

大学物理（2）模拟题二

一、选择题（每题 3 分，共 18 分）

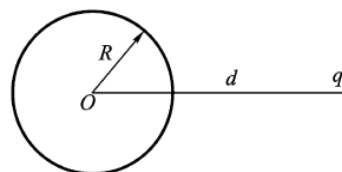
1、如图所示将一个电量为 q 的点电荷放在一个半径为 R 的不带电的导体球附近，点电荷距导体球球心为 d ，参见附图。设无穷远处为零电势，则在导体球球心 O 点有（ ）

(A) $E = 0, V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 d}$

(B) $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 d^2}, V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 d}$

(C) $E = 0, V = 0$

(D) $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 d^2}, V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$



2、将平行板电容器的两极板接上电源，以维持其间电压不变，用相对介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质填满极板间，则下列说法哪种正确？（ ）

(A) 极板间电场增大为原来的 ϵ_r 倍；

(B) 极板上的电量不变；

(C) 电容增大为原来的 ϵ_r 倍；

(D) 以上说法均不正确。

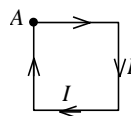
3、边长为 l 的正方形线圈中通有电流 I ，此线圈在 A 点(见图)产生的磁感强度 B 为（ ）

(A) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi l}$

(B) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi l}$

(C) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$

(D) 以上均不对。



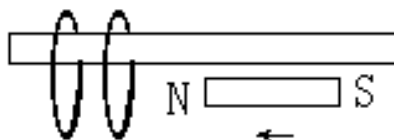
4、两个闭合的金属环，穿在一极光滑的绝缘杆上（如图），当条形磁铁N极自右向左插向圆环时，两圆环的运动是：（ ）

(A) 边向左移边分开；

(B) 边向左移边合拢；

(C) 边向右移边合拢；

(D) 同时同向移动。



5、一个质子和一个电子以相同的速度射入一垂直磁场，则它们的（ ）

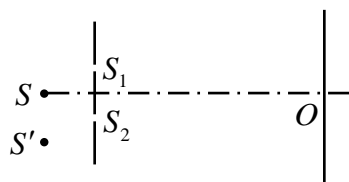
(A) 运动周期相同 (B) 圆周运动的半径相同 (C) 动能相同 (D) 以上的都不相同

6、在双缝干涉实验中，设缝是水平的，若双缝所在的平板稍微向上平移（如图），其他条件不变，则屏上的干涉条纹（ ）

(A) 向下平移，且条纹间距不变

(B) 向上平移，且条纹间距不变

(C) 不移动，但条纹间距改变



(D) 向上平移, 且间距改变

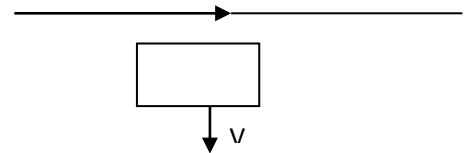
二、判断题 (每题 2 分, 共 10 分)

7、点电荷 q 位于一边长为 a 的立方体中心, 若以该立方体作为高斯面, 可以求出该立方体表面上任一点的电场强度。 ()

8、对于有限长、断面是圆形的载流直导线的磁场问题, 由于圆形断面具有对称性, 所以可用安培环路定理来求解此导线在周围产生的磁场。()

9、在通有电流的亥姆霍兹线圈的轴线上放一小平面载流线圈, 则该载流线圈一般将发生转动, 最后的平衡位置是该载流线圈的电流和亥姆霍兹线圈的电流平行。()

10、线圈在无限载流长直导线激发的磁场中平动, 线圈和载流长直导线共面, 如图, 矩形线圈的运动方向和电流流动方向垂直。如果电流 I 不变, 线圈中产生的感应电流顺时针方向流动。



()

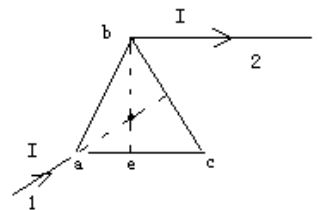
11、真空中波长为 500nm 绿光在折射率为 1.5 的介质中从 A 点传播到 B 点时, 相位改变了 5π , 则光从 A 点传到 B 点经过的实际路程为 1250nm 。()

三、填空题 (每题 2 分, 共 12 分)

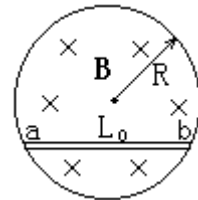
12、在真空中相距 l 的两个正点电荷, A 带的电量是 B 的 4 倍; 在 AB 线上, 电场强度为零的点距离 B 点_____。

13、半径为 $R = 0.5\text{m}$ 的孤立导体球其表面电势为 $U = 300\text{V}$, 则离导体球中心 $R = 30\text{cm}$ 处的电势_____。

14、真空中, 电流 I 由长直导线 1 沿垂直 bc 边方向经 a 点流入一电阻均匀分布的正三角形线框, 再由 b 点沿平行 ac 边方向流出, 经长直导线 2 返回电源 (如图)。三角形框每边长为 l , 则在该正三角框中心 O 点处磁感应强度的大小_____。



