浙江大学 20 20 – 20 21 学年 秋冬 学期

《 大学物理甲 2 》课程期中考试试卷（A）

课程号：761T0020，开课学院：物理系

考试试卷：A √卷、B 卷（请在选定项上打 √）

考试形式：闭 √、开卷（请在选定项上打 √）

允许带 无存储功能的计算器 入场

考试日期：2020 年 11 月 17 日，考试时间：120 分钟

诚信考试，沉着应考，杜绝违纪。

考生姓名________学号________所属院系________任课老师________序号________

题序	填空	计 1	计 2	计 3	计 4	总 分
得分						
评卷人						

电子质量 $m_e = 9.1\times10^{-31}\text{kg}$　　基本电荷 $e = 1.6\times10^{-19}\text{C}$

真空介电常数 $\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}\text{C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$　　真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\text{N/A}^2$

一、填空题：（13 题，共 52 分）

1.（本题 4 分）1595

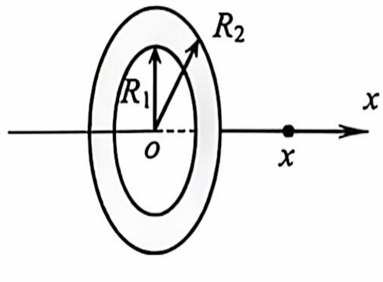
一半径为 R 的均匀带电球面，带有电荷 Q. 若规定该球面上电势值为零，则无限远处的电势 U_∞ = ____________.

2.（本题 4 分）t001

两个半径各为 a 和 b 的金属球，用细导线相连，它们间的距离比它们自身的线度大得多. 如果给此系统带上电荷 Q，则两个金属球上所带的电荷分别为 Q_a = ____________，Q_b = ____________.

3.（本题 4 分）x001

如图所示，一均匀带电平面圆环，内、外半径分别为 R_1 和 R_2，电荷面密度为 σ. 则圆环轴线上离环心 o 为 x 处的电势为__________________.



4.（本题 4 分）x002

某电场的电势分布函数为 $U = a(x^2+y^2)+bz^2$，其中 a、b 为常量. 则该电场中任一点的电场强度 $\vec{E}$ = ____________________.

5．（本题 4 分）1116

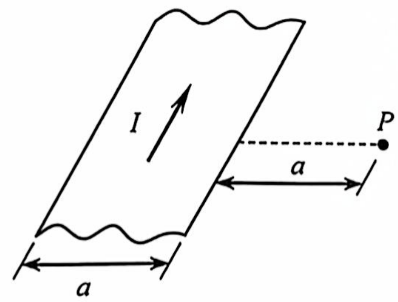
一空气平行板电容器，两极板间距为 d，充电后板间电压为 U. 然后将电源断开，在两板间平行地插入一厚度为 $d/3$ 的金属板，则板间电压变为__________.

6．（本题 4 分）1292

将电荷均为 q 的三个点电荷一个一个地依次从无限远处缓慢搬到 x 轴的原点、$x=a$ 和 $x=2a$ 处．则这一过程中外力克服电场力所做的功为____________________.

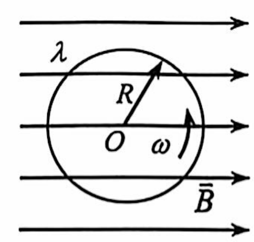
7．（本题 4 分）t002

一宽度为 a 的无限长金属薄板，通有电流 I. 则在薄板平面上，距板的一边距离为 a 的 P 点处的磁感应强度的大小为______________.



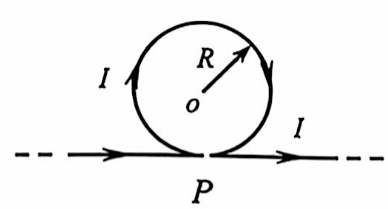
8．（本题 4 分）2095

如图所示，均匀磁场中放一均匀带正电荷的圆环，其线电荷密度为 λ，圆环可绕通过环心 O 与环面垂直的转轴旋转．当圆环以角速度 ω 转动时，圆环受到的磁力矩为______________，其方向______________.



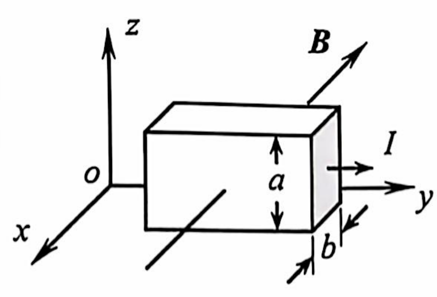
9．（本题 4 分）5125

一根无限长的直导线通有电流 I，在 P 点处被弯成了一个半径为 R 的圆，且 P 点处无交叉和接触，则圆心处的磁感应强度大小为__________，方向为__________.



10．（本题 4 分）2069

如图所示为磁场中的通电薄金属板，当磁感应强度 B 沿 x 轴负方向，电流强度 I 沿 y 轴正向，则金属板中对应于霍尔电势差的电场强度 $\boldsymbol{E}_H$ 的方向沿_________.

