

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 $U_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $E_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

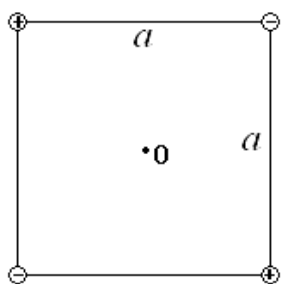


图 1-1

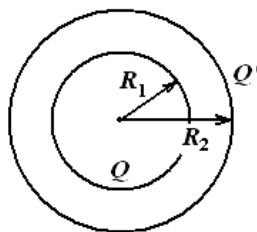


图 1-2

- 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 $Q' = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 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 $\vec{E} = \underline{\hspace{2cm}}$ (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_____。

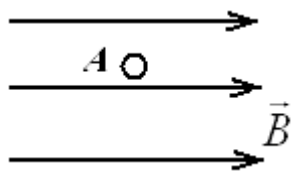


图 1-3

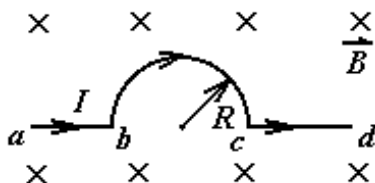


图 1-4

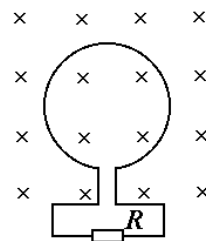


图 1-5

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 ϕ_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 λ 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 $\lambda =$ _____ λ_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 $r_1 = 0.1\text{m}$ ，外球壳半径 $r_3 = 0.5\text{m}$ ，外球壳接地，在 $r_2 = 0.2\text{m}$ 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 $U_1 - U_3 = 270\text{V}$ ，求：

- (1) 离球心为 $r_p = 0.3\text{m}$ 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 σ'_1 ， σ'_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。

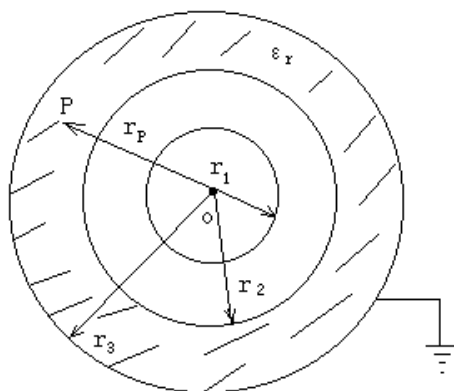


图 2-1

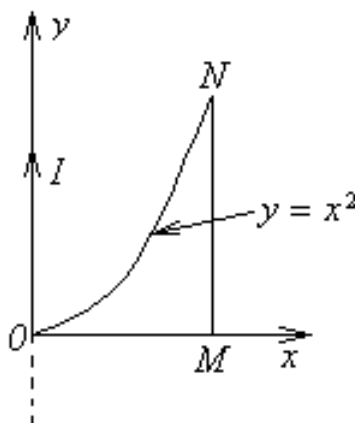


图 2-2

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\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。