复旦大学物理系

2005～2006 学年第二学期期末考试试卷

✓□A 卷　　□B 卷

课程名称：大学物理(下)　　课程代码：219.122.2.05

开课院系：物　理　系　考试形式：开卷/✓闭卷/课程论文/

姓　名：__________　学　号：__________　专　业：__________

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	总 分
得分															

装

订

线

1、（4 分）写出真空中的麦克斯韦方程组（积分形式）。

2、（4 分）处在静电场的导体，导体内部电荷体密度为__________，导体内部的电场强度为__________，导体表面的电场强度的切向分量为__________，整个导体为__________体。

3、（3 分）刚性平面载流线圈，其磁矩 $\vec{m}$ =__________，在均匀磁场中受的合力 $\vec{F}$ =__________，力矩 $\vec{\tau}$ =__________。

4、（2 分）写出狭义相对论能量和质量的关系式__________。

5、（2 分）两位久别相逢的朋友相见时拥抱了 3 分钟，在对此作速度为 0.8c（c 为光速）运动的飞船上的人看，他们拥抱了__________分钟。

6、（5 分）简述并定性解释霍尔效应。

7、（6 分）有一导体球壳中心 O 处有点电荷 q_1，球壳外有点电荷 q_2 和 q_3，距球心距离分别为 a,b 如图所示。

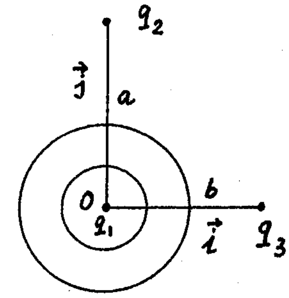
（1）球壳内表面电荷分布是否均匀_______；

（2）球壳外表面电荷分布是否均匀_______；

（3）q_1 对 q_2 的作用力大小为_____________；

（4）q_1 对 q_3 的作用力大小为_____________；

（5）q_1 对球壳的作用力大小方向为________________。



8、（8 分）有一谐振电路，如图所示，$R_1=R_2=R$，$C_1=C_2=C$，$C_3=C/2$，电源的电势为 $\varepsilon=\varepsilon_m \sin\omega_0 t$ 。求此电路的

