大学物理 C 期末考试 A 卷评分标准及参考答案

一、 判断题

1、T　2、F　3、F　4、F　5、F　6、F　7、T　8、F　9、T　10、T

二、选择题

1、B　2、B　3、D　4、A　5、A　6、A　7、B　8、B　9、C　10、B

计算题（共 40 分）

三、（8 分）如下图 5 所示，真空中均匀带电细线被弯成半径为 R 的半圆形，所带电量为 Q（已知 Q>0），试求其圆心 O 点的电势（以无穷远为电势参考零点）。

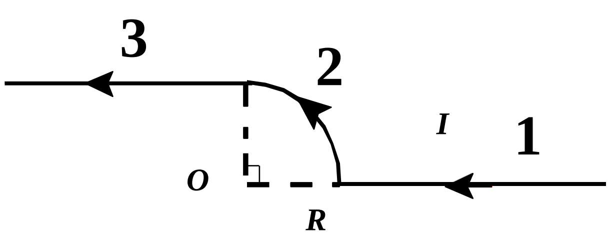
解: $dq = \lambda dl$ ……………………**3 分**

在半圆环取 dq，如图 5 所示，则 dq 在 O 点产生的电势为:

$$dV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dq}{R},$$ ………………………………3 分

积分得 $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{dq}{R} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$ ……………………2 分

四、（8 分） 一条通有电流 I 的无限长直导线在一平面内弯成如图 6 所示的形状，已知该四分之一圆弧的半径为 R。求 O 点处磁感应强度的大小及方向。



解：电流分成三段，分别产生的磁场为：

$B_1 = 0$ ……………………………………2 分

$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2R}\frac{\varphi}{2\pi} = \frac{\mu_0 I}{2R}\frac{\pi/2}{2\pi} = \frac{\mu_0 I}{8R}$ • …………………2 分

$B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2) = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$ • …………………2 分

O 点处磁感应强度的大小:

$B = B_1 + B_2 + B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} + \frac{\mu_0 I}{8R}$ •…………………2 分

五、(14 分) 有一列沿 x 轴正向传播的平面简谐波的波动方程为：$y = 0.2\cos[4\pi(t - \frac{x}{40})]$，式中各物理量的单位是国际标准单位。求：

(1). 波的振幅、频率、波速、波长；

(2). 坐标 x=λ/2 处的质点振动方程；

(3). T=0.5s 时，坐标 x=λ/2 处的质点的位移；

(4). 在 x 轴上，相距 4m 的两质点的相位差是多少；

解：（1）由波动方程 $y = 0.2\cos[4\pi(t - \frac{x}{40})]$，对照标准波动方程 $y = A\cos\omega(t - \frac{x}{u}) = A\cos(\omega t - \frac{\omega x}{u})$ 得：

此波的振幅 A=0.2m， $\omega = 4\pi$，频率 $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{4\pi}{2\pi} = 2Hz$，T=0.5s,

$u = 40m/s$ $\lambda = u \times T = \frac{u}{f} = \frac{40}{2} = 20m$

………………………………………………… 8 分

（2）将 x=λ / 2＝10m 代入波动方程，得：

距波源 λ / 2 处质点的振动方程为： $y = 0.2\cos[4\pi t - \pi)]$………………2 分

(3). T=0. 5s 时，坐标 x=λ/2 处带入上式：

$y = 0.2\cos[2\pi - \pi)] = -0.2m$ ………………………………………………2 分

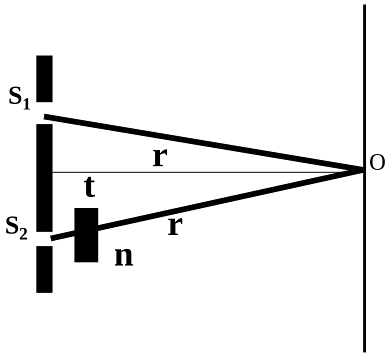
(4). x 轴上相距Δx=4 m 的两质点的相位差:

$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x = \frac{2\pi}{20}\times 4 = \frac{2\pi}{5}$ …………………………………………………2 分