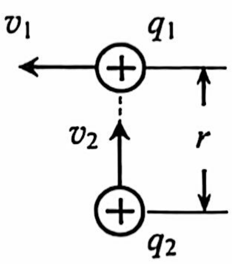


11．（本题 4 分）2393

沿半径为 R 的圆环中有电流 I，此载流圆环位于均匀磁场中，且电流磁矩的方向与磁感应线的方向之间夹角为 α. 若使圆环中的电流保持不变并将它移到磁场范围以外，外力所必需作的功为 A. 则均匀磁场的磁感应强度的大小为__________.

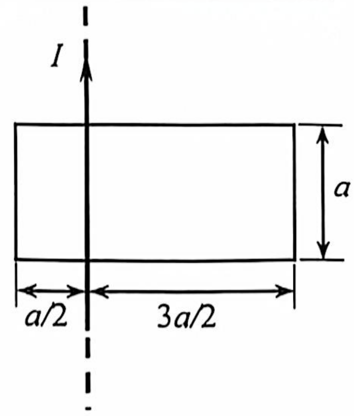
12．（本题 4 分）x003

两个正点电荷 q_1 和 q_2 分别以速度 v_1 和 v_2 运动，当它们运动到相距为 r 的图示位置时，q_1 在 q_2 处产生的磁感应强度大小为__________；q_2 受到的总作用力大小为____________.



13.（本题 4）x004

如图所示，一长直导线通有电流 I，有一绝缘的矩形线框与直导线共面.则通过矩形线框所围面积的磁通量为__________.



二、计算题：（4 题，共 48 分）

1.（本题 12 分）x005

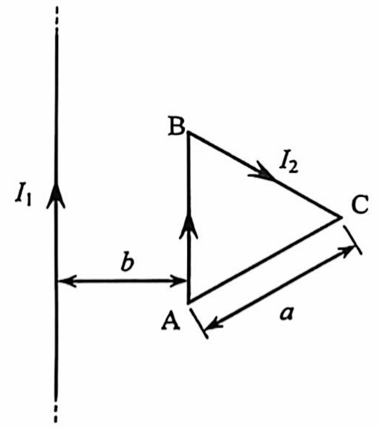
半径为 a 的长直导线，外面套有共轴导体圆筒，圆筒内半径为 b，导线与圆筒间充满相对介电常数为ε_r的均匀电介质．设沿轴线单位长度上导线均匀带电 $+\lambda$，圆筒均匀带电 $-\lambda$，忽略边缘效应，求：（1）介质内距轴线距离为 r 的任意一点的电场强度；（2）柱形介质层内外表面处的极化电荷面密度；（3）沿轴线单位长度的电场能量.

2.（本题 12 分）x006

两个同心导体球壳构成一球形电容器，外球壳的内半径是固定的，其大小 R=5 cm，内球壳的外半径可以自由选择，两球壳之间充满各向同性的均匀电介质，已知该介质的击穿电场强度的大小为 $E_0=200$ kV/cm．试求该电容器可能承受的最高电压.

3．（本题 12 分）x007

载有电流 I_1 的长直导线旁有一与之共面的正三角形线圈 ABC，其边长为 a，载有电流 I_2，AB 边与导线平行，到直导线的垂直距离为 b（见附图）. 求在长直载流导线场中：（1）AB 段载流导线所受的磁力的大小；（2）BC 段载流导线所受的磁力的大小；（3）三角形线圈所受的磁力的大小.



4．（本题 12 分）t003

一环形细铁芯，其平均周长为 0.3 m，截面积为 $1.0\times10^{-4}\,\mathrm{m}^2$，该环均匀地密绕 300 匝线圈. 当线圈中通有电流 0.032 A 时，通过环截面积的磁通量为 $2.0\times10^{-6}\,\mathrm{Wb}$. 求：（1）螺绕环内的磁场强度和磁感应强度；（2）铁芯的相对磁导率；（3）磁化强度和磁化电流线密度.

2020-2021 学年秋冬学期《大学物理甲 2》期中考试试卷参考答案 A

一、填空题：（每题 4 分，共 52 分）

1. $U_\infty=\int_\infty^R \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\mathrm{d}r=-\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

2. $\frac{Q_a}{4\pi\varepsilon_0 a}=\frac{Q-Q_a}{4\pi\varepsilon_0 b}$　　$Q_a=\frac{aQ}{a+b}$　　$Q_b=\frac{bQ}{a+b}$

3. $U=\int \mathrm{d}U=\int_{R_1}^{R_2}\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\frac{r\mathrm{d}r}{\sqrt{r^2+x^2}}=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(\sqrt{R_2^2+x^2}-\sqrt{R_1^2+x^2})$

4. $\vec{E}=-\nabla U=-2ax\,\vec{i}-2ay\,\vec{j}-2bz\,\vec{k}$

5. $U'=Ed_1+Ed_2=E(d-\frac{1}{3}d)=\frac{2}{3}Ed=\frac{2}{3}U$

6. $A=A_1+A_2+A_3=0+q\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}+q(\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}+\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 2a})=\frac{5q^2}{8\pi\varepsilon_0 a}$

