, 共 15 条。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3——衍射光栅

5、【解析】(1) 根据题意可知, 使处于基态的电子电离所需的能量 $E_1 = 13.6\text{eV}$, 该电子远离质子



时的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, 又有 $E_k = E - E_1 = 15 - 13.6 = 1.4\text{eV}$,

所以速度为 $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.4 \times 1.6 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}}} = 7.0 \times 10^5 \text{m/s}$.

(2) $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 7.0 \times 10^5} = 1.04 \times 10^{-9} \text{m}$.

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3——德布罗意波



2012-2013 学年第一学期期末考试 A 卷

一、选择题(20 分, 每题 2 分, 共 10 题)

1. 一电荷量为 q 的粒子在均匀磁场中运动, 下列哪种说法是正确的? ()
- A、只要速度大小相同, 粒子所受的洛伦兹力就相同
 - B、洛伦兹力与速度方向垂直, 所以带电粒子运动的轨迹必定是圆
 - C、粒子进入磁场后, 其动能和动量都不变
 - D、在速度不变的前提下, 若电荷 q 变为 $-q$, 则粒子受力反向, 数值不变
2. 在感应电场中电磁感应定律可写成 $\oint_L \vec{E}_k \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_m}{dt}$, 式中 $\vec{E}_k$ 为感生电场强度, 此式表明: ()
- A、闭合曲线 L 上 $\vec{E}_k$ 处处相等
 - B、感应电场是保守场
 - C、感应电场的电场线不是闭合曲线
 - D、在感应电场中不能像静电场那样引入电势的概念
3. 如图 1, 两根直导线 ab 和 cd 沿半径方向被接到一个截面处处相等的铁环上, 稳恒电流 I 从 a 端流入, 从 d 端流出, 则磁感应强度 $\vec{B}$ 沿图中闭合路径 L 的积分 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 等于 ()
- A、 $\mu_0 I$
 - B、 $\frac{1}{3}\mu_0 I$
 - C、 $\frac{1}{4}\mu_0 I$
 - D、 $\frac{2}{3}\mu_0 I$
4. 在真空中一个通有电流的线圈 a 所产生的磁场内有另一线圈 b , a 和 b 相对位置固定, 若线圈 b 中没有电流通过, 则线圈 b 与 a 间的互感系数: ()
- A、一定为零
 - B、可以不为零
 - C、一定不为零
 - D、是不可能确定的



5.如图 2, S_1 、 S_2 是两个相干光源, 它们到 P 点的距离分别为 r_1 和 r_2 , 路径 S_1P 垂直穿过厚度为 t_1 , 折射率为 n_1 的介质板, 路径 S_2P 垂直穿过厚度为 t_2 , 折射率为 n_2 的另一介质板, 其余部分可看作真空, 这两条路径的光程差等于 ()

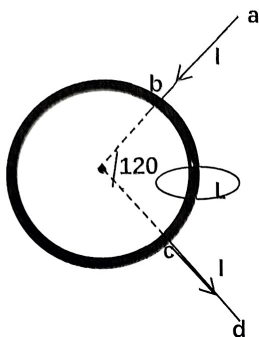


图 1

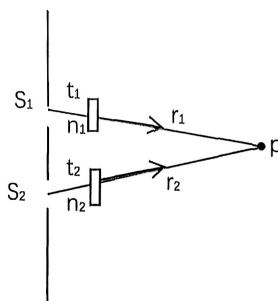


图 2

- A、 $(r_2+n_2t_2)-(r_1+n_1t_1)$
- B、 $[r_2+(n_2-1)t_2]-(r_1+(n_1-1)t_1)$
- C、 $(r_2-n_2t_2)-(r_1-n_1t_1)$
- D、 $n_2t_2-n_1t_1$

6.一衍射光栅对某一定波长的垂直入射光, 在屏幕上只能出现零级和一级主极大, 欲使屏幕上出现更高级次的主极大, 应该 ()

- A、换一个光栅常数较小的光栅
- B、换一个光栅常数较大的光栅
- C、将光栅向靠近屏幕的方向移动
- D、将光栅向远离屏幕的方向移动

7.自然光以某入射角 i ($i \neq \arctg(n)$) 由空气入射到一玻璃表面上 (玻璃的折射率为 n), 其反射光和折射光的偏振程度为: ()

- A、反射光为偏振光, 折射光为部分偏振光
- B、反射光为部分偏振光, 折射光为偏振光
- C、反射光和折射光都为部分偏振光
- D、反射光和折射光都为偏振光

8.一宇航员要到离地球为 5 光年的星球去旅行, 如果宇航员希望把这距离缩短为 3 光年, 则他所乘的火箭相对于地球的速度应是: (c 表示真空中光速) ()

- A、 $v=c/2$
- B、 $v=3c/5$
- C、 $v=4c/5$
- D、 $v=9c/10$



9. 光电效应和康普顿效应都为电子与光子的相互作用过程, 在以下几种理解中, 关于这两个过程理解正确的是 ()

- A、两种效应中电子与光子两者组成系统都不服从能量守恒定律
 B、两种效应都相当于电子与光子的弹性碰撞过程
 C、两种效应都属于电子吸收光子的过程
 D、光电效应是电子吸收光子的过程

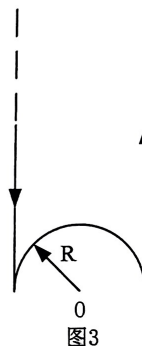
10. 不确定关系 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$ 表示在 x 方向上 ()

- A、粒子位置不能准确确定
 B、粒子动量不能准确确定
 C、粒子位置和动量都不能准确确定
 D、粒子位置和动量不能同时准确确定

二、填空题(30 分, 每空 2 分, 共 15 题)

1. 一载流导线被弯曲成如图 3 形状, 电流由无限远处流来, 又流向无限远处。则圆心 O 点处磁感应强度大小为_____, 方向为_____。

2. 磁感应强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场, 充满在半径为 R 的圆柱体体内, 在柱内、外分别放有两个静止点电荷 q_A 和 q_B , 距离轴心的距离为 r_A , r_B 。若圆柱体内 $\vec{B}$ 的大小以速率 $\frac{dB}{dt}$ 变化, 则点电荷 q_A 和 q_B 受到的作用力分别为_____, _____。



3. 真空中, 一平面电磁波的电场 $E = E_y = E_0 \cos[\omega(t - \frac{x}{c})]$ (V/m), 则该电磁波的传播方向为_____, 磁感应强度的振幅为_____。

4. 在通常亮度下, 人眼瞳孔的直径约为 $3mm$, 当以白光的中心波长 $\lambda = 600nm$ 为入射光波长进行计算时, 人眼的最小分辨角 $\theta_{min} =$ _____rad, 黑板上画有两横线间距为 $4.88mm$, 离黑板距离 $x =$ _____m 以外远的同学会把两横线看成一条横线。

5. 光电效应中单位时间内从金属表面逸出的光电子的数目为 n , 则电路中饱和电流 $I_s =$ _____。根据爱因斯坦的光子假说, 频率为 ν 的光入射到某金属上, 若单位时间内垂直光传播方向上单位面积内通过的光子数为 N , 则能流密度 $S =$ _____。

6. 电子和光子的波长均为 $6.63nm$, 则光子的动能为_____eV; 则电子的总能为_____eV。(考虑相对论效应, 电子的静能为 $0.51MeV$)

7. 处于第一激发态 ($n=2$) 的氢原子中, 电子发生电离所需要的最小能量为_____eV; 处于第一激发态电子绕核运动的角动量 $L =$ _____; 从第一激发态跃迁回基态时, 发出光波的波长为_____nm。



三、计算题 (50 分, 每题 10 分, 共 5 题)

1. 如图 4 所示, 在无限长直圆柱体内电流均匀通过其截面, 半径为 R , 通有电流 I_1 , 在矩形线圈 $CDEF$ 中通有电流 I_2 , 且 DE 、 FC 都与圆柱体轴线平行, 已知矩形线圈边长为 a 、 b , 且 CF 边到圆柱体中心轴的垂直距离为 d ($d > R$),

试求: (1) 矩形线圈 CD , FC 边受到的该圆柱体电流所产生的磁场的作用力;

(2) 以圆柱体轴线为固定轴, 矩形线圈所受到的合外力矩;

(3) 将矩形线圈平移至左边对称位置, 磁力做的功。

2. 每厘米有 2000 条透光狭缝的光栅, 其缝间不透光部分是透光部分的 3 倍。以波长为 500nm 的单色平行光垂直入射到该光栅上, 透镜的焦距为 1m ,

试求: (1) 光栅常数;

(2) 第一级主极大明纹的衍射角;

(3) 在单缝衍射中央明纹区内, 最多可见多少条主极大明纹?