15、如图, 半径为 R 的圆柱形空间, 充满匀强磁场 B 。长度为 L_0 的金属棒 ab 如图放置, 当磁场以速率 $\frac{dB}{dt}$ 增大时, ab 中感应电动势的大小是_____。



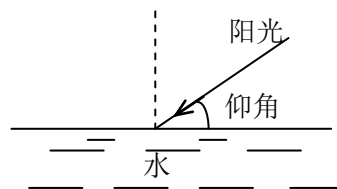
16、在迈克耳孙干涉仪的一支光路上, 垂直于光路放入折射率为 n 、厚度为 h 的透明介质薄膜。与未放入此薄膜时相比较, 两光束光程差的改变量为_____。

17、从一池静水($n=1.33$)的表面反射出来的太阳光是线偏振的,

那么太阳(见图)在这反射光中的 \vec{E} 矢量的方向应

_____，反射光线和折射光线之间的夹角为

_____。

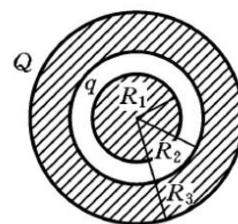


四、计算题(每题 10 分, 共 60 分)

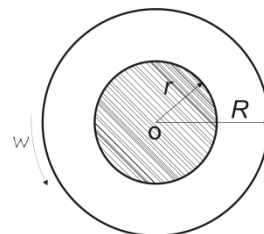
18、一半径为 R 的无限长带电细棒, 其内部的电荷均匀分布, 电荷的体密度为 ρ . 现取棒表面为零电势, 求带电棒内外电势分布。

19、如图所示, 半径为 $R_1=1.0\text{cm}$ 的导体球, 带有电荷 $q=1.0\times 10^{-10}\text{C}$, 球外有一个内、外半径分别为 $R_2=3.0\text{cm}$ 、 $R_3=4.0\text{cm}$ 的同心导体球壳, 壳上

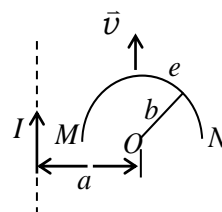
带有电荷 $Q=11\times 10^{-10}\text{C}$, 试计算: (1) 两球的电势 V_1 和 V_2 ; (2) 用导线将球和壳连接在一起后 V_1 和 V_2 分别是多少? (3) 若外球接地, V_1 和 V_2 分别是多少?



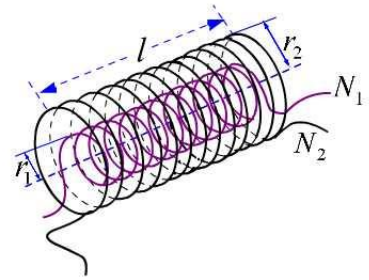
20、如图所示, 有一半径为 R 的带电塑料圆盘, 其中有一半径为 r 的阴影部分均匀带正电荷, 面电荷密度为 $+\sigma$, 其余部分带负电荷, 面电荷密度为 $-\sigma$, 当圆盘以角速度 ω 旋转时, 测得圆盘中心 O 点的磁感应强度为零, 问 R 与 r 满足什么关系?



21、载有电流的 I 长直导线附近, 放一导体半圆环 MeN 与长直导线共面, 且端点 MN 的连线与长直导线垂直. 半圆环的半径为 b , 环心 O 与导线相距 a . 设半圆环以速度 \vec{v} 平行导线平移, 求半圆环内感应电动势的大小.



22、如图，两同轴长直密绕螺线管 L_1 和 L_2 的长度均为 l ，半径分别为 r_1 和 r_2 ($r_1 < r_2$)，匝数分别为 N_1 和 N_2 。求：(1) 自感系 L_1 和 L_2 ；(2) 互感 M ；(3) 两螺线管的耦合系数 K ($M = k\sqrt{L_1 L_2}$ ， K 为耦合系数)。



23、波长为 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 的单色光垂直入射到光栅上，测得第 2 级主极大的衍射角为 30° ，且第三级缺级，问：

- (1) 光栅常数 $(a+b)$ 是多少？
- (2) 透光缝可能的最小宽度 a 是多少？
- (3) 在选定了上述 $(a+b)$ 与 a 值后，屏幕上可能出现的全部主极大的级数。

大学物理(2)模拟题二解答

一、选择题: (每题 3 分共 18 分)

1-6: A C A B D B

二、判断题: (每题 2 分共 10 分)

7、× 8、× 9、√ 10、√ 11、×

三、填空题 (每题 2 分, 共 12 分)

12、 $l/3$

13、 $U = 300 \text{ V}$

14、 $\frac{\sqrt{3}\mu_0 I}{4\pi l}$

15、 $\frac{dB}{dt} \frac{L_0}{2} \sqrt{R^2 - \left(\frac{L_0}{2}\right)^2}$

16、 $2(n-1)h$

17、垂直于入射面, $\pi/2$ (或 90°)

四、计算题 (每题 10 分, 共 60 分)

18、解 取高度为 l 、半径为 r 且与带电棒同轴的圆柱面为高斯面, 由高斯定理
当 $r \leq R$ 时 $E \cdot 2\pi r l = \pi r^2 l \rho / \epsilon_0$

