大学物理 B　静电场作业

1.　关于对场的叠加原理的理解，下列说法中错误的是：[B　]

（A）两种性质相同的场可以占据同一个空间.

（B）两种性质不相同的场不可以占据同一个空间.

（C）矢量场在叠加时服从平行四边形法则.

（D）场经过叠加后，仍然能保持自身原有的性质.

2.　关于高斯定理，下列说法中哪一个是正确的？　　[C　]

(A) 若高斯面内无电荷，则高斯面上各点的场强处处为零.

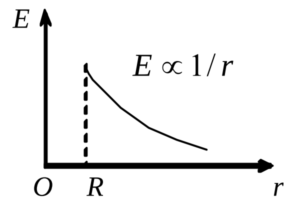
(B) 若高斯面上场强处处为零，则高斯面内必不存在电荷.

(C) 高斯面上的电场强度通量仅与高斯面内电荷的代数和有关.

(D) 以上说法都不正确.

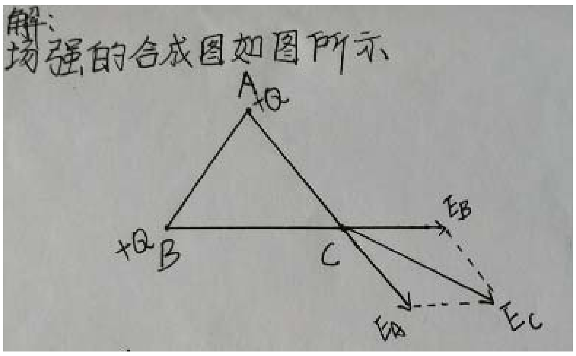
3. 真空中，静电场的环路定理的数学表达式是______ $\oint_l \vec{E}\cdot d\vec{l}=0$ __________，它说明静电场是___保守____场，静电场力是____保守___力，电场线具有________不闭合____特点.

4. 图中曲线表示一种轴对称性电荷分布产生的电场分布，r表示离对称轴的距离. 这是由_____半径为R的无限长均匀带电圆柱面______产生的电场强度分布曲线.

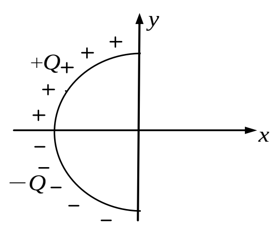


5. 在边长为a的正三角形二个顶点上各放一个带正电的点电荷Q，求未放电荷的那个顶点上的场强和电势，要求画出场强的合成图形.

解：$E=2\times\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\times\cos 30^\circ=\sqrt{3}\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a^2}$，　$U=2\times\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a}=\dfrac{Q}{2\pi\varepsilon_0 a}$



6. 如右图所示，一个细玻璃棒被弯成半径为R的半圆形，沿其上半



部分均匀分布有电荷+Q，沿其下半部分均匀分布有电荷－Q，如图所示：试求：

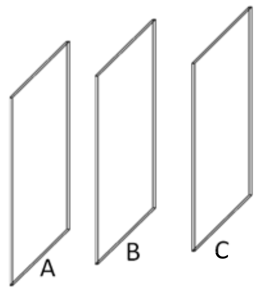
（1）圆心O处的场强；（2）圆心O处的电势.

解： $\lambda = 2Q/\pi R$ 由对称性可知：$E_x = 0$

$$E_y = -2\int_0^{\pi/2} \frac{\lambda R d\theta}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\cos\theta = -2\int_0^{\pi/2} \frac{\lambda d\theta}{4\pi\varepsilon_0 R}\cos\theta = -\frac{Q}{\pi^2\varepsilon_0 R^2}$$

$$U = \int_{+Q} \frac{\lambda dl}{4\pi\varepsilon_0 R} + \int_{-Q} \frac{\lambda dl}{4\pi\varepsilon_0 R} = 0$$

7. 有三个无限大均匀带电平面A、B、C平行放置，如图：其带电面密度分别为$\sigma_A = 3\times10^{-6}$、$\sigma_B = -6\times10^{-6}$、$\sigma_C = -2\times10^{-6} C/m^2$，求：



（1） AB间的场强；

（2） BC间的场强.

$$E_{\mathrm{AB}} = \frac{\sigma_A - (\sigma_B + \sigma_C)}{2\varepsilon_0} = \frac{11}{2\varepsilon_0}\times10^{-6}$$

$$E_{\mathrm{BC}} = \frac{(\sigma_A + \sigma_B) - \sigma_C}{2\varepsilon_0} = \frac{-1}{2\varepsilon_0}\times10^{-6}$$