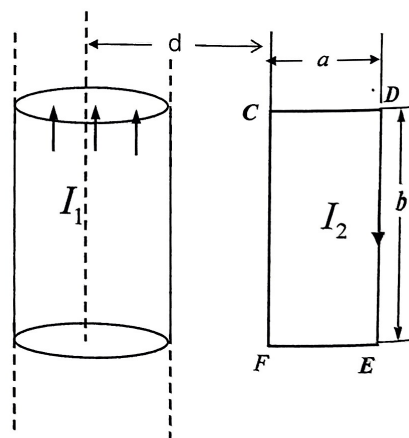


图 4



3. 在一块平板玻璃 B 上，端正地放一锥顶角很大的玻璃圆锥 A，在 A 和 B 间形成空气薄层，如图 5 所示。当波长为 500nm 的单色平行光垂直地射向玻璃圆锥时，可以观察到在透镜锥面上出现干涉条纹。

试问：（1）光在薄膜的上下表面发生反射，反射光相遇发生干涉，此干涉属于等厚还是等倾干涉？

（2）叙述锥面上观察到的干涉条纹特点？

（3）若薄膜的最大厚度 $h=1\text{mm}$ ，则最多可见多少级暗纹？

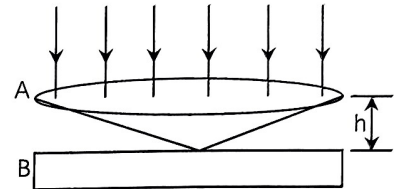


图 5

4. 静电子经加速电压 $5.1 \times 10^5 \text{V}$ 的静电加速器加速后，

试求：（1）电子的总能；

（2）电子的总质量与静质量之比；

（3）电子的运动速度；

（4）电子波的波长。



6. 一 N_1 匝、面积为 S 的圆形小线圈，放在半径为 R 共 N_2 匝的圆形大线圈的中央，两者共面，如图 6 所示。设小线圈内各点的磁感应强度相同。

试求：(1) 这两个线圈的互感系数；

(2) 若大线圈通有电流 I ，小线圈绕其直径 OO' 为轴、以匀角速度 ω 转动，此过程中维持电流 I 恒定不变。图中所示位置为计时起点，则 t 时刻，小线圈中感应电动势是多少？

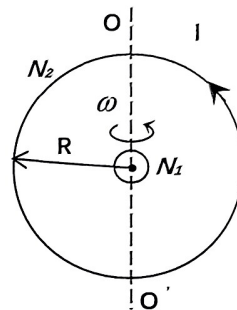


图 6



2012-2013 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案

一、选择题(20 分, 每题 2 分, 共 10 题)

1、【正解】D

【解析】A 选项: 速度方向和磁场方向夹角不同, 受力不同; B 选项反例: 当速度方向和磁场方向平行时; C 选项反例: 粒子受到洛伦兹力的时候动量会改变; D 选项正确

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.3 第一点”——磁场对运动电荷的作用

2、【正解】D

【解析】由于感应电场的环量不为零, 所以感应电场不是保守场, 不能引入电势的概念。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.1 第二点”——法拉第电磁感应定律

3、【正解】D

【解析】两条支路的电阻与支路的长度成正比, 所以做支路电流为右支路电流的一般, 右支路电流为 $\frac{2}{3}I$, 根据安培环路定理可得答案。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.2 第二点”——安培环路定理

4、【正解】B

【解析】当 b 线圈平面与 a 线圈所产生的磁场相平行时, 互感为 0, 不平行时, b 线圈内会有磁通量, 则互感不为 0。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.3 第二点”——互感应、互感

5、【正解】B

【解析】本题考察光程差的概念, 将介质中的光程折算为真空中的光程是 nt 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.1 第三点”——光程

6、【正解】B

【解析】光栅常数越大, 对应各级主极大的衍射角越小, 越能显示在屏幕上。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.3 第四点”——衍射光栅

7、【正解】C

【解析】只有当入射角为布诺斯特角时, 反射光才为完全偏振光。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.4 第一点”——光的偏振状态

8、【正解】C

【解析】根据公式 $l = l_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$, $l_0 = 5$ 光年, $l = 3$ 光年, 所以 $v = 4c/5$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点六“§6.3 第二点”——时间延缓、长度收缩

9、【正解】D

【解析】康普顿效应相当于电子与光子发生弹性碰撞, 两种效应中, 电子与光子组成的系统都服从能量守恒定律。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.4 第一点”——康普顿效应

10、【正解】C

【解析】动量和位置都不确定, 如果一个的不确定度 $\rightarrow 0$, 另一个的不确定度 $\rightarrow$ 无穷大, 二者不确定度的乘积不小于 h 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.6 第二点”——不确定关系

二、填空题(30 分, 每题 2 分, 共 15 题)

1、【正解】 $\frac{\mu_0 I}{2R} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \right)$ 方向垂直直面向内

【解析】根据毕奥萨伐尔定律积分可得, 或根据载流长直导线、载流圆线圈周围磁场的推论可得,

$-\frac{\mu_0 I}{4\pi R} + \frac{\mu_0 I}{2R} \frac{1}{2} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$, 方向根据右手定则判断, 均垂直于直面, 故可直接向加减。



【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.1 第一点”——毕奥-萨伐尔定律

2、【正解】 $\frac{r_A q_A}{2} \frac{dB}{dt} \quad \frac{\pi R^2 q_B}{2\pi r_B} \frac{dB}{dt}$

【解析】变化的磁场产生涡旋电场， $2\pi r E = S \frac{dB}{dt}$ ， $F = Eq$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.2 第二点”——感生电动势和感应电场

3、【正解】x 轴正方向 $\frac{E_0}{c}$

【解析】由方程可以看出电磁波的传播方向，由 $B = \mu_0 H$ ， $\sqrt{\epsilon_0} E = \sqrt{\mu_0} H$ ，以及 $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ 得， $B = \frac{E_0}{c}$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二“§12.6 第二点”——电磁波

4、【正解】0.000244 20

【解析】最小分辨角， $\theta_R = 1.22 \frac{\lambda}{d} = 1.22 \frac{600}{3 \times 10^6} = 0.000244$ ， $\theta_R \approx \tan \theta_R = \frac{4.88 \text{ mm}}{L}$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.3 第五点”——光学仪器的分辨率——布喇格公式

5、【正解】 $ne \quad Nh\nu$

【解析】考察电流，能流密度的定义。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二“§12.3 第五点”——波的能量

6、【正解】187.5 5.12×10^5

【解析】光子的能量即为光子的动能；先算电子的速度，在根据速度算电子的运动质量，最后由质能方程得到电子的总能量。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.3 第二点”——光电效应方程

7、【正解】3.39 $2.108 \times 10^{-34} \text{ Nms}$ 122

【解析】将 $n=2$ 带入 $E_n = -\frac{1}{n^2} \left(\frac{me^2}{8\epsilon_0^2 h^2} \right)$ 可得所需电离最小能量。 $L = n \frac{h}{2\pi}$ ； $\frac{hc}{\lambda} = E_2 - E_1$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.5 第二点”——玻尔的氢原子理论

三、计算题（50 分，每题 10 分，共 5 题）

1、【解析】(1) 由安培环路定理：CF 上的磁感应强度： $2\pi dB_C = \mu I_1 \Rightarrow B_C = \frac{\mu I_1}{2\pi d}$

$$F_{CD} = B_C I_2 b = \frac{\mu I_1 I_2 b}{2\pi d} \text{ 方向指向圆柱体轴线。}$$

$$dF = B(r) I_2 dr = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi r} dr, \quad F_{CD} = \int_a^{d+a} \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi r} dr = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi r} \ln \frac{d+a}{d}$$

(2) 由于上下边所受合力为零，左右变所受合力方向沿着力臂方向，则合外力矩为 0。

(3) 当左右对称时，线圈的通量为 0，

$$A = I_2 \Delta \Phi = -I_2 \int_a^{d+a} \frac{\mu I_1}{2\pi r} b dr = -\frac{\mu I_1 I_2 b}{2\pi} \ln \frac{d+a}{d}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八“§8.2 第三点”——安培环路定理的应用

2、【解析】(1) 光栅常数： $d = 0.01/2000 = 5 \times 10^{-6} \text{ m}$

$$(2) d \sin \theta = \lambda \Rightarrow \theta = \arcsin \frac{\lambda}{d} = 0.100167 \text{ rad.}$$

(3) $a + b = 4a$ ，所以缺级的级数为 4，最多可见 7 级主极大明纹。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.3 第四点”——衍射光栅

3、【解析】(1) 等厚干涉，等厚干涉使用的是平行光，等倾干涉使用的是点光源。



(2) 干涉条纹成同心圆环, 明暗相间, 间距相等。

$$(3) 2h + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow k = \frac{2h}{\lambda} = 4000$$

最多可见 4000 级暗纹。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三“§13.2 第四点”——干涉现象的应用

4、【解析】(1) $E = m_0 c^2 + eU = 1.635 \times 10^{-13} \text{ J}$

$$(2) E = mc^2 \Rightarrow \frac{m}{m_0} = \frac{E}{c^2 m_0} = 1.996$$

$$(3) \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \Rightarrow v = c \sqrt{1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2} = 2.6 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$(4) mv = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{mv} = 1.405 \text{ pm}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四“§14.4 第二点”——康普顿的理论解释

5、【解析】(1) 当大线圈通以电流 I 时, $\Phi = N_1 S \frac{\mu_0 N_2 I}{2R}$, $M = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 S N_1 N_2}{2R}$

$$(2) \Phi = N_1 S \frac{\mu_0 N_2 I}{2R} \cos \omega t, \quad \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 S N_1 N_2}{2R} \sin \omega t$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九“§9.3 第二点”——互感应、互感



2012-2013 学年第一学期期末考试 B 卷

一、选择题(每小题 2 分, 共 20 分)

1、取一闭合积分回路 L, 使三根载流导线穿过它围成的面, 现改变三根导线之间的相互间隔, 但不越出积分回路, 则 ()

A、回路 L 内的 $\sum I$ 不变, L 上各点的 $\vec{B}$ 不变;

B、回路 L 内的 $\sum I$ 改变, L 上各点的 $\vec{B}$ 改变;

C、回路 L 内的 $\sum I$ 改变, L 上各点的 $\vec{B}$ 不变;

D、回路 L 内的 $\sum I$ 不变, L 上各点的 $\vec{B}$ 改变;

2、下列说法哪个是正确的 ()

A、导体在磁场中以一定速度运动, 必定产生感应电动势;

B、感生电场的电场线不是闭合曲线;

C、感生电场是保守力场;

D、感生电场是非保守力场, 感生电场力的功与路径有关;

3、若空间存在两根无限长直载流导线, 空间的磁场分布就不具有简单的对称性, 则该磁场分布 ()

A、不能用安培环路定理求出;

B、可以直接用安培环路定理求出;

C、只能用毕奥-萨伐尔-拉普拉斯定律求出;

D、可以用安培环路定理和磁感应强度的叠加原理求出;

4、取自感系数的定义式为 $L = \frac{\Phi}{I}$, 当线圈的几何形状不变, 周围无铁磁性物质时, 若线圈中的电流强度变小, 则自感系数 L ()

A、变大, 与电流成反比关系;

B、变小;

C、不变;

D、变大, 但与电流不成反比关系。

5. 自然光以布儒斯特角由玻璃入射到空气表面上, 反射光是 ()

