

北京工业大学 2018—2019 学年第一学期

《大学物理 I-2》期末考试 A 卷

考试说明: 考试时, 仅需自备笔尺、计算器, 手机关闭收起, 草稿纸不上交, 承诺:

本人已学习了《北京工业大学考场规则》和《北京工业大学学生违纪处分条例》, 在考试过程中自觉遵守有关规定和纪律, 服从监考教师管理, 诚信考试, 做到不违纪、不作弊、不替考, 若有违反, 愿接受相应处分。

承诺人: _____ 学号: _____ 班号: _____

注: 本试卷共 三 大题, 共 8 页, 满分 100 分, 考试时必须使用卷后附加草稿纸。

卷面成绩汇总表 (阅卷教师填写)

题号	一	二	三						附加题 (选作)	总成绩
			1	2	3	4	5	6		
满分	30	20	10	10	10	10	5	5	45	
得分										

得分

一、选择题 (30 分)

1. (本题 3 分) 半径为 R 的金属球与地连接, 在与球心 O 相距 $d=2R$ 处有一电荷为 q 的点电荷, 如图所示, 设地的电势为零, 则球上的感生电荷 q' 为



- (A) 0; (B) $\frac{q}{2}$; (C) $-\frac{q}{2}$; (D) $-q$.

[]

2. (本题 3 分) 有一边长为 a 的正方形平面, 在其中垂线上距中心 O 点 $a/2$ 处, 有一电荷为 q 的正点电荷, 如图所示, 则通过该平面的电场强度通量为



[]

- (A) $\frac{q}{3\epsilon_0}$; (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0}$; (C) $\frac{q}{3\pi\epsilon_0}$; (D) $\frac{q}{6\epsilon_0}$.

3. (本题 3 分) 根据高斯定理的表达式 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \Sigma q$ 可知下述各种说法中, 正确的是

- (A) 闭合面内的电荷代数和为零时, 闭合面上各点场强一定为零;
(B) 闭合面内的电荷代数和不为零时, 闭合面上各点场强一定处处不为零;
(C) 闭合面内的电荷代数和为零时, 闭合面上各点场强不一定处处为零;
(D) 闭合面上各点场强均为零时, 闭合面内一定处处无电荷。

[]

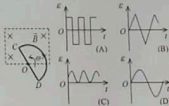
4. (本题 3 分) 如图两个半径为 R 的相同的金属环在 a 、 b 两点接触 (ab 连线为环直径), 并相互垂直放置。电流 I 沿 ab 连线方向由 a 端流入, b 端流出, 则环中心 O 点的磁感强度的大小为



- (A) 0; (B) $\frac{\mu_0 I}{4R}$; (C) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4R}$; (D) $\frac{\mu_0 I}{R}$; (E) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{8R}$.

[]

5. (本题 3 分) 如图所示, 矩形区域为均匀稳恒磁场, 半圆形闭合导线回路在纸面内绕 O 作逆时针方向匀速转动, 圆心 O 点恰好落在磁场的边缘上, 且半圆形闭合导线完全在磁场外时开始计时, 图(A)至(D)的 θ - t 函数图像中哪一条属于半圆形导线回路中产生的感应电动势?



[]

6. (本题 3 分) 真空中一根无限长直细导线上通有电流 I , 则距导线垂直距离为 a 的空间某点处的磁能密度为

- (A) $\frac{1}{2}\mu_0\left(\frac{\mu_0 I}{2\pi a}\right)^2$; (B) $\frac{1}{2\mu_0}\left(\frac{\mu_0 I}{2\pi a}\right)^2$; (C) $\frac{1}{2}\left(\frac{2\pi a}{\mu_0 I}\right)^2$; (D) $\frac{1}{2\mu_0}\left(\frac{\mu_0 I}{2a}\right)^2$.

