

山东大学

二〇一四年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码 834 科目名称 普通物理

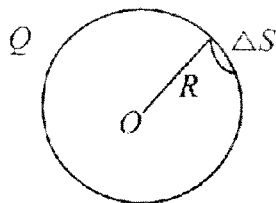
(答案必须写在答卷纸上, 写在试题上无效)

第一部分 力学 电磁学

一 填空题 (共 10 分)

1. (本题 3 分)

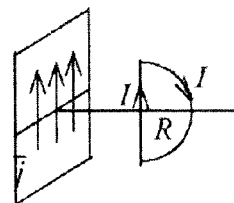
真空中一半径为 R 的均匀带电球面带有电荷 $Q(Q > 0)$. 今在球面上挖去非常小块的面积 ΔS (连同电荷), 如图所示, 假设不影响其他处原来的电荷分布, 则挖去 ΔS



后球心处电场强度的大小 $E =$ _____, 其方向为 _____.

2. (本题 3 分)

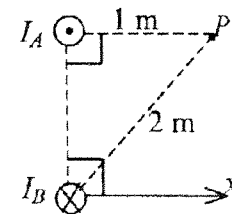
如图, 在面电流密度为 \vec{j} 的均匀载流无限大平板附近, 有一载流为 I 半径为 R 的半圆形刚性线圈, 线圈平面与载流大平板垂直, 与 \vec{j} 平行线圈所受磁力矩为 _____,



受力为 _____.

3. (本题 4 分)

已知两长直细导线 A 、 B 通有电流 $I_A = 1 \text{ A}$, $I_B = 2 \text{ A}$, 电流流向和放置位置如图. 设 I_A 与 I_B 在 P 点产生的磁感强度大小分别为 B_A 和 B_B , 则 B_A 与 B_B 之比为 _____,



此时 P 点处磁感强度 \vec{B}_P 与 x 轴夹角为 _____.

二 计算题 (共 40 分)

4. (本题 5 分)

由楼窗口以水平初速度 \vec{v}_0 射出一发子弹, 取枪口为原点, 沿 \vec{v}_0 方向为 x 轴, 竖直向下为 y 轴, 并取发射时刻 t 为 0, 试求:

- (1) 子弹在任一时刻 t 的位置坐标及轨迹方程;
- (2) 子弹在 t 时刻的速度, 切向加速度和法向加速度.

5. (本题 5 分)

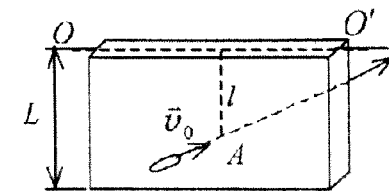
一个弹簧下端挂质量为 0.1 kg 的砝码时长度为 0.07 m , 挂 0.2 kg 的砝码时长度为 0.09 m . 现在把此弹簧平放在光滑桌面上, 并要沿水平方向从长度 $l_1 = 0.10 \text{ m}$ 缓慢拉长到 $l_2 = 0.14 \text{ m}$, 外力需做功多少?

6. (本题 10 分)

为求一半径 $R = 50 \text{ cm}$ 的飞轮对于通过其中心且与盘面垂直的固定转轴的转动惯量, 在飞轮上绕以细绳, 绳末端悬一质量 $m_1 = 8 \text{ kg}$ 的重锤. 让重锤从高 2 m 处由静止落下, 测得下落时间 $t_1 = 16 \text{ s}$. 再用另一质量 $m_2 = 4 \text{ kg}$ 的重锤做同样测量, 测得下落时间 $t_2 = 25 \text{ s}$. 假定摩擦力矩是一个常量, 求飞轮的转动惯量.