六、(10 分）杨氏双缝干涉实验中，双缝间距为 0.45 mm，所用波长为 540nm 的光照射，

(1). 要使光屏上条纹间距为 1.2mm，光屏距离双缝多远？

(2). 若用折射率为 1.6，厚度为 9.0 μm 的薄玻璃片盖住 S_2 缝，则屏幕中央出现第几级干涉条纹？



解：（1）. 已知：d=0.45mm； Δx=1.2mm; λ = 540nm; …………2 分

根据 $\Delta x=\dfrac{D\lambda}{d}$，得：……………………………………………………3 分

$D=\dfrac{\Delta x\cdot d}{\lambda}=\dfrac{1.2\times0.45\times10^{-6}}{540\times10^{-9}}=1\text{m}$……………………………………1 分

（2）. 在屏中央，对应的光程差：

$\delta=(n-1)t=(1.6-1)\times9.0\times10^{-6}\ (\text{m})\ =5.4\times10^{-6}$………………………2 分

$\delta=(n-1)t=\text{k}\lambda=k\times540\times10^{-9}$………………………………1 分

得出：k = 10，所以屏中央将出现第十级明条纹；………………………1 分

七、附加题（30 分）

1、(15 分) 有两根半径都是 R 的“无限长”直导线，彼此平行放置，两者轴线的距离是 d ($d\geqslant 2R$)，沿轴线方向单位长度上分别带有＋λ和－λ的电荷，如图 8 所示．设两带电导线之间的相互作用不影响它们的电荷分布，试求两导线间的电势差.

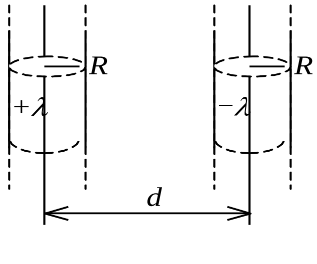


图 8

解：设原点 O 在左边导线的轴线上，x 轴通过两导线轴线并与之垂直向右．　　3 分

在两轴线组成的平面上，在 $R<x<(d-R)$区域内，离原点距离 x 处的 P 点场强为

$$E = E_+ + E_- = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 x} + \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 (d-x)}$$　3 分

则两导线间的电势差

$$U = \int_R^{d-R} E\,\mathrm{d}x = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\int_R^{d-R}\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{d-x}\right)\mathrm{d}x$$　3 分

$$= \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\left[\ln x - \ln(d-x)\right]\Big|_R^{d-R} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\left(\ln\frac{d-R}{R} - \ln\frac{R}{d-R}\right)$$　3 分

$$= \frac{\lambda}{\pi\varepsilon_0}\ln\frac{d-R}{R}$$　3 分

2、（15 分）在通有电流 I_1 的长直导线旁边，放置载有电流 I_2 的导线 AB，两个电流共面，其中 AB 是一段半径为 R 的圆弧，圆心落在直导线上，如图 8 所示，求圆弧导线 AB 所受的安培力。

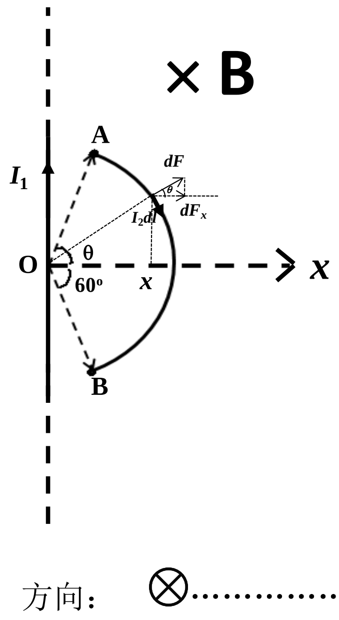


图 8

解：无限长直电流产生的磁场：$B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}$，方向：$\otimes$……………………2 分

(1). 导线 AB 上电流元 $I_2 d\vec{l}$ ，所受的安培力:

$d\vec{F} = I_2 d\vec{l} \times \vec{B}$……………………………………………………2 分

$dF = I_2 dlB = \frac{\mu_0 I_1 I_2 dl}{2\pi x}$ ··2 分

$dF_x = dF \cdot \cos\theta = \frac{\mu_0 I_1 I_2 dl}{2\pi x}\cos\theta$ ··2 分

$x = R \cdot \cos\theta$ ··2 分

根据对称性分析，AB 所受安培力在垂直于 X 轴方向为零，安培力沿 X 轴正方向；

$F = \int dF_x = \int \frac{\mu_0 I_1 I_2 dl}{2\pi R\cos\theta}\cos\theta = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi R}\int_A^B dl = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi R} \cdot \frac{2\pi R}{3} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{3}$， ······4 分

方向：X 轴正方向；······································1 分