[]

7. (本题 3 分) 自然光以 60° 的入射角照射到某两介质交界面时, 反射光为完全线偏振光, 则知折射光为

- (A) 完全线偏振光且折射角是 30° ;
(B) 部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为 $\sqrt{3}$ 的介质时, 折射角是 30° ;
(C) 部分偏振光, 但须知两种介质的折射率才能确定折射角;
(D) 部分偏振光且折射角是 30° 。

8. (本题 3 分) 如图, 用单色光垂直照射在观察牛顿环的装置上, 当平凸透镜垂直向上缓慢平移而远离平面玻璃时, 可以观察到这些环状干涉条纹

- (A) 向右平移; (B) 向中心收缩; (C) 向外扩张; (D) 静止不动;
(E) 向左平移。

9. (本题 3 分) 下述说法中, 正确的是

- (A) 本征半导体是电子与空穴两种载流子同时参与导电, 而杂质半导体 (n 型或 p 型) 只有一种载流子 (电子或空穴) 参与导电, 所以本征半导体导电性能比杂质半导体好;
(B) n 型半导体的导电性能优于 p 型半导体, 因为 n 型半导体是负电子导电, p 型半导体是正离子导电;
(C) n 型半导体中杂质原子所形成的局部能级靠近空带 (导带) 的底部, 使局部能级中多余的电子容易被激发跃迁到空带中去, 大大提高了半导体导电性能;
(D) p 型半导体的导电机构完全决定于满带中空穴的运动。

10. (本题 3 分) 按照原子的量子理论, 原子可以通过自发辐射和受激辐射的方式发光, 它们所产生的光的特点是

- (A) 两个原子自发辐射同频率的光是不相干的, 原子受激辐射的光与入射光是不相干的;
(B) 两个原子自发辐射同频率的光是不相干的, 原子受激辐射的光与入射光是相干的;
(C) 两个原子自发辐射同频率的光是不相干的, 原子受激辐射的光与入射光是不相干的;
(D) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的, 原子受激辐射的光与入射光是相干的。

二、填空题 (每空 2 分, 共 20 分)

1. (本题 4 分) 一空气电容器充电后切断电源, 电容器储能 W_0 , 若此时在极板间灌入相对介电常量为 ϵ_r 的煤油, 则电容器储能变为 W_0 的 _____ 倍, 如果灌煤油时电容器一直与电源相连接, 则电容器储能将是 W_0 的 _____ 倍。

2. (本题 4 分) 如图, 均匀磁场中放一均匀带正电荷的圆环, 其线电荷密度为 λ , 圆环可绕通过环心 O 与环面垂直的转轴旋转。当圆环以角速度 ω 转动时, 圆环受到的磁力矩为 _____, 其方向 _____。(方向描述请用“平行于纸面向上、向下、向左、向右、……”、“垂直于纸面向内、向外”)



[]

[]

3. (本题 2 分) 如图所示, 磁感强度 \vec{B} 沿闭合曲线 L 的环流

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}}.$$



4. (本题 2 分) 波长为 λ 的单色光垂直入射在缝宽 $a = 4\lambda$ 的单缝上, 对应于衍射角 $\varphi = 30^\circ$, 单缝处的波面可划分为 _____ 个半波带。



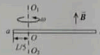
5. (本题 4 分) 如图, 在双缝干涉实验中 $SS_1 = SS_2$, 用波长为 λ 的光照射双缝 S_1 和 S_2 , 通过空气后在屏幕 E 上形成干涉条纹。已知 P 点处为第三级明条纹, 则 S_1 和 S_2 到 P 点的光程差为 _____。若将整个装置放于某种透明液体中, P 点为第四级明条纹, 则该液体的折射率 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6. (本题 4 分) 两个偏振片堆叠在一起, 其偏振化方向相互垂直。若一束强度为 I_0 的线偏振光入射, 其光矢量振动方向与第一偏振片偏振化方向夹角为 $\pi/4$, 则穿过第一偏振片后的光强为 _____, 穿过两个偏振片后的光强为 _____。

三、计算题 (50 分)

得分

1. (本题 10 分) 如图所示, 金属细杆 ab 长为 L , 绕垂直 O_1O_2 以角速度 ω 在水平面内旋转, O_1O_2 距杆 a 端 $L/5$ 。若已知地磁场在竖直方向的分量为 \vec{B} , 求 ab 两端电势差 $U_a - U_b$ 。



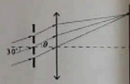
得分

2. (本题 10 分) 如图所示, 一半径为 a 的带电金属球, 其电荷面密度为 σ , 球外同心地套一内半径为 b 、外半径为 c 的各向同性均匀电介质球壳, 其相对介电常量为 ϵ_r . 试求: (1) 介质球壳内距离球心为 r 处的 P 点的场强; (2) 金属球的电势 (设无限远处的电势为零).



