

# 浙江师范大学 2006 年硕士研究生 入学考试试题

考试科目：普通物理

报考学科、专业：理论物理、光学

物理常数：

真空介电常数： $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ， 真空磁导率： $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$

光速： $c = 3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ ，

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

基本电荷： $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ ，

里德伯恒量： $R = 1.097 \times 10^7 \text{m}^{-1}$

## 一、填空题（每空 3 分，共 60 分）

- 两个同方向同频率的简谐振动，其合振动的振幅为 20cm，合振动与第一个简谐振动的位相差为  $\Phi - \Phi_1 = \pi/6$ 。若第一个简谐振动的振幅为  $10\sqrt{3} = 17.3\text{cm}$ ，则第二个简谐振动的振幅为\_\_\_\_\_cm，第一、二两个简谐振动的位相差  $\Phi_1 - \Phi_2$  为\_\_\_\_\_。
- 一质点沿  $x$  轴作简谐振动，振动方程为  $x = 4 \times 10^{-2} \cos\left(2\pi t - \frac{1}{6}\pi\right)$  (SI 制)。从  $t=0$  时刻起，到质点位置在  $x = -2\text{cm}$  处，且向  $x$  轴正方向运动的最短时间为\_\_\_\_\_。
- 如图 1-1 所示，电量相等的四个点电荷两正两负分别置于边长为  $a$  的正方形的四个角上，以无限远处为电势零点，则正方形中心  $O$  点处的电势和电场大小分别为  $U_0 =$ \_\_\_\_\_，  
 $E_0 =$ \_\_\_\_\_。

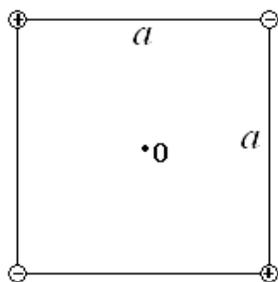


图 1-1

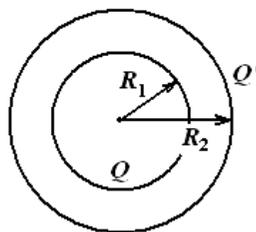


图 1-2

- 如图 1-2 所示，两同心球壳（设球壳极薄），内球壳半径为  $R_1$ ，外球壳半径为  $R_2$ ，若内球壳带电量为  $Q$ ，为使内球壳的电势为零，则外球壳所带电量应为  $Q' =$ \_\_\_\_\_。
- 已知某静电场的电势函数为  $U = 6x - 6x^2y - 7y^2$  (SI 制)。由场强与电势梯度的关系式可得点  $(2, 3, 0)$  处的电场强度  $\vec{E} =$ \_\_\_\_\_ (SI 制)。
- 有一半径为  $R$  的单匝圆线圈，通以电流  $I$ ，若将该导线弯成半径相同的匝数  $N=2$  的平面圆线圈，导线长度不变，并通以同样的电流，则线圈中心的磁感应强度和线圈的磁矩分别是原来的\_\_\_\_\_倍和\_\_\_\_\_倍。

7. 如图 1-3 所示, 在沿水平方向的均匀磁场中 ( $B = 0.02T$ ), 有一垂直于磁场方向的导体棒  $A$ , 水平放置。棒的单位长度质量为  $m = 0.01kg/m$ 。为使导体棒悬浮于空中不动, 棒中需通以\_\_\_\_\_A 的电流, 方向为\_\_\_\_\_。

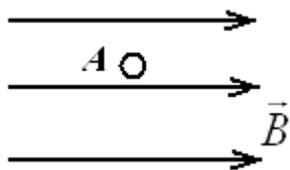


图 1-3

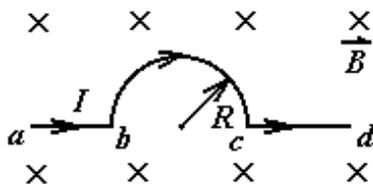


图 1-4

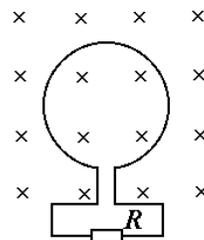


图 1-5

8. 如图 1-4 所示, 一根弯曲导线, 载有电流  $I$ , 放在磁感应强度为  $\vec{B}$  的均匀磁场中,  $\vec{B}$  的方向垂直纸面向里。设  $bc$  是半径为  $R$  的半圆,  $ab = cd = l$ , 则该导线所受磁场力的合力大小为\_\_\_\_\_。

9. 如图 1-5 所示, 通过回路的磁通量与线圈平面垂直且指向图内, 磁通量按如下关系变化:  $\phi_B = 6t^2 + 7t + 1$ , 式中  $\phi_B$  的单位为  $10^{-3}$  韦伯,  $t$  的单位为秒。

(1) 当  $t = 2s$  时, 线圈中感应电动势的大小为\_\_\_\_\_。

(2) 若回路的电阻  $R = 10\Omega$ , 此时线圈中的电流大小为\_\_\_\_\_。

10. 在双缝干涉实验中, 两缝分别被折射率为  $n_1$  和  $n_2$  的透明薄膜遮盖, 二者的厚度均为  $e$ , 波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直照射到双缝上, 在屏中央处, 两束相干光的位相差  $\Delta\phi =$ \_\_\_\_\_。

