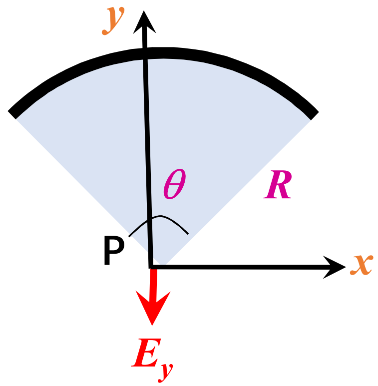
真空中静电场

- 库仑定律　$\boldsymbol{F}=q_1q_2\boldsymbol{r}/(4\pi\varepsilon_0 r^3)$.
- 电场强度　定义：$\vec{E}=\dfrac{\vec{F}}{q_o}$　场强叠加原理：$\vec{E}=\sum\vec{E}_i$

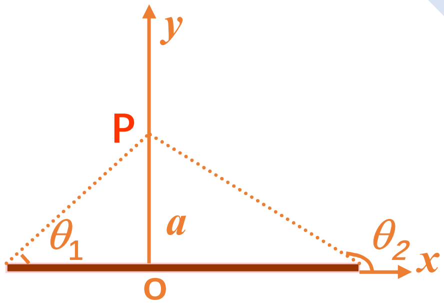
点电荷系的场强：$\vec{E}=\sum\dfrac{q_i}{4\pi\varepsilon_o r_i^2}\vec{e}_{r_i}$　电荷连续分布带电体的场强：$\vec{E}=\int d\vec{E}=\int\dfrac{dq}{4\pi\varepsilon_o r^2}\vec{e}_r$

- 计算圆弧带电体圆心位置、均匀带电直线、圆环的轴线上、带电圆板轴线上的电场强度



电荷q均匀地分布在半径为R的一段圆弧上，计圆弧圆心位置的场强：

$$E_y=-\frac{q}{2\pi\varepsilon_0 R^2}\frac{\sin(\theta/2)}{\theta}$$

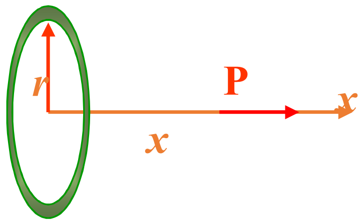


真空中均匀带电直线外一点的场强（设电荷线密度为λ）

$$E_x=\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_o a}(\sin\theta_2-\sin\theta_1)\qquad E_y=\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_o a}(\cos\theta_1-\cos\theta_2)$$

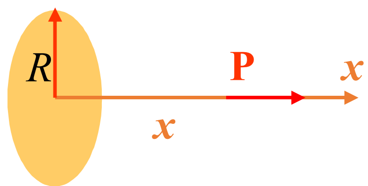
电荷均匀分布圆环轴线上一点的场强：

$$E_x=\frac{qx}{4\pi\varepsilon_o\left(x^2+r^2\right)^{3/2}}$$



电荷面密度为σ、半径为R均匀带电圆板轴线上一点的电场强度：

$$E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_o}\left[1-\frac{x}{(x^2+R^2)^{1/2}}\right]$$



- **高斯定理**　**电场强度通量** $\Phi_e = \int_S \boldsymbol{E} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}$

真空中穿过闭合曲面的电场强度通量 $\Phi_e = \oint_S \boldsymbol{E} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S} = \Sigma q_i / \varepsilon_0$

- 计算无限长均匀带电直线、无限大平面、均匀带电球面（或球体）、无限长均匀带电圆柱面（或圆柱体）激发的电场强度

半径为**R**的无限长均匀带电圆柱体的场强分布：　（电荷密度为ρ）

（**1**）圆柱体外某点的场强 $E = \dfrac{\rho R^2}{2\varepsilon_0 r}$ **（$r \geq R$）**

（**2**）圆柱体内某点的场强 $E = \dfrac{\rho r}{2\varepsilon_0}$ **（$r \leq R$）**

均匀带电球体的场强分布（已知球体半径为**R**，带电量为**q**，电荷密度为ρ）

（**1**）球外某点的场强 $E = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_o r^2} = \dfrac{\rho R^3}{3\varepsilon_o r^2}$ **（$r \geq R$）**

（**2**）球体内一点的场强 $E = \dfrac{qr}{4\pi\varepsilon_o R^3} = \dfrac{\rho r}{3\varepsilon_o}$ **（$r < R$）**

无限大均匀带电平面的场强分布（电荷密度为σ） $E = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_o}$

均匀带电球面、圆柱面场强公式自己总结

- 电势U: 定义式 (场强与电势的积分关系.下式中p表示场点，(0) 表示电势零点): $U=\int_p^{(0)}\boldsymbol{E}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{l}$

电势差 $U_{AB}=U_A-U_B=\int_A^B\boldsymbol{E}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{l}$ 静电场力的功 $W_{AB}=qU_{AB}$