得分

3. (本题 10 分) 以波长为 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 的单色平行光斜入射在光栅常数为 $d = 2.10 \mu\text{m}$ 、缝宽为 $a = 0.700 \mu\text{m}$ 的光栅上, 斜入射角为 $i = 30^\circ$, 求能看到哪几级光谱线. ($1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$, $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)



得分

4. (本题 10 分) 实验发现基态氢原子可吸收能量为 12.75 eV 的光子。
(1) 试问氢原子吸收该光子后将被激发到哪个能级?
(2) 受激发的氢原子向低能级跃迁时, 可能发出哪几条谱线? 请画出能级图 (定性), 并将这些跃迁画在能级图上。

得分

5. (本题 5 分) 若不考虑相对论效应, 则波长为 550 nm 的电子的动能是多少电子伏特? (普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, 电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

得分

6. (本题 5 分) 粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a) \quad (0 < x < a)$$

若粒子处于 $n=1$ 的状态, 它在 $0 \sim a/4$ 区间内的概率是多少?

(提示: $\int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4}\sin 2x + C$)

得分

附·加·题(选作, 共计45分)

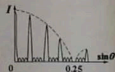
1. (5分) 已知某静电场的电势分布为 $U = 8x + 12x^2y - 20y^2$ (SI), 试求场强分布 \vec{E} .

$$\vec{E} = -(8 + 24xy + 12x^2 - 40y) \vec{e}_r$$

电势函数求场强

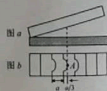
2. (10分) 已知光栅入射光波长 5000\AA , 由图中衍射光强分布
试求: (1) 光栅缝数 N ; (2) 缝宽 a ; (3) 光栅常数 d .

$$\begin{aligned} d \sin \theta &= k\lambda \\ d \sin 0.15 &= 4 \times 5000\text{\AA} \\ d &= 8 \times 10^{-6} \text{m} \\ \therefore N &= \frac{1}{\Delta\theta} = 1.15 \times 10^4 \\ &\approx 11500 \text{条} \\ \therefore \frac{a}{d} &= 4 \\ a &= \frac{d}{4} = 2 \times 10^{-6} \text{m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \vec{b}' &= \vec{p} - \vec{r} \\ \vec{p} &= \epsilon_0 \chi \vec{E} \\ &= \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) \vec{E} \end{aligned}$$

$$\vec{E} = \frac{C}{\epsilon_0 \epsilon_r}$$

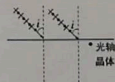
3. (10分, 每空5分) 平行板电容器, 板间充满电介质 (ϵ), 极板上自由电荷面密度为 σ , 则
介质中束缚电荷的场强 $E' =$ _____, 介质表面束缚电荷的面密度 $\sigma' =$ _____.4. (9分, 每空3分) 图 a 为一块光学平板玻璃与一个加工过的
的平面一端接触, 构成的空气劈尖, 用波长为 λ 的单色光垂直
照射. 看到反射光干涉条纹 (实线为暗条纹) 如图 b 所示, 则
干涉条纹上 A 点处所对应的空气薄膜厚度为 $e = \frac{3}{8}\lambda$, A
点缺陷 (请选填“凸起”或“凹陷”) 的 $\Delta h = \frac{1}{8}\lambda$.

$$\frac{1}{8}\lambda$$

5. (6分, 每空3分) 试写出自由粒子波函数 _____ 以及一般

情况下的薛定谔方程 $-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) + U(x, y, z, t) \psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$

6. (5分) 用惠更斯作图法试画出负单轴晶体中光的传播路径。



用惠更斯原理确定衍射光的传播方向。