（1）共振圆频率 $\omega_0=$

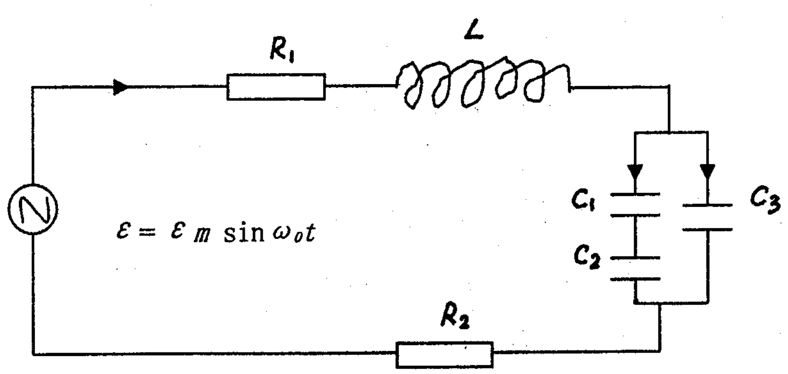
（2）共振时，电路的品质因数 $Q=$　　　平均消耗功率 $Pav=$

功率因数 $\cos\phi=$

（3）写出共振时，

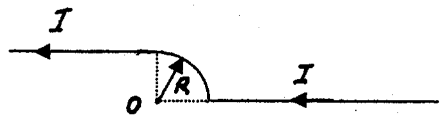
$U_L(t)=$　　　$i_{c1}(t)=$

$i_{c3}(t)=$　　　$U_{c1}(t)=$



姓　名：________________　学　号：______________

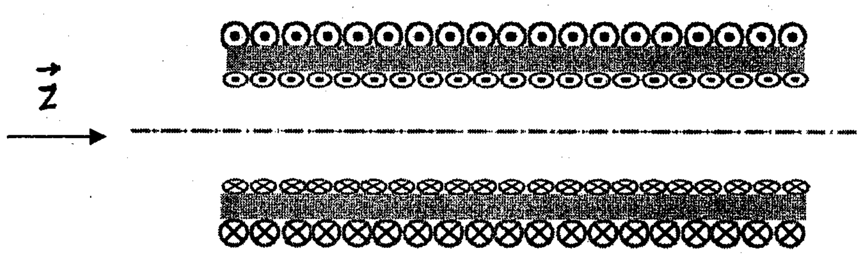
9、（4 分）一条无穷长直导线在一处弯折成 1/4 圆弧，圆弧的半径为 R，圆心为点 O，如图所示，已知导线中的电流为 I，求点 O 的磁感应强度____________。



10、（10 分）半径分别为 R_1 和 R_2 的两长直密绕螺线管同轴（$R_1 > R_2$），其中一段过轴的横截面如图所示。螺线管由细导线绕成，单位长度上分别绕有 n_1 和 n_2 匝。在两螺线管之间的空间充满相对磁导率为 μ_r 的线性、均匀各向同性的磁介质。现分别通有 I_1 和 I_2 的稳恒电流，电流方向如图所示。

求：（1）空间的磁感应强度 $\vec{B}$；

（2）磁介质表面的磁化电流面密度大小和方向。



11、（10 分）原（静）长 900m 的火箭直接从地球某基地以匀速起飞，一束光（或雷达）脉冲由地球发出，并在火箭的尾部和头部的镜上反射。如果第一束光（或雷达）脉冲发射后 200s 在基地回收到，而第二束脉冲在此后 8μs 收到，计算：（1）火箭离地球的距离；

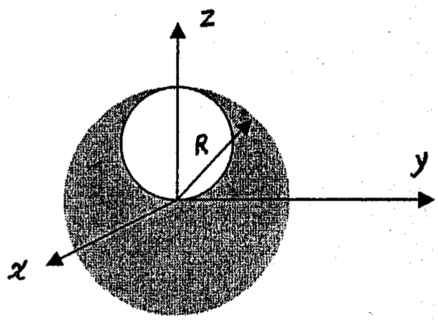
（2）火箭相对地球的速度。

装

订

线

12、（12 分）电荷$+Q$ 均匀分布于半径为 R 的球体中。如图所示，以 z 轴上 $z=R/2$ 点为球心，挖出一个半径为 $R/2$ 的球形空洞。



（1）试求图中大球(半径为 R)外处任一点(x, y, z)的静电势;

（2）在离电荷很远处的静电势可以写成如下形式：

$$V = k\left[\frac{a}{r} + \frac{\vec{b}\cdot\vec{r}}{r^3} + \cdots\right]$$

其中 r 为距原点(大球球心处)的距离，试定出常数 a 和常矢量 $\vec{b}$. ($\vec{b}$ 称作电偶极矩)

(3) 用一组分立电荷及其位置来说明 a 和 $\vec{b}$ 。

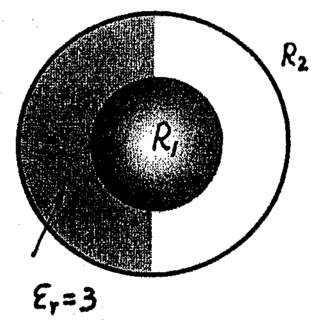
姓 名：______________ 学 号：____________

13、（15 分）半径为 R_1 的金属　导体球与半径为 R_2 的金属球壳同心，导体球与球壳之间的一半空间充满线性、均匀、各向同性的电介质，其相对介电常数为 3，另一半为空气（相对介电常数近似为 1），如图所示。现将导体球荷电 Q