A. 平行于入射面内振动的完全偏振光;

B. 平行于入射面内振动占优势的部分偏振光;

C. 垂直于入射面振动的完全偏振光;

D. 垂直于入射面振动占优势的部分偏振光。



6. 在双缝干涉实验中, 用单色自然光, 在屏上形成干涉条纹, 若把一个偏振片置于双缝后, 则

()

- A、干涉条纹的间距不变, 但明纹的亮度加强;
- B、干涉条纹的间距变窄, 且明纹的亮度减弱;
- C、干涉条纹的间距不变, 但明纹的亮度减弱;
- D、无干涉条纹。

7. 根据惠更斯-菲涅尔原理, 若已知光在某时刻的波阵面为 S , 若 S' 的前方某点 P 的光强决定于波阵面上所有面元发出的子波各自传到 P 点的 ()

- A、振动振幅之和;
- B、光强之和;
- C、振动振幅之和的平方;
- D、相干叠加。

8. 保持光电管电势差不变, 若入射的单色光光强增大, 则从阴极选出的光电子的最大初动能 E_0 和飞到阳极的电子的最大动能 E_k 的变化分别是: ()

- A、 E_0 增大, E_k 增大; B、 E_0 不变, E_k 变小;
- C、 E_0 增大, E_k 不变; D、 E_0 不变, E_k 不变;

9. 把一个静止质量为 m_0 的粒子, 由静止加速到 $v = 0.6c$ (c 为真空中光速) 需作的功等于

()

- A、 $0.18m_0c^2$; B、 $1.25m_0c^2$; C、 $0.36m_0c^2$; D、 $0.25m_0c^2$;

10. 高速运动的电子, 其德布罗意波长 λ 与速度 v 有如下关系, 其中正确的是 ()

- A、 $\lambda \propto v$; B、 $\lambda \propto \frac{1}{v}$; C、 $\lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$; D、 $\lambda \propto (c^2 - v^2)$ 。

二、计算题(每小题 2 分, 共 30 分)

1. 一载流导线 I 被弯曲成如图 1 形状, 电流由无限远处流来, 又流向无限远处, 则圆心 O 点处磁感应强度大小为 (1), 方向为 (2)。

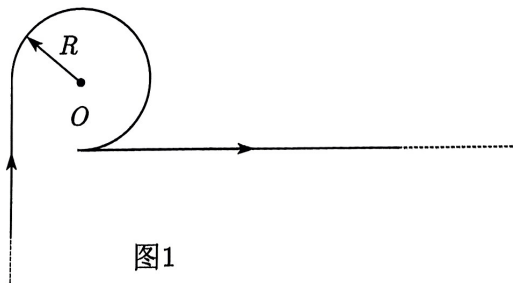


图1



2、如图 2，在一圆柱形空间内，磁场 B 的空间分布均匀且随时间变化($dB/dt > 0$)，在磁场中间轴地放上一个半径为 R 的导体圆环，则圆环上的感生电动势 $\varepsilon =$ (3)，方向 (4)。

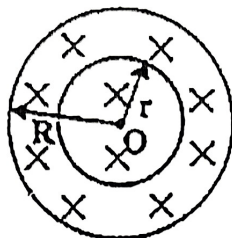


图 2

3、迈克耳孙干涉仪可用来测量单色光的波长，当 M_2 移动距离 $\Delta d = 0.3220\text{mm}$ 时，测得某单色光干涉条纹移过 $\Delta N = 1024$ 条，则该单色光的波长为 (5)；若在迈克耳孙干涉仪的 M_2 镜前，插入透明薄片时，可观察到 150 条干涉条纹向一方移过，若薄片的折射率 $n = 1.632$ ，所用单色光的波长 $\lambda = 5000\text{\AA}$ ，则薄片的厚度 (6)。

4、由线偏振光和自然光混合而成的光束，垂直入射到一偏振片上，以入射光线为轴旋转偏振片，发现最大透射光强是最小透射光强的 2 倍，若入射的线偏振光强为 I_1 ，入射的自然光的光强为 I_2 ，则 $I_1:I_2 =$ (7)。

5、静止质量为 m_0 、静止体积为 V_0 的正方体，沿其一边方向以速度 $v = 0.8c$ (c 为真空光速) 相对于地面运动，地面上观察者测得其运动密度为 (8)，其动能为 (9)。

6、太阳可看作黑体，其表面温度为 5700K ，则其单色辐射出射度的最大值所对应的波 (10)，其表面单位时间单位面积上辐射出的各种波长的总能量为 (11)。

7、已知钾金属中电子逸出需要的最小能量为 1.97eV ，则发生光电效应的红限波长为 (12) nm；若在波长 $\lambda = 3.3 \times 10^{-5}$ 厘米的紫外光照射下，钾的截止电势差为 (13) 伏。

8、在 19 世纪末 20 世纪初，为了解释为了迈克尔逊-莫雷实验，(14) 提出了真空中光速不变原理；为了解释黑体辐射出现的困难，(15) 提出了量子假说。



三、(10 分) 如图 3 所示, 在长直导线 AB 内通有电流 $I_1 = 20\text{A}$, 在矩形线圈 CDEF 中通有电流 $I_2 = 10\text{A}$, AB 与线圈共面, 且 DE、FC 都与 AB 平行, 已知 $a = 10.0\text{cm}$, $b = 20.0\text{cm}$, $d = 10.0\text{cm}$,

求: (1) 矩形线圈 CD、DE 边受到的导线 AB 磁场的作用力;

(2) 矩形线圈所受到的以导线 AB 为轴的合外力矩;

(3) 将矩形线圈平移至左边对称位置, 磁力做的功。

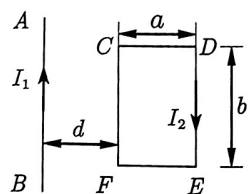


图 3

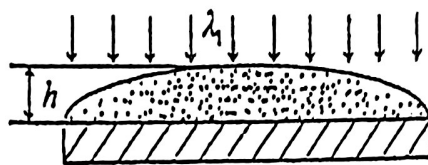


图 4

四、(10 分) 波长为 $\lambda = 600\text{nm}$ 的单色光垂直入射到一光栅上, 第 2、3 级明纹分别出现在 $\sin\theta = 0.20$ 和 $\sin\theta = 0.30$ 处, 第 4 级缺级。

试求: (1) 光栅常数;

(2) 光栅上透光缝的宽度;

(3) 屏上实际呈现的明纹全部级次和全部条纹数。



五、(10 分) 在平板玻璃 ($n_2=1.5$) 上, 有一球冠状的水滴 ($n_1=\frac{4}{3}$), 如图 4。

$h=6\times 10^{-3}mm$, 波长 $\lambda_1=400nm$ 。求 (1) 光在薄膜的上下表面发生反射, 反射光相遇发生干涉, 此干涉属于等厚还是等倾干涉? (2) 试叙述水膜反射光的干涉图样特点? (3) 从上面看, 最多可见多少条明纹?

六、(10 分) 若用 $12.0eV$ 的电子轰击处于基态的氢原子, 试确定:

- (1) 氢原子所能达到的最高能态;
- (2) 氢原子由上述最高能态跃迁, 所辐射出的光波的最短波长;
- (3) 原子达到最高能态时, 散射电子的物质波波长是多少?

七、(10 分) 如图 5, 均匀磁场局限在半径为 R 的圆柱体内, 磁场随时间的变化率 $\frac{dB}{dt}=k<0$

(k 为常数), 有一长为 $\frac{3}{2}R$ 的金属棒 AB 放在磁场中, 求

- (1) A 、 B 两点处的感生电场的大小;
- (2) AB 棒中电动势的大小和方向。

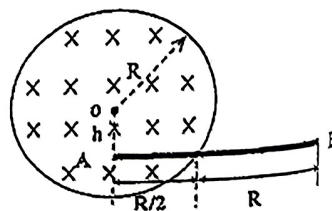


图 5



2012-2013 学年第一学期期末考试 B 卷参考答案

一、选择题(每题 2 分, 共 20 分)

1、【正解】D

【解析】导线相对位置改变, 则 L 上各点的 $\vec{B}$ 存在改变, 但回路 L 的 $\sum I$ 不变。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2 磁场的高斯定理与安培环路定理

2、【正解】D

【解析】导体如果沿着磁感线方向运动, 可能不会产生感应电动势; 感生电场为有旋场, 通常被称为涡旋电场, 其电场线是闭合曲线; 感生电场为非保守力场, 感生电场力的功与路径有关。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.2 感应电动势

3、【正解】D

【解析】两根无限长导线产生的磁场不会互相影响, 故可由安培定理及磁感应强度的叠加原理求出。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2 磁场的高斯定理与安培环路定理

4、【正解】C

【解析】自感系数是由线圈本身的性质决定, 与电流大小无关

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.3 自感与互感

5、【正解】C

【解析】由布儒斯特角入射时, 反射光为完全偏振光, 其振动方向垂直于反射面。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4 光的偏振

6、【正解】C

【解析】经过一个偏振片后, 干涉光的光强减弱, 但光波长不变, 故干涉条纹不变, 明纹亮度减弱。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4 光的偏振

7、【正解】D

【解析】惠更斯-菲涅尔原理: 介质中波动传播到的各点, 都可看成是发射子波的新波源, 在以后的任何时刻, 这些子波的包络就是新的波阵面, 波前 Z 上每一个 dZ 都是新的波动中心, 它们发出次波。在空间某点 P 的振动是这些所有次波的干涉叠加。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.4 波的衍射和干涉

8、【正解】D

【解析】光强增大, 即单位时间内的光电子增多, 但光的频率没变, 故最大初动能不变, 光电管电势差未变, 故到阳极的最大动能不变。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3 光电效应

9、【正解】D

【解析】动能定理有: $W = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.6c}{c}\right)^2}} c^2 - m_0 c^2 = 0.25 m_0 c^2$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.4 狭义相对论动力学基础

10、【正解】C

【解析】 $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}} = \frac{h}{m_0} \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}} \Rightarrow \lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.4 狭义相对论动力学基础

二、填空题(每空 2 分, 共 30 分)