11. 两个偏振片叠放在一起, 强度为  $I_0$  的自然光垂直入射其上, 若通过两个偏振片后的光强为  $I_0/8$ , 则此两偏振片的偏振化方向间的夹角 (取锐角) 是\_\_\_\_\_。

12. 以波长为  $\lambda = 0.207\mu m$  的紫外光照射金属钡表面产生光电效应, 已知钡的红限频率  $\nu_0 = 1.21 \times 10^{15}$  赫兹, 则其遏止电压  $|U_a| =$ \_\_\_\_\_ V。

13. 若令  $\lambda_c = h/(m_e c)$  (称为电子的康普顿波长, 其中  $m_e$  为电子静止质量,  $c$  为光速,  $h$  为普朗克恒量)。当电子的动能等于它的静止能量时, 它的德布罗意波长是  $\lambda =$ \_\_\_\_\_  $\lambda_c$ 。

14. 硫化镉 (CdS) 晶体的禁带宽度为  $2.42eV$ , 要使这种晶体产生本征光电导, 则入射到晶体上的光的波长不能大于\_\_\_\_\_。

15. 波长  $\lambda = 5000 \text{ \AA}$  的光沿  $x$  轴正向传播, 若光的波长的不确定量  $\Delta\lambda = 10^{-3} \text{ \AA}$ , 则利用不确定关系式  $\Delta x \Delta p_x \geq h$  可得光子的  $x$  坐标的不确定量至少为\_\_\_\_\_。

## 二、计算题（第 1、2、4、5 每题 20 分，第 3 题 10 分，共 90 分）

1. A、B 为同一媒质中的两个波源，相距 20m。两波源作同方向的振动，振动频率均为 100Hz，振幅均为 5cm，波速为 200m/s。设波在传播过程中振幅不变且 A 处为波峰时 B 处恰为波谷。取 A 到 B 为  $x$  轴正方向，点 A 处为坐标原点，以 A 处质点达到最大正位移时为时间起点，求：

- (1) B 波源激起的沿  $x$  轴负向传播的波的波动方程；
- (2) A、B 之间干涉静止的各点的坐标。

2. 如图 2-1 所示，两个同心导体薄球壳，内球壳半径  $r_1 = 0.1m$ ，外球壳半径  $r_3 = 0.5m$ ，外球壳接地，在  $r_2 = 0.2m$  与  $r_3$  之间充以相对介电常数为  $\epsilon_r = 3$  的电介质，其余空间均为空气 ( $\epsilon_r = 1$ ) 现已知内外导体球壳间电势差  $U_1 - U_3 = 270V$ ，求：

- (1) 离球心为  $r_p = 0.3m$  的 P 点的电场强度  $E_p$ ；
- (2) 球形介质层内外表面的极化电荷密度  $\sigma'_1, \sigma'_2$ ；
- (3) 此电容器的电容；
- (4)  $r_2$  和  $r_3$  之间电介质层内的电场能量。

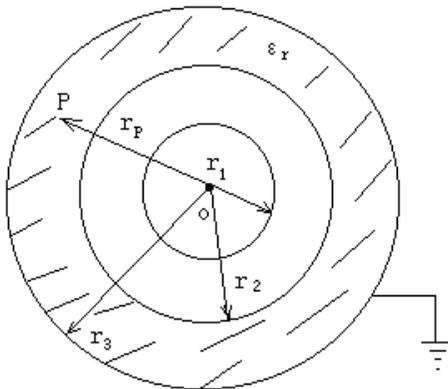


图 2-1

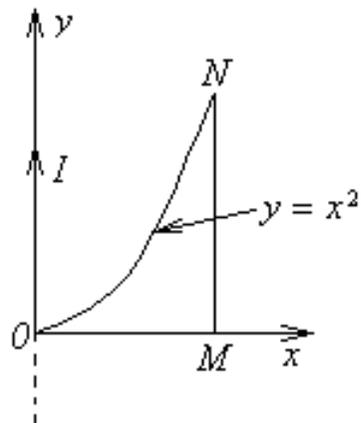


图 2-2

3. 如图 2-2 所示，一无限长载流直导线与直角坐标系的  $y$  轴重合，其上载有交变电流  $I = I_0 \sin \omega t$ ，求与其共面的曲边三角形线圈  $OMN$  上感应电动势的大小(曲边三角形  $OMN$  中， $OM \perp MN$ ， $OM = a$ ，曲边  $ON$  的函数表达式为  $y = x^2$ )。

4. 将一束波长 $\lambda = 5890\text{\AA}$ 平行钠光垂直入射在 1 厘米内有 5000 条刻痕的平面衍射光栅上, 光栅的透光缝宽度  $a$  与其间距  $b$  相等, 求:

(1) 光线垂直入射时, 能看到几条谱线? 是哪几级?

(2) 若光线以与光栅平面法线的夹角 $\theta=30^\circ$ 方向入射时, 能看到几条谱线? 是哪几级?

5. 氢原子光谱的巴耳末线系中, 有一光谱线的波长为 $4340\text{\AA}$ , 试求:

(1) 与这一谱线相应的光子能量为多少电子伏特?

(2) 该谱线是氢原子由能级 $E_n$ 跃迁到能级 $E_k$ 产生的,  $n$  和  $k$  各为多少?

(3) 最高能级为 $E_n$ 的大量氢原子, 最多可以发射几个线系, 共几条谱线?

请在氢原子能级图中表示出来, 并说明波长最短的是哪一条谱线。