（1） 画出空间中的电场线；

（2） 求球壳内表面和外表面的自由电荷面密度；

（3） 球壳处介质表面的极化电荷面密度。



装

订

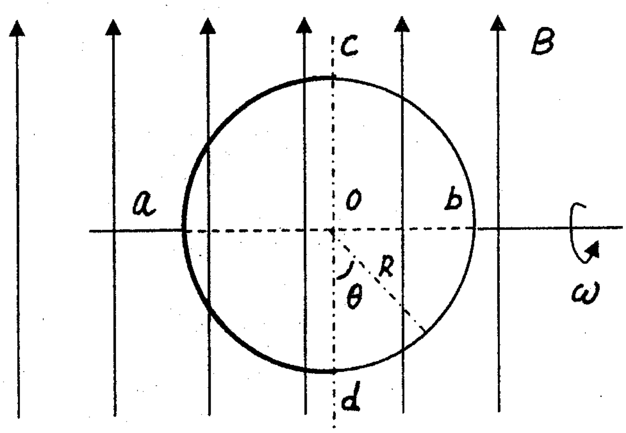
线

14、（15 分）如图所示，一导线圆环由同种材料做成，其中半圆环段 dac 导线直径为 dbc 导线直径的 2 倍，但导线的直径都很小。圆环的半径为 R 。以其水平直径 ab 为轴匀速转动，角速为 ω，空间存在竖直向上的均匀磁场，磁感应强度为 B 。当圆环转至图示位置时（c 点正从图面出来），

（1）圆环中感应电动势大小；

（2）圆环中产生的感应电动势是感生电动势还是动生电动势，并说明其物理本质；

（3）以 d 点为电势零点，求环上任一点（位置用 θ 表示）的电势。



复旦大学物理系

2005～2006 学年第二学期期末考试试卷

答案 ✓□A 卷　　□B 卷

课程名称：大学物理(下)　　课程代码：219.122.2.05

开课院系：物　理　系　考试形式：开卷/✓闭卷/课程论文/

姓　名：__________ 学　号：__________ 专　业：__________

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	总 分
得分															

装　订　线

1、（4 分）写出真空中的麦克斯韦方程组（积分形式）。

$$\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S} = \sum q_f/\varepsilon_0 \qquad \oint_C \vec{E}\cdot d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}\cdot d\vec{S}$$

$$\oint_S \vec{B}\cdot d\vec{S} = 0 \qquad \oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0\int_S \left(\vec{j}_c + \varepsilon_0\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)\cdot d\vec{S}$$

2、（4 分）处在静电场的导体，导体内部电荷体密度为___0___，导体内部的电场强度为___0___，导体表面的电场强度的切向分量为___0___，整个导体为___等势___体。

3、（3 分）刚性平面载流线圈，其磁矩 $\vec{m}$ ＝___$I\vec{S}$ $(IS\vec{n}, IS\vec{e}_n)$___，在均匀磁场中受的合力 $\vec{F}$＝___0___，力矩 $\vec{\tau}$ ＝___$\vec{m}\times\vec{B}$___。

4、（2 分）写出狭义相对论能量和质量的关系式___$E=mc^2$___。

5、（2 分）两位久别相逢的朋友相见时拥抱了 3 分钟，在对此作速度为 0.8c（c 为光速）运动的飞船上的人看，他们拥抱了___5___分钟。

6、（5 分）简述并定性解释霍尔效应。

① $\vec{I}, \vec{B}, \vec{E}_H$ 请互相垂直关系

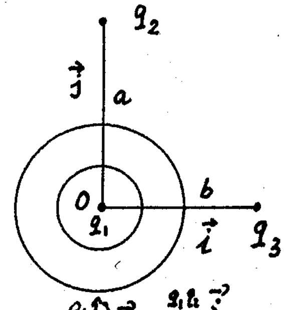
② $q\vec{v}\times\vec{B}$

③ $\vec{E}_H q = q\vec{v}\times\vec{B}$

④ $U_H = E_H d$

或文字描述

7、（6 分）有一导体球壳中心 O 处有点电荷 q_1，球壳外有点电荷 q_2 和 q_3，距球心距离分别为 a,b 如图所示。



（1）球壳内表面电荷分布是否均匀 是；

（2）球壳外表面电荷分布是否均匀 否；

（3）q_1 对 q_2 的作用力大小为 $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|q_1q_2|}{a^2}$；