- 1、【正解】 $\frac{3\mu_0 I}{8R}$ 垂直纸面向里

【解析】两个半长直导线部分，在 O 点产生的磁感应强度大小相等，方向相反， $\frac{3}{4}$ 圆弧部分产生的磁感应强度大小为 $\frac{\mu_0 I}{4\pi R} \times \frac{3\pi}{2} = \frac{3\mu_0 I}{8R}$ ，方向垂直于纸面向内

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.1 一、毕奥-萨伐尔定律

- 2、【正解】 $\frac{dB}{dt} \pi R^2$ 逆时针

【解析】感生电动势 $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB}{dt} \pi R^2$ ，根据楞次定律，增反减同，感生电动势方向为逆时针。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.2 感应电动势

- 3、【正解】 $628.9nm$ $5.93 \times 10^{-5}m$

【解析】迈克尔逊干涉仪有： $\lambda = \frac{2\Delta d}{\Delta N} = \frac{2 \times 0.322 \times 10^{-3}}{1024}m = 628.9nm$

插入透明薄片，则 $(n-1)d = \Delta N' \frac{\lambda'}{2} \Rightarrow d = \frac{150 \times 5000 \times 10^{-10}}{0.632 \times 2} = 5.93 \times 10^{-5}m$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 光的干涉

- 4、【正解】 1:2

【解析】 $\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{I_1 + \frac{1}{2}I_2}{\frac{1}{2}I_2} = \frac{2}{1} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4 光的偏振

- 5、【正解】 $\frac{25m_0}{9V_0}$ $\frac{2m_0c^2}{3}$

【解析】 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.8c}{c}\right)^2}} = \frac{5}{3}m_0$ $V = V_0 \sqrt{1 - \left(\frac{0.8c}{c}\right)^2} = \frac{3}{5}V_0$

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{25m_0}{9V_0}$ $E_k = mc^2 - m_0c^2 = \frac{2m_0c^2}{3}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.4 狭义相对论动力学基础

- 6、【正解】 $0.5\mu m$ $6 \times 10^7 W \cdot m^{-2}$

【解析】由维恩位移定律有 $\lambda_m = \frac{b}{T} = \frac{2.897 \times 10^{-3}}{5700} = 5 \times 10^{-7}m$

由斯特藩-波尔曼定律得 $M_0(T) = \sigma T^4 = 5.67 \times 10^{-8} \times 5700^4 = 6 \times 10^7 W \cdot m^{-2}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.1 黑体辐射

- 7、【正解】 630; 1.79

【解析】由光电效应有 $\frac{hc}{\lambda_m} = 1.97eV$ $\lambda_m = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.97 \times 1.6 \times 10^{-19}}m = 630nm$

$eU_0 = \frac{hc}{\lambda} - 1.97eV$ $U_0 = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 3.3 \times 10^{-7}} - 1.97 = 1.79V$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3 光电效应

- 8、【正解】 爱因斯坦 普朗克

【解析】真空中光速不变原理由爱因斯坦提出，量子假说由普朗克提出



【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.2 能量子假说 知识点六 6.1 狭义相对论

三、(10分)【解析】(1) 长直导线周围磁场的磁感应强度: $B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$

矩形线圈 CD 所受的力为:

$$f_{CD} = \int_c^D B I_2 dr = \int_d^{a+d} \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} I_2 dr = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi} I_2 \ln \frac{a+d}{d} = 2.77 \times 10^{-5} N, \text{ 方向竖直向上}$$

矩形线圈 DE 所受的力为:

$$f_{DE} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi(a+d)} I_2 b = 4 \times 10^{-5} N, \text{ 方向水平向右}$$

(2) 由于线圈各边受力与轴共面, 所以它所受的力矩 $M = 0$ 。

$$(3) \Phi_{m1} = \oint_z \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int_d^{a+d} \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi} b \ln \frac{a+d}{d} = 5.54 \times 10^{-7} T \cdot m^2$$

$$A = I_2 (\Phi_{m2} - \Phi_{m1}) = 10 \times 2 \times 5.54 \times 10^{-7} = 1.1 \times 10^{-5} J$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.3 磁场与实物的相互作用

四、(10分)【解析】(1) $(a+b)\sin\theta = k\lambda$, $d = a+b = \frac{2\lambda}{\sin\theta} = \frac{2\lambda}{0.2} = 6.0 \times 10^{-6} m$ (2) 由缺级条件有, $\frac{d}{a} = 4$, 所以 $a = \frac{d}{4} = 1.5 \times 10^{-6} m$

$$(3) \theta = \frac{\pi}{2}, k = \frac{d \sin 90^\circ}{\lambda} = \frac{6.0 \times 10^{-6} m}{600 \times 10^{-9} m} = 10, \text{ 所以 } k_{\max} = 9$$

实际呈现的全部级次: $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9, ,$ 共 15 条明纹

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

五、(10分)【解析】(1) 等厚干涉;

(2) 边缘处为零级亮纹;

其余条纹为以接触点为圆心的明暗相间的同心圆环; 内疏外密分布。

$$(3) \text{明纹条件: } 2e = k\lambda \quad k_m = \frac{2h}{\lambda} = \frac{2 \times 6 \times 10^{-6}}{400 \times 10^{-9}} = 30; e = 0, k = 0$$

最多可见 30 条亮环。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 光的干涉

六、(10分)【解析】(1) $\Delta E = E_n - E_1 = E_1/n^2 - E_1 = 12eV$,

$$n = \left\lfloor \sqrt{E_1/(\Delta E + E_1)} \right\rfloor = \left\lfloor \sqrt{(-13.6)/(12 - 13.6)} \right\rfloor = \left\lfloor 2.92 \right\rfloor = 2$$

最高可达第一激发态。

$$(2) h\nu = E_2 - E_1 = hc/\lambda, \lambda = hc/(E_2 - E_1) = 122 nm$$

$$(3) \Delta E_{21} = E_2 - E_1 = -3.4 + 13.6 = 10.2 eV,$$

散射电子的动能:

$$E_k = \Delta E - \Delta E_{21} = 12 - 10.2 = 1.8 eV \ll 0.51 MeV \text{ 不考虑相对论效应}$$

$$P = \sqrt{2m_0 E_k},$$

$$\lambda = h/P = h/\sqrt{2mE_k} = 6.63 \times 10^{-34} / \sqrt{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.8 \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 9.16 \times 10^{-10} m = 9.16 \text{ \AA}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.5 波尔量子理论

七、(10分)【解析】(1) $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \iint_S \frac{d\vec{B}}{dt} \cdot d\vec{s}$ 

$$\text{A 点}(r < R), r_A = h, 2\pi h \cdot E = -\frac{dB}{dt}\pi h^2,$$

$$E_A = -\frac{h}{2} \frac{dB}{dt} = -\frac{h}{2} k;$$

$$\text{B 点}(r > R), r_B = 2h, 2\pi 2h \cdot E = -\frac{dB}{dt}\pi R^2$$

$$E_A = -\frac{R^2}{4h} \frac{dB}{dt} = -\frac{R}{2\sqrt{3}} k$$

$$(2) \varepsilon_{AB} = \varepsilon_{oAB} = \frac{d\Phi_m}{dt} = \frac{dB}{dt} (S_{\Delta oAC} + S_{扇oCD}) \quad (C、D \text{ 分别为 } AB \text{ 棒、} OB \text{ 连线与圆的交点})$$

$$= k \left(\frac{1}{2} h \cdot \frac{1}{2} R + \pi R^2 \frac{30}{360} \right) = k \left(\frac{\sqrt{3}}{8} R^2 + \frac{1}{12} \pi R^2 \right)$$

方向 $B \rightarrow A$

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.5 麦克斯韦方程组



2011-2012 学年第一学期期末考试 A 卷

一、选择题(每小题 2 分, 共 20 分)

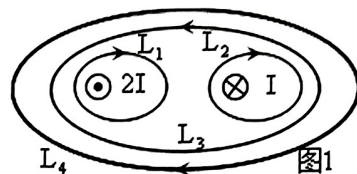
1、如图 1 所示, 流出纸面的电流为 $2I$, 流进纸面的电流为 I , 则下列各式中哪个是正确的 ()

A、 $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = 2\mu_0 I$;

B、 $\oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$;

C、 $\oint_{L_3} \vec{B} \cdot d\vec{l} = -\mu_0 I$;

D、 $\oint_{L_4} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$.



2、下列说法哪个是正确的 ()

A、导体在磁场中以一定速度运动时, 必定产生感生电动势;

B、感生电场的电力线不是闭合曲线;

C、感生电场是保守力场;

D、感生电场是非保守力场, 感生电场力沿任一闭合路径所做的功不等于零.

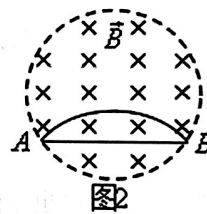
3、均匀磁场限制在圆柱形空间 (如图 2), 且 $dB/dt \neq 0$. 磁场中 A、B 两点用直导线连接, 或用弧线连接, 则 ()

A、弧导线中感应电势较大;

B、直导线中感应电势较大;

C、两导线中的感应电势相等;

D、只有直线中有感应电势.



4、以下方程中能够说明磁感应线是闭合的是 ()

A、 $\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = q/\epsilon_0$;

B、 $\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 0$;

C、 $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$;

D、 $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$.

5、从一狭缝射出单色光经两平行狭缝照射到 120cm 屏上, 若此两狭缝相距为 0.20mm, 屏上所产生干涉条纹中两相邻明纹间距为 3.60mm, 则此单色光的波长 ()

A、550nm; B、480nm;

C、600nm; D、760nm.



6、波长为 λ 的单色光垂直入射于光栅常数为 d 、缝宽为 a 、总缝数为 N 的光栅上, 取

$k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$, 则决定出现主极大明纹衍射角 θ 的公式为 ()

- A、 $d \sin \theta = k \lambda$; B、 $N d \sin \theta = k \lambda$;
C、 $a \sin \theta = k \lambda$; D、 $N a \sin \theta = k \lambda$.