7. (本题 5 分)

一块宽 $L = 0.60 \text{ m}$ 、质量 $M = 1 \text{ kg}$ 的均匀薄木板, 可绕水平固定轴 OO' 无摩擦地自由转动. 当木板静止在平衡位置时, 有一质量为 $m = 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$ 的子弹垂直击中木板 A 点, A 离转轴 OO' 距离 $l = 0.36 \text{ m}$, 子弹击中木板前的速度为 $500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 穿出木板后的速度为 $200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. 求

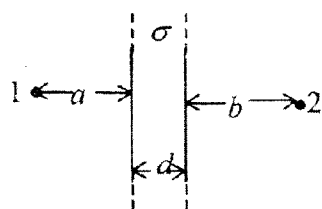


- (1) 子弹给予木板的冲量;
- (2) 木板获得的角速度.

(已知: 木板绕 OO' 轴的转动惯量 $J = \frac{1}{3} ML^2$)

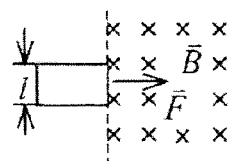
8. (本题 5 分)

厚度为 d 的“无限大”均匀带电导体板两表面单位面积上电荷之和为 σ . 试求图示离左板面距离为 a 的一点与离右板面距离为 b 的一点之间的电势差.



9. (本题 10 分)

如图所示,电阻为 R 、质量为 m 、宽为 l 的矩形导电回路,从所画的静止位置开始受恒力 \vec{F} 的作用. 在虚线右方空间内有磁感强度为 \vec{B} 且垂直于图面的均匀磁场. 忽略回路自感. 求在回路左边未进入磁场前, 作为时间函数的速度表示式.



第二部分 振动与波动 狭义相对论

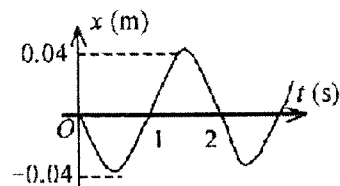
一 填空题 (共 22 分)

1. (本题 3 分)

一质点沿 x 轴以 $x = 0$ 为平衡位置作简谐振动, 频率为 0.25 Hz . $t = 0$ 时 $x = -0.37 \text{ cm}$ 而速度等于零, 则振幅是 _____, 振动的数值表达式为 _____.

2. (本题 3 分)

一简谐振子的振动曲线如图所示, 则以余弦函数表示的振动方程为 _____.



3. (本题 4 分)

一系统作简谐振动, 周期为 T , 以余弦函数表达振动时, 初相为零. 在 $0 \leq t \leq \frac{1}{2}T$ 范围内, 系统在 $t =$ _____ 时刻动能和势能相等.

4. (本题 3 分)

两个同方向的简谐振动, 周期相同, 振幅分别为 $A_1 = 0.05 \text{ m}$ 和 $A_2 = 0.07 \text{ m}$, 它们合成为一个振幅为 $A = 0.09 \text{ m}$ 的简谐振动. 则这两个分振动的相位差为 _____ rad.

5. (本题 4 分)

已知一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos(bt - dx)$, (b, d 为正值常量), 则此波的频率 $\nu =$ _____, 波长 $\lambda =$ _____.

6. (本题 5 分)

匀质细棒静止时的质量为 m_0 , 长度为 l_0 , 当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时, 测得它的长为 l , 那么, 该棒的运动速度 $v =$ _____, 该棒所具有的动能 $E_K =$ _____.

二 计算题 (共 28 分)

7. (本题 5 分)

两个同方向的简谐振动的振动方程分别为

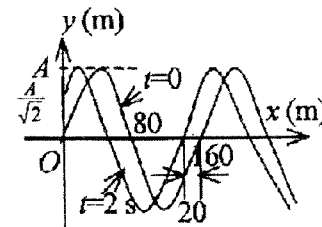
$$x_1 = 4 \times 10^{-2} \cos 2\pi(t + \frac{1}{8}) \quad (\text{SI}), \quad x_2 = 3 \times 10^{-2} \cos 2\pi(t + \frac{1}{4}) \quad (\text{SI})$$

求合振动方程.