（4）q_1 对 q_3 的作用力大小为 $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|q_1q_3|}{b^2}$；

（5）q_1 对球壳的作用力大小方向为 $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sqrt{\frac{(q_1q_2)^2}{a^4}+\frac{(q_1q_3)^2}{b^4}}$，方向沿 $-\frac{q_1q_3}{b^2}\vec{i}-\frac{q_1q_2}{a^2}\vec{j}$。

8、（8 分）有一谐振电路，如图所示，$R_1=R_2=R$，$C_1=C_2=C$，$C_3=C/2$，电源的电势为 $\varepsilon=\varepsilon_m\sin\omega_0 t$ 。求此电路的

（1）共振圆频率 $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

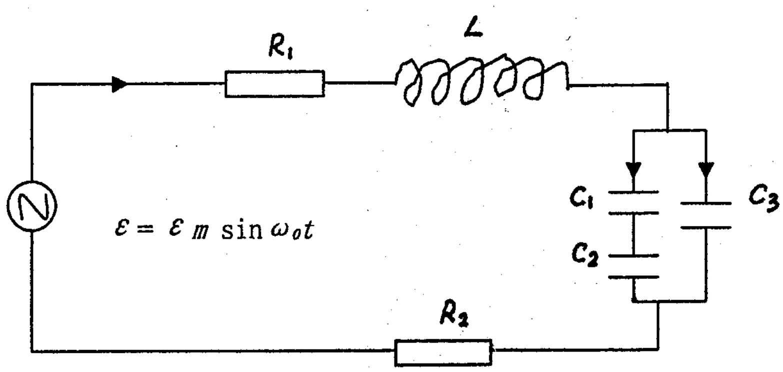
（2）共振时，电路的品质因数 $Q = \frac{\omega_0 L}{2R}$　　平均消耗功率 $Pav = \frac{1}{2}\frac{\varepsilon_m^2}{2R} = \frac{1}{2}\varepsilon_m i_m$

功率因数 $\cos\phi$ = 1

（3）写出共振时，

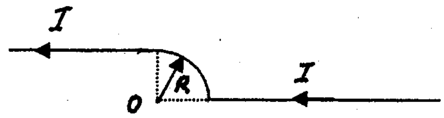
$U_L(t) = \omega_0 L i_m \sin(\omega_0 t+\frac{\pi}{2})$　　$i_{C_1}(t) = \frac{i_m}{2}\sin\omega_0 t$

$i_{C_3}(t) = \frac{i_m}{2}\sin\omega_0 t$　　$U_{C_1}(t) = \frac{1}{2}\frac{1}{\omega_0 C}\cdot i_m\sin(\omega_0 t-\frac{\pi}{2})$



姓　名：________________　学　号：________________

9、（4 分）一条无穷长直导线在一处弯折成 1/4 圆弧，圆弧的半径为 R，圆心为点 O，如图所示，已知导线中的电流为 I，求点 O 的磁感应强度 $\underline{\mu_0 I\left(\frac{1}{4\pi R}+\frac{1}{8R}\right)}$。



（毕－萨定律 + 长直导线产生的磁场）

10、（10 分）半径分别为 R_1 和 R_2 的两长直密绕螺线管同轴（$R_1 > R_2$），其中一段过轴的横截面如图所示。螺线管由细导线绕成，单位长度上分别绕有 n_1 和 n_2 匝。在两螺线管之间的空间充满相对磁导率为 μ_r 的线性、均匀各向同性的磁介质。现分别通有 I_1 和 I_2 的稳恒电流，电流方向如图所示。