7、自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面上, 反射光是 ()

- A、在入射面内振动的完全偏振光;
B、平行于入射面的振动占优势的部分偏振光;
C、垂直于入射面振动的完全偏振光;
D、垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光.

8、两个惯性系 S 和 S' , 沿 $X(X')$ 轴方向相对运动, 相对速度为 u 。设在 S' 系中某点先后发生的两个事件, 用固定于该系的钟测出两事件的时间间隔为 τ_0 , 而用固定在 S 系的钟测出这两个事件的时间间隔为 τ , 又在 S' 系的 X' 轴上放置一固有长度为 l_0 的细杆, 从 S 系测得此杆的长度为 l , 则

()

- A、 $\tau < \tau_0, l < l_0$; B、 $\tau < \tau_0, l > l_0$;
C、 $\tau > \tau_0, l > l_0$; D、 $\tau > \tau_0, l < l_0$.

9、绝对黑体是这样一种物体, 即 ()

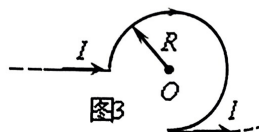
- A、不能吸收也不能发射任何电磁辐射;
B、不能反射也不能发射任何电磁辐射;
C、不能发射但能全部吸收任何电磁辐射;
D、不能反射但可以发射任何电磁辐射.

10、两不同质量的粒子, 其德布罗意波长相同, 则这两粒子的 ()

- A、动量相同; B、能量相同; C、速度相同; D、动能相同.

二、填空题 (每空 2 分, 共 20 分)

1、一无限长载流导线弯成如图 3 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_____。

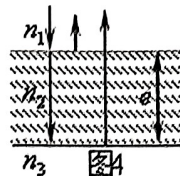


2、一通电流 $I = kt (k > 0)$ 的长直螺线管长为 L , 截面积为 S , 密绕 N 匝线圈, 则其自感为_____。

3、麦克斯韦电磁场理论的两点基本假设: 第一、除了静止电荷产生电场外, 变化的磁场也产生_____; 第二、传导电流激发磁场, 变化的电场即位移电流也激发_____。



4、如图 4 所示, 平行单色光垂直照射到薄膜上, 经上下两表面反射的两束光发生干涉。若薄膜的厚度为 e , 并且 $n_2 > n_1$, $n_2 > n_3$, λ_1 为入射光在折射率为 n_1 的媒质中的波长, 则两束反射光在相遇点的光程差为 _____; 和位相差 _____。



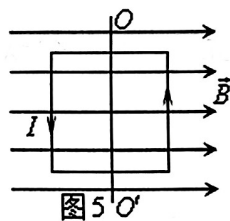
5、一束波长为 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的平行光垂直照射在一个单缝上。如果所用单缝的宽度 $a = 0.5 \text{ mm}$, 缝后紧挨着的薄透镜焦距 $f = 1 \text{ m}$, 则其中中央明纹宽度 _____。

6、一束光强为 I_0 的自然光, 相继通过三个偏振片 P_1, P_2, P_3 后, 出射的光强为 $I = I_0/8$ 。已知 P_1 和 P_3 的偏振化方向相互垂直, 若以入射光线为轴, 旋转 P_2 , 要使出射光的光强为零, P_2 要转过的角度为 _____。

7、黑体在某一温度时的辐出度为 $5.7 \times 10^4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, 则此时单色辐出度的最大值所对应的波长 $\lambda_m =$ _____。

8、一电子显微镜的加速电压为 $U = 4 \text{ kV}$, 则电子经过这一电压加速后的德布罗意波长为 _____。

三、(10 分) 一正方形线圈, 由细导线做成, 边长为 a , 共有 N 匝, 可以绕通过其相对两边中点的一个竖直轴自由转动。线圈中通有电流 I , 把线圈放在均匀外磁场 B 中, B 的方向与线圈的法向成 90° 角 (如图 5), 求:



(1) 线圈磁矩的大小和方向;

(2) 此时线圈所受的磁力矩;

(3) 从该位置转到平衡位置时, 磁力矩所做的功。



四、(10 分) 用曲率半径为 $R = 5m$ ，通光口径 $d = 6cm$ 的平凸透镜做牛顿环实验，当用波长 $\lambda = 600nm$ 的单色光垂直照射时，求：

- (1) 空气中最多可见的暗环数是多少？
- (2) 若将装置放入折射率为 $n = 1.4$ 液体中，最多可见的暗环数是多少？

五、(10 分) 波长为 $\lambda = 600nm$ 的单色光垂直入射到一光栅上，第 2、3 级明纹分别出现在 $\sin\theta = 0.20$ 和 $\sin\theta = 0.30$ 处，第 4 级缺级。试求：

- (1) 光栅常数；
- (2) 光栅上狭缝的宽度；
- (3) 屏上实际呈现的明纹全部级次和全部条纹数。



六、(10 分) 一粒子的静质量为 m_0 ，粒子的速率为 kc ($k < 1$)。

(1) 问粒子的运动质量是静质量的多少倍？

(2) 若一运动粒子质量为其静质量 m_0 的 k 倍，求该粒子的总能量、动能和动量。

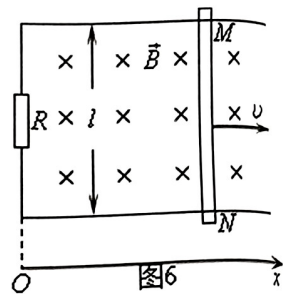
七、(10 分) (1) 用波长 $\lambda = 80nm$ 的紫外光线照射一基态氢原子，试用计算说明，能否使之电离？

(2) 若能够电离，电离出来的电子的初动能有多大？

(3) 此时电离出来电子的德布罗意波长为多少？



八、(10 分) 一导线矩形框的平面与磁感强度为 B 的均匀磁场相垂直。在矩形框上，有一质量 m ，长为 l ，可移动的细导体棒 MN ，矩形框还接有一个电阻 R ，其值较之导线的电阻值要大得很多。若开始时，细导体棒以速度 v_0 ，沿如图 6 的矩形框运动，试求：



- (1) 棒的速率随时间变化的函数关系；
- (2) 棒移动的距离随时间变化的函数关系；
- (3) 棒能移动的最大距离；
- (4) 从棒开始运动到任意 t 时刻回路中所产生的焦耳热。



2011-2012 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案

一、选择题(每小题 2 分, 共 20 分)

1、【正解】B

【解析】由安培环路定理 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$, 磁场方向与电流方向满足右手定律, 故 $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = -2\mu_0 I$,

$$\oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I, \quad \oint_{L_3} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I, \quad \oint_{L_4} \vec{B} \cdot d\vec{l} = -\mu_0 I.$$

【考点延伸】《考试宝典》专题八§8.2 磁场的高斯定理与安培环路定理

2、【正解】D

【解析】A、导体在磁场中运动, 产生动生电动势;

B、感生电场电力线是闭合曲线;

C、感生电场是非保守力场;

D、正确。

【考点延伸】《考试宝典》专题九§9.2 感应电动势

3、【正解】B

【解析】将 A、B 分别与圆心 O 连接, 由于 OA, OB 垂直于 $\vec{B}$, 所以 AB 上电动势为 $S_{OAB} \frac{dB}{dt}$,

$$\widehat{AB} \text{ 上电动势为 } S_{O\widehat{AB}} \frac{dB}{dt}.$$

$S_{OAB} > S_{O\widehat{AB}}$, 所以直导线中感应电动势较大。

【考点延伸】《考试宝典》专题九§9.2 感应电动势

4、【正解】B

【解析】 $\oint_B \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$, 即 $\vec{B}$ 散度为零, 是无源场, 没有起始点, 场线闭合。

【考点延伸】《考试宝典》专题八§8.2 磁场的高斯定理与安培环路定理

5、【正解】C

【解析】两明纹间距即光程差改变了 λ ,

$$\frac{\text{光程差 } s}{\text{狭缝 } d} = \frac{\text{屏上位置 } x}{\text{距离 } L}, \text{ 即 } \frac{\Delta s = \lambda}{d} = \frac{\Delta x = 3.6 \text{ mm}}{L}, \text{ 得 } \lambda = 600 \text{ nm}.$$

【考点延伸】《考试宝典》专题十三§13.2 光的干涉

6、【正解】A

【解析】光栅方程 $d \sin \theta = k\lambda$ 。

【考点延伸】《考试宝典》专题十三§13.3 光的衍射

7、【正解】C

【解析】自然光以布儒斯特角由空气入射, 反射光是垂直于入射平面振动的完全偏振光。

【考点延伸】《考试宝典》专题十三§13.4 光的偏振

8、【正解】D

【解析】尺缩钟慢效应知: $t > t_0, l < l_0$ 。

【考点延伸】《考试宝典》专题§6.3 狭义相对论的时空观

9、【正解】D

【解析】绝对黑体不能反射但可发射任何电磁辐射。

【考点延伸】《考试宝典》专题十四§14.1 黑体辐射

10、【正解】A



【解析】由 $p = \frac{h}{\lambda}$ ，德布罗意波长相同，两粒子动量相同。

二、填空题（每小题 2 分，共 20 分）

1、【正解】 $\frac{3\mu_0 I}{8R} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$

【解析】毕奥萨伐尔定律， $d\vec{B} = \frac{\mu}{4\pi} \cdot \frac{Id\vec{l} \times \vec{r}}{r^2}$ ，指向圆心的部分为 $B_1 = 0$ ，圆环部分为

$$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot \frac{3}{2}\pi R}{R^2} = \frac{3\mu_0 I}{8R}。剩下的直线 $B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$ ，方向与 B_2 相反。 $B_{总} = \frac{3\mu_0 I}{8R} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R}。$$$

【考点延伸】《考试宝典》专题八§8.2 磁场的高斯定理与安培环路定理

2、【正解】 $\frac{\mu_0 N^2 S}{L}$

【解析】 $L = \frac{\Psi}{I} = \frac{N\Phi}{I} = N \frac{\mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot I \cdot S}{I} = \frac{\mu_0 N^2 S}{L}$