8. (本题 10 分)

图示一平面余弦波在 $t = 0$ 时刻与 $t = 2 \text{ s}$ 时刻的波形图. 已知波速为 u , 求

- (1) 坐标原点处介质质点的振动方程;
- (2) 该波的波动表达式.



9. (本题 8 分)

在绳上传播的入射波表达式为 $y_1 = A \cos(\omega t + 2\pi \frac{x}{\lambda})$, 入射波在 $x = 0$ 处绳端反射, 反射端为自由端. 设反射波不衰减, 求驻波表达式.

10. (本题 5分)

假定在实验室中测得静止在实验室中的 μ^+ 子(不稳定的粒子)的寿命为 2.2×10^{-6} s, 而当它相对于实验室运动时实验室中测得它的寿命为 1.63×10^{-6} s. 试问: 这两个测量结果符合相对论的什么结论? μ^+ 子相对于实验室的速度是真空中光速 c 的多少倍?

第三部分 光学

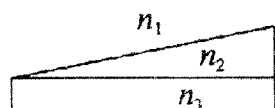
一 填空题 (共21分)

1. (本题 3分)

在双缝干涉实验中, 所用光波波长 $\lambda=5.461 \times 10^{-4}$ mm, 双缝与屏间的距离 $D=300$ mm, 双缝间距为 $d=0.134$ mm, 则中央明条纹两侧的两个第三级明条纹之间的距离为_____.

2. (本题 3分)

用波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的、折射率为 n_2 的劈形膜($n_1 > n_2, n_3 > n_2$), 观察反射光干涉. 从劈形膜顶开始, 第 2 条明条纹对应的膜厚度 $e=$ _____.



3. (本题 3分)

波长 $\lambda=600$ nm 的单色光垂直照射到牛顿环装置上, 第二个明环与第五个明环所对应的空气膜厚度之差为_____ nm. ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$)

4. (本题 3分)

光强均为 I_0 的两束相干光相遇而发生干涉时, 在相遇区域内有可能出现的最大光强是_____.

5. (本题 3分)

在迈克耳孙干涉仪的一条光路中, 插入一块折射率为 n , 厚度为 d 的透明薄片. 插入这块薄片使这条光路的光程改变了_____.

6. (本题 3分)

若光栅的光栅常数 d 、缝宽 a 和入射光波长 λ 都保持不变, 而使其缝数 N 增加, 则光栅光谱的同级光谱线将变得_____.

7. (本题 3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_____.

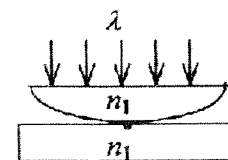
二 计算题 (共29分)

8. (本题 6分)

在杨氏双缝实验中, 设两缝之间的距离为 0.2 mm. 在距双缝 1 m 远的屏上观察干涉条纹, 若入射光是波长为 400 nm 至 760 nm 的白光, 问屏上离零级明纹 20 mm 处, 哪些波长的光最大限度地加强? ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$)

9. (本题 8分)

在如图所示的牛顿环装置中, 把玻璃平凸透镜和平面玻璃(设玻璃折射率 $n_1=1.50$)之间的空气($n_2=1.00$)改换成水($n_2'=1.33$), 求第 k 个暗环半径的相对改变量 $(r_k - r_k')/r_k$.



10. (本题 5分)

在用钠光($\lambda=589.3$ nm)做光源进行的单缝夫琅禾费衍射实验中, 单缝宽度 $a=0.5$ mm, 透镜焦距 $f=700$ mm. 求透镜焦平面上中央明条纹的宽度. ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$)

11. (本题 10分)

波长 $\lambda=600$ nm($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$)的单色光垂直入射到一光栅上, 测得第二级主极大的衍射角为 30° , 且第三级是缺级.

(1) 光栅常数($a+b$)等于多少?

(2) 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少?

(3) 在选定了上述($a+b$)和 a 之后, 求在衍射角 $-\frac{1}{2}\pi < \varphi < \frac{1}{2}\pi$ 范围内可能观察到的全部主极大的级次.