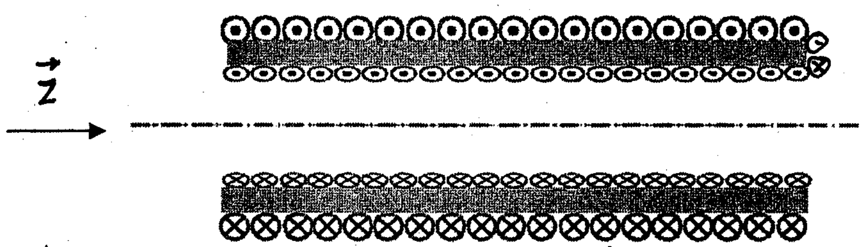
求：（1）空间的磁感应强度 $\vec{B}$；

（2）磁介质表面的磁化电流面密度大小和方向。

装

订

线



(1) $\vec{B} = \begin{cases} 0 & (r > R_1) \\ \mu_0 \mu_r n_1 I_1 & (R_2 < r < R_1) \\ \mu_0 n_1 I_1 + \mu_0 n_2 I_2 & (r < R_2) \end{cases} \vec{z}$

(2) $\vec{i}_M = (\mu_r - 1) n_1 I_1 \vec{e}$

$\vec{i}_M{}' = (\mu_r - 1) n_1 I_1 (-\vec{e})$

（安培环路定理或长直密绕螺线管结论 + 磁化电流面密度）

11、（10 分）原（静）长 900m 的火箭直接从地球某基地以匀速起飞，一束光（或雷达）脉冲由地球发出，并在火箭的尾部和头部的镜上反射。如果第一束光（或雷达）脉冲发射后 200s 在基地回收到，而第二束脉冲在此后 8μs 收到，计算：（1）火箭离地球的距离；

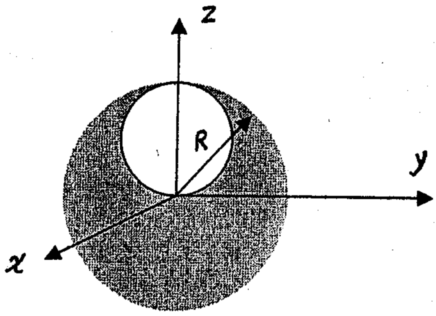
（2）火箭相对地球的速度。

(1) $s = \frac{1}{2}ct = 100 \times 3 \times 10^{8} = 3 \times 10^{10}\,m$.

(2) $(c - v_k)\Delta t = l_0\sqrt{1 - \frac{v_k^2}{c^2}} \Rightarrow v_k = \frac{7}{25}c = 8.4 \times 10^{7}\,m/s$.

(长度的洛伦兹收缩 + 运动追赶)

12、（12 分）电荷$+Q$ 均匀分布于半径为 R 的球体中。如图所示，以 z 轴上 $z=R/2$ 点为球心，挖出一个半径为 $R/2$ 的球形空洞。



（1）试求图中大球(半径为 R)外处任一点(x, y, z)的静电势；

（2）在离电荷很远处的静电势可以写成如下形式：

$$V = k\left[\frac{a}{r} + \frac{\vec{b}\cdot\vec{r}}{r^3} + \cdots\right]$$

其中 r 为距原点(大球球心处)的距离，试定出常数 a 和常矢量$\vec{b}$．($\vec{b}$ 称作电偶极矩)

(3) 用一组分立电荷及其位置来说明 a 和$\vec{b}$。

(1) $\varphi = \varphi_{大} + \varphi_{小} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{Q}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}} - \frac{[(\frac{R}{2})^3/R^3]\,Q}{\sqrt{x^2+y^2+(z-\frac{R}{2})^2}}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}} - \frac{1}{8\sqrt{x^2+y^2+(z-\frac{R}{2})^2}}\right)$

(2) $\varphi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{8r(1-\frac{zR}{2r^2})}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{7}{8r} - \frac{zR}{16r^3}\right)$

$\therefore a = \frac{7}{8}Q \quad b = (0, 0, -\frac{QR}{16})$.

(3) 可看做$+\frac{7}{8}Q$ 位于$(0,0,0)$，贡献a. $\pm\frac{1}{8}Q$的偶极子位于原点和$(0,0,\frac{R}{2})$，贡献b.