【考点延伸】《考试宝典》专题八§8.3 磁场与实物的相互作用

3、【正解】电场；磁场

【解析】麦克斯韦电磁场理论的两点基本假设：第一、除了静止电荷产生电场外，变化的磁场也产生电场；第二、传导电流激发磁场，变化的电场即位移电流也激发磁场。

【考点延伸】《考试宝典》专题九§9.5 麦克斯韦方程组

4、【正解】 $2n_2 e - \frac{\lambda_1 n_1}{2}；\frac{4\pi n_2 e}{\lambda_1 n_1} - \pi$

【解析】上表面反射光存在半波损失， λ_1 为入射光在 n_1 中的波长，半波损失应为真空中的半个波长 $\frac{\lambda_1 n_1}{2}$ ，则两束反射光的光程差为 $\delta = 2n_2 e - \frac{\lambda_1 n_1}{2}$ ，位相差为 $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta = \frac{4\pi n_2 e}{\lambda_1 n_1} - \pi。$

【考点延伸】《考试宝典》专题十三§13.2 光的干涉

5、【正解】2mm

【解析】中央明纹宽度 $\frac{2\lambda}{a} \times f = 0.002m。$

【考点延伸】《考试宝典》专题十三§13.3 光的衍射

6、【正解】 $\frac{\pi}{4}$

【解析】设原来 P_1 和 P_2 的偏振化方向角度为 θ 。自然光通过 P_1 后为 $\frac{I_0}{2}$ ，由马吕斯公式，通过 P_2 后为 $\frac{I_0}{2} \cos^2 \theta$ ；通过 P_3 后为 $\frac{I_0}{2} \cos^2 \theta \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) = \frac{I_0}{8}$ ，得 $\theta = \frac{\pi}{4}$ 。要使出射光光强为零，则需将 P_2 旋转 $\frac{\pi}{4}$ 。

【考点延伸】《考试宝典》专题十三§13.4 光的偏振

7、【正解】2.894 μm

【解析】由维恩位移定律 $T\lambda_m = b$ ，斯特藩-玻尔兹曼定律 $M = \sigma T^4$ ，得到 $\lambda_m = 2.894 \mu m。$

【考点延伸】《考试宝典》十四专题§14.1 黑体辐射

8、【正解】 $1.94 \times 10^{-11} m$



【解析】 $p = \sqrt{2mE_k}$, $E_k = eU$, $\lambda = \frac{h}{p} = 1.94 \times 10^{-11} \text{m}$ 。

三、(10 分) 【解析】(1) 磁矩为 INa^2 , 方向垂直纸面向外, 由右手定律确定;

(2) $M = BINa^2$, 方向向上;

(3) $W = \Delta\Phi \cdot I = Na^2BI$ 。

【考点延伸】《考试宝典》专题八§8.3 磁场与实物的相互作用

四、(10 分)

【解析】(1) $r_R = \sqrt{kR\lambda}$, $r_R < 0.06\text{m}$, 得 k 最大为 1200, 最多可见 1200 个环;

(2) $r_R = \sqrt{nkR\lambda}$, $r_R < 0.06\text{m}$, 得 k 最大为 857。

【考点延伸】《考试宝典》专题十三§13.2 光的干涉

五、(10 分)

【解析】(1) $d\sin\theta = \pm k\lambda$, 代入 $k=2$, $\sin\theta=0.20$ 得到 $d=6000\text{nm}$ 。

(2) $d\sin\theta = k\lambda$, $a\sin\theta = k'\lambda$, 且 $k=4$ 时, k' 为整数; $k=2, 3$ 时, k' 不为整数, 可知

$a = \frac{3}{4}d$ or $\frac{1}{4}d$, 即 $a = 4.5\mu\text{m}$ or $1.5\mu\text{m}$ 。

(3) $k < \frac{d\sin\frac{\pi}{2}}{\lambda} = 10$,

当 $a = 4500\text{nm}$ 时, $\frac{d}{a} = \frac{4}{3}$, 呈现的明纹级次有 $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9$, 共 15 条;

当 $a = 1500\text{nm}$ 时, $\frac{d}{a} = 4$, 呈现的明纹级次有 $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9$, 共 15 条。

【考点延伸】《考试宝典》专题十三§13.3 光的衍射

六、(10 分)

【解析】(1) $\frac{m}{m_s} = \frac{1}{\sqrt{1-k^2}}$;

(2) 总能量为 $mc^2 = km_0c^2$, 动能为 $(k-1)m_0c^2$, 动量为 km_0v ,

$k = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, 得到 $p = km_0v = \sqrt{k^2-1}m_0c$ 。

【考点延伸】《考试宝典》专题六§6.4 狭义相对论动力学基础

七、(10 分)

【解析】(1) $E = \frac{hc}{\lambda} = 15.5\text{eV} > 13.6\text{eV}$, 能使之电离;



《大学物理 II》历年题

$$(2) E_k = E - W = 1.9 \text{ eV};$$

$$(3) \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = 0.89 \text{ nm}.$$

【考点延伸】《考试宝典》专题六§6.4 狭义相对论动力学基础

八、(10 分)

【解析】(1) $E = Blv$, $I = \frac{E}{R}$, $F = BIl$, $\frac{dv}{dt} = a = \frac{F}{m} = -\frac{B^2 l^2 v}{mR}$, 解得 $v = v_0 \cdot e^{-\frac{B^2 l^2}{mR} t}$;

$$(2) a = -\frac{B^2 l^2 v}{mR}, \text{ 两边积分, } v - v_0 = -\frac{B^2 l^2 x}{mR}, x = \frac{mRv_0(1 - e^{-\frac{B^2 l^2}{mR} t})}{B^2 l^2};$$

$$(3) t \rightarrow \infty \text{ 时, } x = \frac{mRv_0}{B^2 l^2};$$

$$(4) \text{ 能量守恒, } Q = \Delta E_R = \frac{1}{2}mv_0^2 \left(1 - e^{-\frac{2B^2 l^2}{mR} t}\right)$$

【考点延伸】《考试宝典》专题九§9.2 感应电动势



2010-2011 学年第一学期期末考试 A 卷

一、选择题(每小题 2 分, 共 20 分)

- 1、边长为 L 的一个导体方框上通有电流 I , 则此框中心的磁感应强度 ()
 A、与 L 无关; B、正比于 L^2 ; C、与 L 成正比; D、与 L 成反比。
- 2、在感应电场中电磁感应定律可写成 $\oint_C \vec{E}_k \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_m}{dt}$, 式中 $\vec{E}_k$ 为感应电场的电场强度, 此式表明 ()
 A、闭合曲线 C 上 $\vec{E}_k$ 处处相等;
 B、感应电场是保守力场;
 C、感应电场的电场线不是闭合曲线;
 D、在感应电场中不能像静电场那样引入电势的概念。
- 3、一交变磁场被限制在一半径为 R 的圆柱体中, 在柱内、外分别有两个静止点电荷 q_A 和 q_B , 则 ()
 A、 q_A 受力, q_B 不受力; B、 q_A 和 q_B 都受力;
 C、 q_A 和 q_B 都不受力; D、 q_A 不受力, q_B 受力。
- 4、关于位移电流, 下列哪一种说法是正确的 ()
 A、位移电流的磁效应不服从安培环路定理; B、位移电流是由变化磁场产生;
 C、位移电流不可以在真空中传播; D、位移电流是由变化电场产生。
- 5、根据惠更斯—菲涅尔原理, 若已知光在某时刻的波阵面为 S , 则 S 的前方某点 P 的光强决定于波阵面上所有面元发出的子波各自传到 P 点的 ()
 A、振动振幅之和; B、相干叠加;
 C、振动振幅之和的平方; D、光强之和。
- 6、严格地说, 空气的折射率大于 1, 因此在牛顿环实验中, 若将玻璃夹层中的空气逐渐抽去而成为真空时, 则干涉圆环将 ()
 A、变大; B、变小; C、消失; D、不变
- 7、自然光以 60° 入射角照射到某一透明介质表面时, 反射光为线偏振光, 则 ()
 A、折射光为线偏振光, 折射角为 30° ;
 B、折射光为部分偏振光, 折射角为 30° ;
 C、折射光为线偏振光, 折射角不能确定;
 D、折射光为部分偏振光, 折射角不能确定。



8、在相同的时间内，一束波长为 λ 的单色光在空气和玻璃中，则 ()

- A、传播的几何路程相等，通过的光程相等；
 B、传播的几何路程相等，通过的光程不等；
 C、传播的几何路程不等，通过的光程相等；
 D、传播的几何路程不等，通过的光程不等。

9、一个光子和一个电子具有相同的波长，则 ()

- A、光子具有较大的动量； B、电子具有较大的动量；
 C、电子和光子的动量相等； D、电子和光子的动量不确定。

10、如图 1 示，磁场由沿空心长圆筒形导体的均匀分布的电流产生，圆筒半径为 R ， x 轴坐标轴垂直圆筒轴线，原点在中心轴上，下图那条曲线表示 $B \sim x$ 的关系 ()

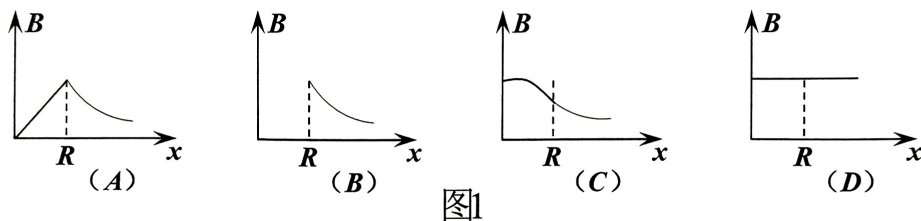


图1

二、填空题（每空 2 分，共 20 分）

1、如图 2 示，两个半径为 R 的相同导体细圆环，相互垂直放置，且两接触点 A、B 的连线为环的直径。现有电流 I 沿 AB 连线方向由 A 端流入，再由 B 端流出，则环中心 O 点处的磁感应强度的大小为 (1)。

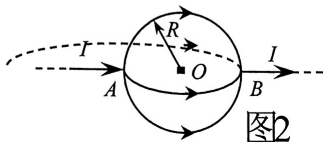


图2

2、在没有自由电荷与传导电流的变化电磁场中： $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} =$ (2)； $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} =$ (3)。