得 $E(r) = \frac{\rho r}{2\epsilon_0}$

当 $r \geq R$ 时 $E \cdot 2\pi r l = \pi R^2 l \rho / \epsilon_0$

得 $E(r) = \frac{\rho R^2}{2\epsilon_0 r}$

取棒表面为零电势, 空间电势的分布有

当 $r \leq R$ 时

$$V(r) = \int_r^R \frac{\rho r}{2\epsilon_0} dr = \frac{\rho}{4\epsilon_0} (R^2 - r^2)$$

当 $r \geq R$ 时

$$V(r) = \int_r^R \frac{\rho R^2}{2\epsilon_0 r} dr = \frac{\rho R^2}{2\epsilon_0} \ln \frac{R}{r}$$

19、解: (1) 三个表面带电分别为: 导体球 R_1 处电量为 q , 壳内表面 R_2 处电量为 $-q$, 壳外表面 R_3 处带电为 $Q+q$ 。

根据叠加原理, 内球电势为: $V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{R_1} - \frac{q}{R_2} + \frac{q+Q}{R_3} \right) = 330 \text{ V}$ (2 分)

外球电势: $V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q+Q}{R_3} = 270V$ (2分)

(2) 连接后: $V_1 = V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q+Q}{R_3} = 270V$ (3分)

(3) 外球接地: $V_2 = 0$, (1分)

$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{R_1} - \frac{q}{R_2} \right) = 60V$ (2分)

20、解: 带电圆盘的转动, 可看作无数的电流圆环的磁场在 O 点的叠加, 某一半径为 ρ 的

圆环的磁场为 $dB = \frac{\mu_0 di}{2\rho}$

而 $di = \sigma 2\pi\rho d\rho \cdot \left(\frac{\omega}{2\pi} \right) = \sigma\omega\rho d\rho$

$\therefore dB = \frac{\mu_0 \sigma\omega\rho d\rho}{2\rho} = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma\omega d\rho$

正电部分产生的磁感应强度为

$B_+ = \int_0^r \frac{\mu_0 \sigma\omega}{2} d\rho = \frac{\mu_0 \sigma\omega}{2} r$

负电部分产生的磁感应强度为

$B_- = \int_r^R \frac{\mu_0 \sigma\omega}{2} d\rho = \frac{\mu_0 \sigma\omega}{2} (R - r)$

令 $B_+ = B_-$

$\therefore R = 2r$

21、解: 建立直角坐标系, x 轴沿水平方向向右, y 轴和电流 I 标定方向一致, z 轴垂直于纸面朝外, 左边导线和 AC 延长线的交点为坐标原点。

无限长直载流导线的磁场公式是

$\vec{B} = -B\vec{e}_z$ 其中 $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{x}$

$\vec{r} \rightarrow \vec{r} + d\vec{r}$ 产生的电动势

$d\mathcal{E} = \vec{v} \times \vec{B} \cdot d\vec{l}$

$\mathcal{E} = \int d\mathcal{E}$

其中 $\vec{v} = v\vec{e}_y$

$\vec{r} = b\cos\theta\vec{e}_x + b\sin\theta\vec{e}_y$

$$d\vec{l} = d\vec{r} = (-b \sin \theta \vec{e}_x + b \cos \theta \vec{e}_y) d\theta$$

故 $\varepsilon = \int_0^\pi \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \frac{b \sin \theta d\theta}{a + b \cos \theta} = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b}$

22、解：（1）自感系数：

（2）设线圈 1 通电流为 I_1 ，则，其磁感强度为

$$B_1 = \mu_0 n_1 I_1$$

则穿过半径为 r_2 的线圈的磁通匝链数为

$$\psi = N_2 \Phi_{21} = N_2 B_1 (\pi r_1^2) = \mu_0 n_1 n_2 l (\pi r_1^2) I_1$$

互感 $M_{12} = \frac{\Psi}{I_1} = \mu_0 n_1 n_2 l (\pi r_1^2)$

（2） $M = k (L_1 L_2)^{1/2}$ 所以 $k = r_1/r_2$

23、解：由光栅衍射方程： $d \sin \varphi = k\lambda$, $d = \frac{k\lambda}{\sin \varphi}$, $d = \frac{2 \times 600 \text{ nm}}{\sin 30^\circ} = 2.4 \times 10^{-6} \text{ m}$

光栅衍射缺级级数满足： $k = \frac{d}{a} k'$

如果第三级谱线缺级，透光缝可能的最小宽度： $a = \frac{d}{k} = \frac{2.4 \mu\text{m}}{3}$, $a = 0.8 \times 10^{-6} \text{ m}$

屏幕上光栅衍射谱线的可能最大级数： $d \sin 90^\circ = k\lambda$, $k = \frac{d}{\lambda}$, $k = 4$ （该衍射条纹不能观测到）。

屏幕上光栅衍射谱线的缺级级数： $k = \pm 3$

屏幕上可能出现的全部主极大的级数： $\pm 2, \pm 1, 0$ ，共 5 个条纹