(电势叠加，电荷分解．叠加，公式的处理)

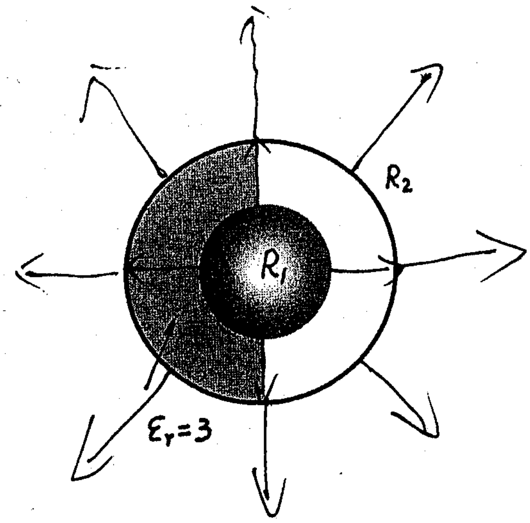
姓　名：________________　学　号：________________

13、（15 分）半径为 R_1 的金属　导体球与半径为 R_2 的金属球壳同心，导体球与球壳之间的一半空间充满线性、均匀、各向同性的电介质，其相对介电常数为 3，另一半为空气（相对介电常数近似为 1），如图所示。现将导体球荷电 Q

（1） 画出空间中的电场线；

（2） 求球壳内表面和外表面的自由电荷面密度；

（3） 球壳处介质表面的极化电荷面密度。



(2) 内表面左侧：$\sigma=\frac{3Q}{8\pi R_2^2}$

内表面右侧：$\sigma=-\frac{Q}{8\pi R_2^2}$

外表面：$\sigma=\frac{Q}{4\pi R_2^2}$

(3) $\sigma=\frac{Q}{4\pi R_2^2}$

装

订

线

（电场线 内外区别）

（极化电荷面密度）

（自由电荷面密度）

14、（15 分）如图所示，一导线圆环由同种材料做成，其中半圆环段 dac 导线直径为 dbc 导线直径的 2 倍，但导线的直径都很小。圆环的半径为 R 。以其水平直径 ab 为轴匀速转动，角速为 ω，空间存在竖直向上的均匀磁场，磁感应强度为 B 。当圆环转至图示位置时（c 点正从图面出来），

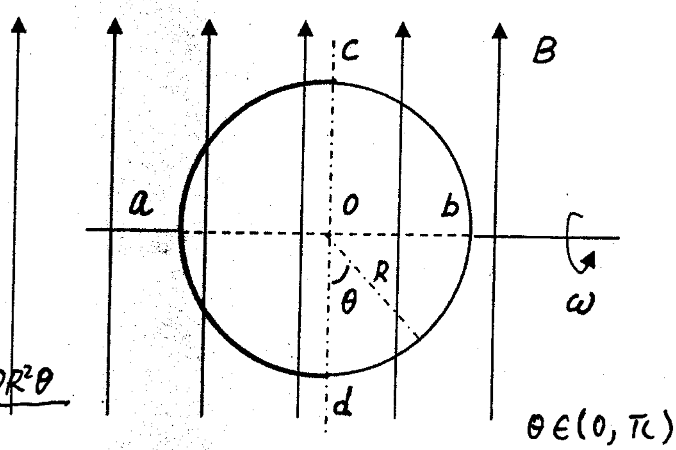
（1）圆环中感应电动势大小；

（2）圆环中产生的感应电动势是感生电动势还是动生电动势，并说明其物理本质；

（3）以 d 点为电势零点，求环上任一点（位置用 θ 表示）的电势。

(1) $\mathcal{E} = B\pi R^2\omega$

(2) 动，洛仑兹力



(3)

$$U=\begin{cases} B\omega R^2\left(\frac{1}{2}\theta+\frac{1}{4}\sin 2\theta\right)-\frac{4B\omega R^2\theta}{5} & \theta\in(0,\pi) \\ B\omega R^2\left(\frac{1}{2}\theta+\frac{1}{4}\sin 2\theta\right)-\frac{4B\omega R^2\pi}{5}-\frac{B\omega R^2(\theta-\pi)}{5} & \theta\in(\pi,2\pi) \end{cases}$$

（洛仑兹力，回路电动势，电动势做功）

欧姆定律

电动势概念