3、单缝衍射实验中，缝宽度 $a = 0.40\text{mm}$ ，以波长 $\lambda = 589\text{nm}$ 单色光垂直照射，透镜焦距 $f = 1.0\text{m}$ ，则第二级明纹距中心的距离约为 (4) mm。

4、真空中，一平面电磁波的电场 $E = E_y = E_0 \cos[\omega(t - \frac{x}{c})]$ (V/m)，则该电磁波的传播方向为 (5)，磁感应强度的振幅为 (6)。

5、美国波多黎各阿里西玻谷地的无线电天文望远镜的“物镜”镜面孔径为 D ，曲率半径是 R ，它工作的最短波长是 λ 。对于此波长，这台望远镜的最小分辨角 (7)；这台望远镜的角分辨率 (8)。



6、从铝中逸出一个电子需要 4.2eV 的能量，若用波长为 200nm 的光照射到铝表面，则逸出的光电子的最大动能为 (9)，金属铝的红线波长为 (10)。

三、(10 分)一无限长的同轴电缆由中心导体圆柱和外层导体薄圆筒组成，内、外半径分别为 R_1 和 R_2 ，筒与圆柱之间充以 μ 的电介质。当此电缆通以电流 I (由中心圆柱流出，由圆筒流回，电流均匀分布) 时，

- 求：(1) 此电流系统激发的磁场的磁感应强度分布；
 (2) 长度为 l 的一段电缆内所储存的磁能；
 (3) 长度为 l 的一段电缆的自感 (取轴线为坐标原点)。

四、(10 分) 两块平板玻璃，长度为 $L=4\text{cm}$ ，一端相接触，另一端垫一金属丝，两板之间形成夹角很小的空气劈尖如图 3 所示。现以波长 $\lambda = 500\text{nm}$ 的单色光垂直入射。



图3

- (1) 说明干涉条纹形状。
 (2) 相邻明纹之间的距离为 0.1mm ，求金属丝的直径。
 (3) 此时，在金属丝与棱边之间，明条纹的总数是多少？
 (4) 当金属丝通以电流，使金属丝受热膨胀，直径增大了 1000nm ，试问：玻璃板中点处观察到几条明纹移动？



五、(10 分) 用波长为 632.8nm 的单色光垂直照射一光栅, 已知光栅的缝宽 $a=0.012\text{mm}$, 不透光部分的宽度 $b=0.029\text{mm}$, 缝数 $N=1000$ 条。

试求: (1) 每个单缝衍射中央明纹的角宽度;

(2) 单缝衍射的中央包络线内有多少条干涉的主极大;

(3) 若 $a=b=0.02\text{mm}$, 实际可看见几条明条纹。

六、(10 分) 静止质量为 m_0 、静止边长为 l_0 的正方体, 沿其一边方向以某速度相对于地面运动, 测得其动质量为静质量的 $\frac{5}{3}$ 倍。

试求: (1) 地面上测得的运动速度为多少;

(2) 运动时的质量密度为多少;

(3) 总能量为多少;

(4) 物体的动能为多少。



七、(10 分) (1) 一静止电子 (电子静能 $E_0 = 0.5 \text{ MeV}$) 经 10^6 V 电压的电场加速, 试求: 加速后电子的动量和物质波波长; (2) 若一颗 10 g 的子弹以 100 m/s 的速度运动, 试求其动量和物质波波长。

八、(10 分) 如图 4 所示, 在光滑的水平桌面上, 有一根长为 L , 质量为 m 的匀质金属棒, 以一端为中心旋转, 另一端在半径为 L 的金属圆环上滑动, 接触良好, 棒在中心的一端和金属环之间接电阻 R , 在桌面法线方向加一均匀磁场, 其大小为 B 。若在起始位置 $\theta = 0$ 时, 给金属棒一初角速度 ω_0 ,

则求: (1) 金属棒上的电动势;

(2) 金属棒所受的磁力;

(3) 任意时刻 t 金属棒的角速度 ω ;

(4) 当金属棒最后停下来时, 棒绕中心转过的角度 θ 等于多少? (金属棒、金属环以及接线的电阻、机械摩擦力忽略不计)



2010-2011 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案

一、选择题(每题 2 分, 共 20 分)

1、【正解】D

【解析】框中心的磁感应强度 $B = 4 \times \frac{\mu_0 I}{4\pi \frac{L}{2}} \times \sqrt{2}$, 与 L 成反比。

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.1 一、毕奥-萨伐尔定律

2、【正解】D

【解析】闭合曲线 C 上的 $\vec{E}_K$ 不一定处处相等; 感生电场为有旋场, 通常被称为涡旋电场, 其电场线是闭合曲线; 感生电场为非保守力场, 感生电场力的功与路径有关; 感生电场是非保守力场, 不能引入电势的概念

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.2 感应电动势

3、【正解】B

【解析】以圆柱轴心为圆心过两点电荷做圆, 两圆内的磁通量都会变化, 故都有涡旋电场存在, 故 q_A, q_B 都受力。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.2 感应电动势

4、【正解】D

【解析】位移电流的磁效应服从安培环路定理; 位移电流是由变化的电场产生的; 位移电流可以在真空中传播。

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.5 麦克斯韦方程组

5、【正解】B

【解析】惠更斯-菲涅尔原理: 介质中波动传播到的各点, 都可看成是发射子波的新波源, 在以后的任何时刻, 这些子波的包络就是新的波阵面, 波前 Z 上每一个 dZ 都是新的波动中心, 它们发出次波。在空间某点 P 的振动是这些所有次波的干涉叠加。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.4 波的衍射和干涉

6、【正解】A

【解析】设空气折射率为 n , 则干涉条件为 $\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & \text{明环}(k=1, 2, \dots) \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{暗环}(k=0, 1, 2, \dots) \end{cases}$

近似的有 $d = \frac{r^2}{2R}$, 当 n 渐渐减小为 1 时, 每个明(暗)环的 d 增大, r 增大

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 光的干涉

7、【正解】B

【解析】由布儒斯特角入射时反射光为完全偏振光, 折射光为部分偏振光, 由布儒斯特定律有 $\tan 60^\circ = \frac{n}{1}$, $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta} \Rightarrow \theta = 30^\circ$ 。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4 光的偏振

8、【正解】C

【解析】光在不同介质内, 相同时间内, 传播的几何路径不等, 通过的光程相等。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.1 光波和光程

9、【正解】C

【解析】德布罗意关系式 $p = \frac{h}{\lambda}$, 相同波长时, 电子和光子动量相同。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3 光电效应



10、【正解】B

【解析】由高斯定理得, B 与以轴线为圆心, 过该点做圆内的电流代数和成正比, 与 x 成反比, 在圆筒内部时, 电流代数和为零, 故磁感应强度为零, 外部时, 电流代数和为定值, 与 x 成反比

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.2 磁场的高斯定理与安培环路定理

二、填空题(每空 2 分, 共 30 分)

1、【正解】0

【解析】长直导线部分, 延长线通过 O 点, 在 O 点产生的磁感应强度为零, 圆弧导线部分, 在 O 产生的磁感应强度两两抵消, 故 O 点磁感应强度为 0

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.1 一、毕奥-萨伐尔定律

$$2、【正解】 -\int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} \quad \int_s \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

【解析】麦克斯韦方程组

【考点延伸】《考试宝典》知识点九 9.5 麦克斯韦方程组

3、【正解】3.7

$$【解析】第二条明纹有 $a \sin \theta = \frac{5}{2} \lambda, \theta \approx \frac{x}{f} \Rightarrow x = \frac{1 \times 5 \times 589 \times 10^{-9}}{2 \times 0.4 \times 10^{-3}} \text{ m} = 3.7 \text{ mm}$$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

$$4、【正解】x \text{ 轴正方向} \quad \frac{E_0}{c}$$

【解析】表达式内 $t - \frac{x}{c}$ 表示电磁波沿 x 轴正方向传播, 电场的振幅为 E_0 ,

$$\sqrt{\epsilon_0} E_0 = \sqrt{\mu_0} H_0 \Rightarrow B_0 = \mu_0 H_0 = E_0 \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} = \frac{E_0}{c}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.6 电磁振荡与电磁波

$$5、【正解】 \frac{1.22\lambda}{D} \quad \frac{D}{1.22\lambda}$$

$$【解析】最小分辨角 $\delta\varphi_R = 1.22 \frac{\lambda}{D}$, 分辨率 $r = \frac{1}{\delta\varphi_R} = \frac{D}{1.22\lambda}$$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

6、【正解】2.0eV 295.8nm

$$【解析】E_k = \frac{hc}{\lambda} - E_0 = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{200 \times 10^{-9} \times 1.6 \times 10^{-19}} - 4.2 = 2.0 \text{ eV}$$

$$\frac{hc}{\lambda_0} = E_0 \Rightarrow \lambda_0 = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4.2 \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ m} = 295.8 \text{ nm}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3 光电效应

三、(10 分)【解析】

$$(1) \text{ 由安培环路定理 } B \cdot 2\pi r = \mu_0 \mu_r I = \begin{cases} \frac{\mu_0 I r^2}{R_1^2} & r < R_1 \\ \mu I & R_1 < r < R_2 \\ 0 & r > R_2 \end{cases}$$



$$B = \begin{cases} \frac{\mu_0 I r}{2\pi R_1^2} & r < R_1 \\ \frac{\mu I}{2\pi r} & R_1 < r < R_2 \\ 0 & r > R_2 \end{cases}$$

$$(2) W_m = \int w_m dV = \int \frac{B_1^2}{2\mu_0} dV + \int \frac{B_2^2}{2\mu} dV$$