7. $B=\int_a^{2a}\frac{\mu_0}{2\pi r}\frac{I}{a}\mathrm{d}r=\frac{\mu_0 I}{2\pi a}\ln 2$

8. $p_m=IS=\frac{\omega}{2\pi}\cdot\lambda\cdot 2\pi R\cdot\pi R^2=\pi R^3\lambda\omega$， $M=p_m B\sin 90°=\pi R^3\lambda B\omega$，方向向上

9. $B=\frac{\mu_0 I}{2R}-\frac{\mu_0 I}{2\pi R}=\frac{\mu_0 I}{2\pi R}(\pi-1)$，垂直纸面向里

10. v 为$-y$ 方向，洛仑兹力 z 轴正向，电场力 z 轴负向，E_H 的方向沿 z 轴正向

11. $\Phi_m=\vec{B}\cdot\vec{S}=\pi R^2 B\cos\alpha$， $A=I\Delta\Phi$， $B=\frac{A}{\pi R^2 I\cos\alpha}$

12. $B=\frac{\mu_0 q_1 v_1}{4\pi r^2}$　　$F=\sqrt{F_m^2+F_e^2}=\frac{q_1 q_2}{4\pi r^2}\sqrt{\mu_0^2 v_1^2 v_2^2+1/\varepsilon_0^2}$

13. $\Phi_m=\int_{a/2}^{3a/2}\frac{\mu_0 I}{2\pi x}\cdot a\mathrm{d}x=\frac{\mu_0 Ia}{2\pi}\ln 3$

二、计算题：（共 4 题，共 48 分）

1. （1） $\oiint_S \vec{D}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=\sum_{in}q_0$ 可得　$D=\frac{\lambda}{2\pi r}$， $E=\frac{D}{\varepsilon_0\varepsilon_r}=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r}$　方向沿径向向外

（2） $P=\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)E=\frac{(\varepsilon_r-1)\lambda}{2\pi\varepsilon_r r}$，　$\sigma'_{内}=P_n=-\frac{(\varepsilon_r-1)\lambda}{2\pi\varepsilon_r a}$， $\sigma'_{外}=P_n=\frac{(\varepsilon_r-1)\lambda}{2\pi\varepsilon_r b}$

（3） $W_e=\int\frac{1}{2}\varepsilon_0\varepsilon_r E^2\mathrm{d}V=\int_a^b\frac{1}{2}\varepsilon_0\varepsilon_r(\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r})^2 2\pi r\mathrm{d}r=\frac{\lambda^2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\ln\frac{b}{a}$

2、当两球壳分别带电 $\pm Q$ 时，电容器内的电场强度为：$E=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^2}$

设内球壳的外半径为 R_x，则两球壳间的电势为：$U=\int_{R_x}^{R}\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^2}\mathrm{d}r \doteq \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}(\dfrac{1}{R_x}-\dfrac{1}{R})$

考虑到内球壳外表面处电场强度最大：$E(r=R_x)=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r R_x^2}=E_0$

$$\therefore\ U=E_0R_x^2(\frac{1}{R_x}-\frac{1}{R})$$

对电势求极值使 $\dfrac{\mathrm{d}U}{\mathrm{d}R_x}=0$ 可得 $R_x=\dfrac{R}{2}$，且 $\dfrac{\mathrm{d}^2U}{\mathrm{d}R_x^2}<0$

代入上式可得：$U_{\max}=E_0\dfrac{R}{4}=2.5\times10^5\ \mathrm{V}$

3．选坐标系如图，长直导线的磁感应强度为 $B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

（1）AB 处磁场均匀，故其受力 $F_{AB}=BI_2l_{AB}=\dfrac{\mu_0I_1I_2a}{2\pi b}$

（2）距 B 点距离为 l 处取一电流元 $I_2\mathrm{d}l$

$$F_{BC}=\int\mathrm{d}F_{BC}=\int BI_2\mathrm{d}l=\int_0^a\frac{\mu_0I_1I_2\mathrm{d}l}{2\pi(b+l\cos30^\circ)}=\frac{\sqrt{3}\mu_0I_1I_2}{3\pi}\ln\frac{2b+\sqrt{3}a}{2b}$$

（3）对于 BC 边和 AC 边，由于对称性，其 y 轴方向的分力相互抵消，x 轴方向的分力方向相同，相互加强，所以有

$$F=F_{AB}-2F_{BC}\cos60^\circ=\frac{\mu_0I_1I_2a}{2\pi b}-\frac{\sqrt{3}\mu_0I_1I_2}{3\pi}\ln\frac{2b+\sqrt{3}a}{2b}$$

4.（1）由安培环路定理 $\oint_L\vec{H}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=\sum_{L内}I$

$$H=\frac{NI}{2\pi R}=\frac{NI}{l}=\frac{300\times0.032}{0.3}=32\ \mathrm{A/m}\qquad B=\frac{\Phi}{S}=2\times10^{-2}\ \mathrm{T}$$

（2）$\mu_r=\dfrac{B}{\mu_0H}=497$

（3）$M=\chi_mH=(\mu_r-1)H=1.59\times10^4\ \mathrm{A/m}$； $j_m=M=1.59\times10^4\ \mathrm{A/m}$