

**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：本试卷共三道大题，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	三						附加题 (选作)	总成绩
	一	二	1	2	3	4		
满分	30	20	10	10	10	5	5	45
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，则球上的感应电荷  $q'$  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)  $\frac{q}{6\epsilon_0}$ . [ ]

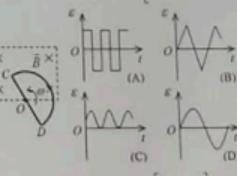
3. (本题 3 分) 根据高斯定理的表达式  $\iiint_E d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q$  可知下述各种说法中，正确的是

- (A) 闭合面上的电荷代数和为零时，闭合面上各点场强一定为零;  
 (B) 闭合面上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) 闭合面上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  $a$ 、 $b$  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  $O$  点的磁感应强度的大小为

(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轴  $O$  作逆时针方向匀角速转动，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  $e-t$  函数图象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导线上通有电流  $I$ ，则距导线垂直接近距离为  $a$  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  $60^\circ$  的入射角照射到某两介质界面时, 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  $30^\circ$ ;
- (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  $30^\circ$ ;
- (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  $30^\circ$ .

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)  $p$ 型半导体的导电性能优于  $n$ 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.

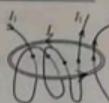
## 二、填空题(每空 2 分, 共 20 分)

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  $\epsilon_0$  的煤油, 则电容器储能变为  $W_1$  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.

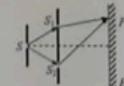
2. (本题 4 分) 如图, 均匀磁场中放一均匀带正电荷的圆环, 其电线荷密度为  $\lambda$ , 圆环可绕通过环心  $O$  与环面垂直的转轴旋转. 当圆环以角速度  $\omega$  转动时, 圆环受到的磁力矩为\_\_\_\_\_, 其方向\_\_\_\_\_. (方向描述请用“平行于纸面向上、向下、向左、向右、……”、“垂直于纸面向内、向外”)

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  $\lambda$  的单色光垂直入射在缝宽  $a=4\lambda$  的单缝上, 对应于衍射角  $\phi=30^\circ$ , 单缝处的波面可划分为\_\_\_\_\_个半波带.



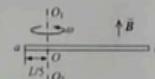
5. (本题 4 分) 如图所示, 在双缝干涉实验中  $SS_1=SS_2$ , 用波长为  $\lambda$  的光照射双缝  $S_1$  和  $S_2$ , 通过空气后在屏幕  $E$  上形成干涉条纹. 已知  $P$  点处为第三级明条纹, 则  $S_1$  和  $S_2$  到  $P$  点的光程差为\_\_\_\_\_. 若将整个装置放入某种透明液体中,  $P$  点为第四级明条纹, 则该液体的折射率  $n=$ \_\_\_\_\_.

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  $L$ , 绕直轴  $O_1O_2$  以角速度  $\omega$  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  $ab$



两端的电势差  $U_a - U_b$ .

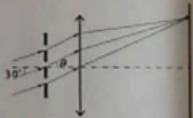
得分

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  $\sigma$ 。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  $\epsilon_r$ ,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 μm=10<sup>-6</sup>m, 1nm=10<sup>-9</sup>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),并将其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 550nm 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  $0-a/4$  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)

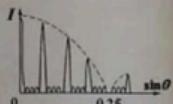
1. (5 分) 已知某静电场的电势分布为  $U=8x+12x^2y-20y^2$  (SI), 试求场强分布  $\vec{E}$ .

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

电势函数的负梯度

2. (10 分) 已知光栅入射光波长  $5000\text{\AA}$ , 由图中衍射光强分布  
试求: (1) 光栅缝数  $N$ ; (2) 缝宽  $a_1$ ; (3) 光栅常数  $d$ .

$$\begin{aligned} d \sin \theta &= k\lambda \\ d \cdot 0.15 &= 4 \cdot 5000 \text{\AA} \\ d &= 8 \times 10^{-6} \text{m} \\ N &= \frac{d}{\lambda} = 1.15 \times 10^4 \\ \frac{N}{a} &= 4 \\ a &= \frac{d}{4} = 2 \times 10^{-6} \text{m} \\ E &= \frac{6}{8 \times 10^{-6}} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \vec{E}' &= \vec{P} \vec{n}_0 \\ \vec{P} &= E_0 \vec{x} \vec{z} \\ &= E_0 (k_0 - 1) \vec{z} \end{aligned}$$

3. (10 分, 每空 5 分) 平行板电容器, 板间充满电介质 ( $\epsilon$ ), 极板上自由电荷面密度为  $\sigma$ , 则  
介质中束缚电荷的场强  $E' = \underline{\hspace{2cm}}$ , 介质表面束缚电荷的面密度  $\sigma' = \underline{\hspace{2cm}}$ ,4. (9 分, 每空 3 分) 图 a 为一块光学平板玻璃与一个加工过  
的平面一端接触, 构成的空气劈尖, 用波长为  $\lambda$  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

$$\text{干涉条纹 } A \text{ 点处所对应的空气薄膜厚度 } e = \frac{3}{2}\lambda, A$$

点缺陷  (请选填“凸起”或“凹陷”) 的  $\Delta h = \frac{1}{6}\lambda$ .

$$\frac{1}{6}\lambda$$

5. (6 分, 每空 3 分) 试写出自由粒子波函数  
以及一般

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

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。