单位长度的磁能:

$$\begin{aligned} \frac{W_m}{l} &= \frac{1}{2\mu_0} \int_0^{R_1} \left(\frac{\mu_0 I r}{2\pi R_1^2} \right)^2 2\pi r dr + \frac{1}{2\mu} \int_{R_1}^{R_2} \left(\frac{\mu I}{2\pi r} \right)^2 2\pi r dr \\ &= \frac{\mu_0 I^2}{16\pi} + \frac{\mu I^2}{4\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \end{aligned}$$

$$(3) L = \frac{2W_m}{I^2} \text{ 则单位长度的自感 } \frac{L}{l} = \frac{\mu_0}{8\pi} + \frac{\mu}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.3 磁场与实物的相互作用
四、(10分) 【解析】(1) 干涉条纹为明暗相交的等距干涉条纹

$$(2) \sin \theta = \frac{d}{L} = \frac{\Delta e_k}{l}, \quad d = \frac{\lambda}{2l} L = 1 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$(3) N = \frac{L}{l} = \frac{d}{\frac{\lambda}{2}} = 400 \text{ 条}$$

$$(4) \text{ 相邻明纹对应的厚度差 } \Delta e_k = e_{k+1} - e_k = \frac{\lambda}{2},$$

$$\text{明纹移动时厚度变化 } \Delta e = \frac{n\lambda}{2} \quad \frac{\Delta e}{\frac{L}{2}} = \frac{\Delta d}{L} \Rightarrow n = 2$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 光的干涉
五、(10分) 【解析】

$$(1) \text{ 中央明纹角宽度 } \theta_0 = \frac{2\lambda}{a} = 2 \times \frac{632.8 \times 10^{-9}}{0.012 \times 10^{-3}} = 0.1055 \text{ rad}$$

$$(2) d \sin \varphi = k\lambda \quad a \sin \varphi = \lambda$$

$$k = \frac{d}{a} = \frac{0.012 + 0.029}{0.012} = 3.4$$

$k = 3$, 则衍射中央明纹中可以看到 7 条干涉的主极大

$$(3) \frac{d}{a} = 2 \text{ 则偶数级缺级}$$

$$k_{\max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{0.04 \times 10^{-3}}{632.8 \times 10^{-9}} = 63.2111$$

能看到 131 条明条纹

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射
六、(10分)

$$\text{【解析】(1) } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \Rightarrow v = 0.8c$$



$$(2) \quad l = l_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = 0.6l_0 \quad V = 0.6l_0^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\frac{5}{3}m_0}{\frac{3}{5}l_0^3} = \frac{25m_0}{9l_0^3}$$

$$(3) \quad E = mc^2 = \frac{5}{3}m_0c^2$$

$$(4) \quad E_k = E - E_0 = \frac{2}{3}m_0c^2$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.4 狭义相对论动力学基础

七 (10 分)

【解析】(1) $E = E_0 + eU = 1.5\text{MeV}$

$$E^2 = p^2c^2 + E_0^2$$

$$p = \sqrt{\frac{E^2 - E_0^2}{c^2}} = 7.54 \times 10^{-22} \text{kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{\sqrt{\frac{(1.5 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19})^2 - (0.5 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19})^2}{9 \times 10^{16}}}} = 8.78492 \times 10^{-13} \text{m}$$

$$(2) \quad p = mv = 10 \times 10^{-3} \times 100 = 1 \text{kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{1} = 6.626 \times 10^{-34} \text{m}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.3 光电效应

八、(10 分)

【解析】

$$(1) \quad \text{初始时刻 } \varepsilon_i = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_0^L rB\omega dr = \frac{1}{2}B\omega_0 L^2 \quad \text{若棒逆时针转动, 则电动势方向沿半径指向 } O \text{ 点, 若顺时针转动, 则沿半径背指 } O \text{ 点}$$

$$(2) \quad \text{初始时刻 } I = \frac{\varepsilon_i}{R}, \quad F = BIL = \frac{B^2\omega_0 L^3}{2R} \quad \text{方向与棒运动方向相反}$$

$$(3) \quad dM = -r \frac{\varepsilon_i}{R} B dr$$

$$M = \int dM = \int_0^L -r \frac{\varepsilon_i}{R} B dr = -\frac{B^2\omega L^4}{4R}$$

$$M = J\alpha \quad -\frac{B^2\omega L^4}{4R} = \frac{1}{3}mL^2 \frac{d\omega}{dt} \quad \frac{d\omega}{\omega} = -\frac{3B^2 L^2}{4Rm} dt$$



$$\omega = \omega_0 e^{-\frac{3B^2 L^2}{4mR} t}$$

$$(4) \quad \frac{1}{\omega} \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{\omega} \frac{d\omega}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = \frac{d\omega}{d\theta} = -\frac{3B^2 L^2}{4mR}$$

$$d\theta = -\frac{4mR}{3B^2 L^2} d\omega \quad \Delta\theta = \int_0^\theta d\theta = \int_{\omega_0}^0 -\frac{4mR}{3B^2 L^2} d\omega = \frac{4mR\omega_0}{3B^2 L^2} = \theta$$

$$\theta = \frac{4mR\omega_0}{3B^2 L^2}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点八 8.3 磁场与实物的相互作用



2010-2011 学年第一学期期末考试 B 卷

一、选择题 (每题 3 分, 共 30 分)

1、一交变磁场被限制在一半径为 R 的圆柱体中, 在柱内、外分别放有两个静止点电荷 q_A 和 q_B , 则 ()

- A、 q_A 受力, q_B 不受力; B、 q_A 和 q_B 都受力;
C、 q_A 和 q_B 都不受力; D、 q_A 不受力, q_B 受力。

2、电流元 Idl 是圆电流自身的一部分, 则 ()

- A、电流元受磁力为 0;
B、电流元受磁力不为 0, 方向沿半径向外;
C、电流元受磁力不为 0, 方向指向圆心;
D、电流元受磁力不为 0, 方向垂直圆电流平面。

3、设在真空中沿着 z 轴正方向传播的平面电磁波, 其磁场强度的表达式为 $H_y = H_0 \cos \omega \left(t - \frac{z}{c} \right)$,

则电场强度的表达式为 ()

- A、 $E_y = -\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} H_0 \cos \omega \left(t - \frac{z}{c} \right)$; B、 $E_x = -\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} H_0 \cos \omega \left(t - \frac{z}{c} \right)$;
C、 $E_x = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} H_0 \cos \omega \left(t - \frac{z}{c} \right)$; D、 $E_y = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} H_0 \cos \omega \left(t + \frac{z}{c} \right)$ 。

4、在真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B , 若 A, B 两点位相差为 3π , 则此路径 AB 的光程为 ()

- A、 1.5λ ; B、 $1.5n\lambda$; C、 3λ ; D、 $1.5\lambda/n$ 。

5、观察单色光垂直入射时的光栅衍射图像, 发现第 3, 6, 9, ... 等主极大缺级, 由此可见, 光栅透光部分的宽度 a 与不透光部分的宽度 b 之间的关系为 ()

- A、 $b=a/2$; B、 $b=a$; C、 $b=2a$; D、 $b=3a$

6、自然光以 60° 入射角照射到某一透明介质表面时, 反射光为线偏振光, 则 ()

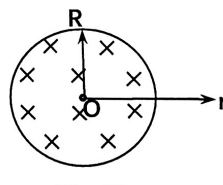
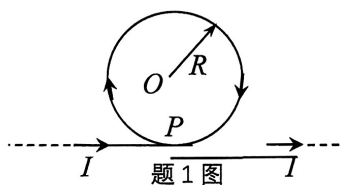
- A、折射光为线偏振光, 折射角为 30° ;
B、折射光为部分偏振光, 折射角为 30° ;
C、折射光为线偏振光, 折射角不能确定;
D、折射光为部分偏振光, 折射角不能确定。



- 7、戴维孙—革末实验中以电子射向晶体镍的表面，此实验 ()
A、测定了电子的荷质比； B、确定了光电效应的真实性；
C、表明了电子的波动性； D、观察到了原子能级的不连续性。
- 8、两不同质量的粒子，其德布罗意波长相同，则这两粒子的 ()
A、动量相同； B、能量相同； C、速度相同； D、动能相同。
- 9、绝对黑体是这样一种物体 ()
A、不辐射可见光的物体； B、不辐射任何光线的物体；
C、不反射任何光线的物体； D、不反射可见光的物体。
- 10、在一个惯性系中不同地点、相同时刻发生的两个事件，在其他惯性系中的观察者看来，这两个事件 ()
A、一定是同时发生的； B、不一定是同时发生的；
C、一定不是同时发生的； D、无法确定

二、填空题（每空 2 分，共 20 分）

- 1、一无限长直导线通电流 I ，在 P 点处弯成一个半径为 R 的圆， P 点处导线彼此绝缘，如图 1 所示，圆心 O 点处磁感应强度的大小为 (1)，方向为 (2)。



- 2、在一个半径为 R 的圆柱形空间内，有一均匀分布的磁场 B ，且随时间变化率为 dB/dt ，在圆柱形空间内的感生电场强度 $E_k =$ (3)，圆柱形空间外的感生电场强度 $E_k =$ (4)。
- 3、焦距为 f 的透镜放在一个直径为 D 的圆孔后，用波长为 λ 平行单色光垂直照射圆孔，则其最小分辨角为 (5)；在焦平面上爱里斑半径为 (6)。
- 4、空腔辐射体(视为绝对黑体)在 $5000K$ 时，辐射的峰值波长 $\lambda_m =$ (7)；辐射出射度为 (8)。
- 5、从铝中移出一个电子需要 $4.2eV$ 的能量，今有波长为 $2000\text{\AA}$ 的光照射到铝表面上，铝表面发射的光电子的最大动能为 (9) eV ；铝的红限波长为 (10)。



三、(10 分) 现有一电缆, 由两个无限长的同轴导体圆筒构成, 内、外圆筒之间充满了磁导率为 μ 的磁介质, 内、外圆筒上通有大小相等, 方向相反的电流 I , 设两圆筒的半径分别为 R_1 和 R_2 ,

求: (1) 此电流系统激发磁场的磁感应强度分布;

(2) 求圆筒间任一点处的磁能密度。

四、(10 分) 在牛顿环实验装置的平凸透镜和平板玻璃之间充以某种液体, 观察到第 10 个明环的直径由充液体前的 14.8cm 变为充液体后的 12.7cm, 求这种液体的折射率。