8. 真空中，有一内、外半径分别为 R1、R2 的带电球壳，其电荷体密度分布为 ：

$\rho = k/r$ （$R_1 < r < R_2$）， $\rho = 0$ （$R_1 > r$或$r > R_2$）， k为常量 求：

（1）球壳内的场强；（2）球壳中的场强；（3）球壳外的场强

电场分布具有球对称性，选取半径为r的同心球面为高斯面。

$$\phi_e = \oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S} = E4\pi r^2$$

（1）球壳内$0 < r < R_1$

$$\frac{\sum q}{\varepsilon_0} = 0 \qquad \therefore E = 0$$

（2）球壳中$R_1 < r < R_2$

$$\frac{\sum q}{\varepsilon_0}=\frac{\int_{R_1}^{r}\rho 4\pi r^2 dr}{\varepsilon_0}=\frac{\int_{R_1}^{r}\frac{k}{r}4\pi r^2 dr}{\varepsilon_0}=\frac{2\pi k(r^2-R_1^2)}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore E=\frac{k(r^2-R_1^2)}{2\varepsilon_0 r^2}=\frac{k}{2\varepsilon_0}(1-\frac{R_1^2}{r^2})$$

（3）球壳外r＞R_2

$$\frac{\sum q}{\varepsilon_0}=\frac{\int_{R_1}^{R_2}\rho 4\pi r^2 dr}{\varepsilon_0}=\frac{\int_{R_1}^{R_2}\frac{k}{r}4\pi r^2 dr}{\varepsilon_0}=\frac{2\pi k(R_2^2-R_1^2)}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore E=\frac{k(R_2^2-R_1^2)}{2\varepsilon_0 r^2}$$

9. 真空中，有无限长带电柱壳，设该柱壳的电荷体密度为ρ，介电常数为ε_0，其内、外表面的半径分别为R_1、R_2，求该柱壳的电场分布.

解：电场分布具有柱面对称性。

故选取柱面为高斯面。

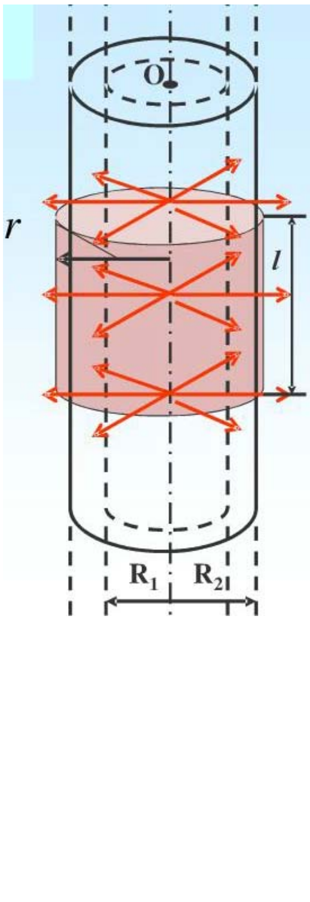
$$\Phi_e=\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S}=\int_{侧}\vec{E}\cdot d\vec{S}+\int_{上底}\vec{E}\cdot d\vec{S}+\int_{下底}\vec{E}\cdot d\vec{S}$$

在上下两面电力线掠过，故电通量为0。

$$=\int_{侧}E dS=E\int_{侧}dS=E\cdot 2\pi rl$$

根据高斯定理 $E\cdot 2\pi rl=\sum_{in} q/\varepsilon_0$

$$\therefore E=\sum_{in} q_i/2\pi\varepsilon_0 rl$$



1、柱壳内，$r<R_1$：

$$\because \sum_{inside} q = 0 \qquad \therefore E_{inside} = 0$$

2、柱壳外，$r>R_2$：

$$\because \sum_{inside} q = \pi(R_2^2 - R_1^2)L\rho$$

$$\therefore E_{outside} = (R_2^2 - R_1^2)\rho / 2\varepsilon_0 r$$

3、柱壳中，$R_1<r<R_2$：

$$\because \sum_{inside} q = \pi(r^2 - R_1^2)L\rho$$

$$\therefore E = (r^2 - R_1^2)\rho / 2\varepsilon_0 r$$

$$E = \begin{cases} 0, & r < R_1 \\ (r^2 - R_1^2)\rho / 2\varepsilon_0 r, & R_1 < r < R_2 \\ (R_2^2 - R_1^2)\rho / 2\varepsilon_0 r, & r > R_2 \end{cases}$$