电势叠加原理 $U=\Sigma U_i$

点电荷系激发的电势: $U=\Sigma q_i/(4\pi\varepsilon_0 r_i)$ 连续带电体激发的电势: $U=\int_q[\mathrm{d}q/(4\pi\varepsilon_0 r)]$

场强与电势的微分关系 $\vec{E}=E_x\vec{i}+E_y\vec{j}+E_z\vec{k}=-\left(\frac{\partial U}{\partial x}\vec{i}+\frac{\partial U}{\partial y}\vec{j}+\frac{\partial U}{\partial z}\vec{k}\right)$

- 计算圆环的轴线上、无限长均匀带电直线、无限大平面、均匀带电球面（或球体）、无限长均匀带电圆柱面（或圆柱体）激发的电场的电势

均匀带电细圆环，总电量为q，半径为R，圆环轴线任一点的电势: $V=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0(R^2+x^2)^{1/2}}$

半径为R的均匀带电球体，带电量为q, 电 势分布: $V=\begin{cases}\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r} & r\ge R\\ \frac{q(3R^2-r^2)}{8\pi\varepsilon_0 R^3} & r<R\end{cases}$

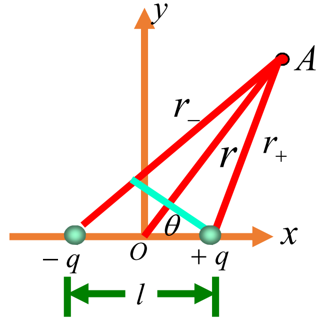
均匀带电球面激发的电势：球面内 $U=Q/(4\pi\varepsilon_0 R)$;球面外 $U=Q/(4\pi\varepsilon_0 r)$;

电偶极子: $U\approx\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{l\cos\theta}{r^2}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p\cos\theta}{r^2}$

$\vec{p}=q\vec{l}$

(1)当$y=0$时，即延长线上，$E=\frac{2ql}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{x^3}=\frac{2p}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{x^3}$

(2)当$x=0$时，即中垂线上，$E=\frac{ql}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{y^3}=\frac{p}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{y^3}$

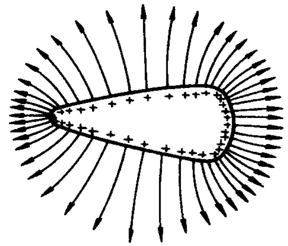


电偶极子外场中的能量、受力、力矩

静电场与物质相互作用

- 导体的静电平衡时的性质

1. 导体内部，场强处处为零。 **2.** 导体内各处电势相同,导体为等势体，导体表面为等势面。



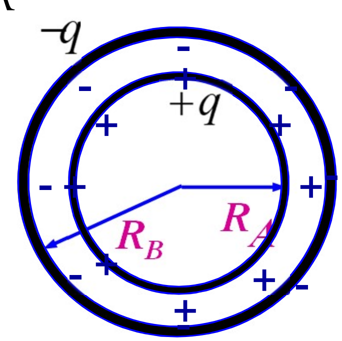
导体表面和表面附近的场强: $\vec{E}_{\perp}=\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{e}_{\rm n}$

电荷总量为q、半径为R的导体表面电荷（不管电荷分布均匀与否）在导体球球心处产生的电势为:

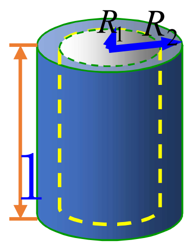
$$U=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

- **电容：定义式 $C=Q/\Delta U=Q/(U_1-U_2)$;**

平行板电容器 $C=\varepsilon S/d$,球形电容器的电容 $C=4\pi\varepsilon_0\dfrac{R_A R_B}{R_B-R_A}$



单位长度圆柱形电容器的电容 $C=\dfrac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\dfrac{R_2}{R_1}}$



电容器并联 $C=C_1+C_2$ 电容器串联 $C=\dfrac{C_1C_2}{C_1+C_2}$

- **静电场的能量:**

点电荷系 $W=\dfrac{1}{2}\sum\limits_i q_iU_i$ 带电体连续分布 $W=\dfrac{1}{2}\int_{(Q)}\mathrm{d}qU$

电容器电能：$W_e=(1/2)qU=(1/2)CU^2=q^2/(2C)$; 电场能密度：$w_e=\dfrac{\mathrm{d}W_e}{\mathrm{d}V}=\dfrac{1}{2}DE$ $W_e=\iiint\limits_V w_e\mathrm{d}V=\dfrac{1}{2}\iiint\limits_V DE\mathrm{d}V$

$D=\varepsilon E$

带电导体球静电场能：$W_e=\dfrac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0 R}$

- 静电场中的电介质

电极化强度矢量 $\vec{P}=\dfrac{\sum\limits_{\Delta V}\vec{p}_i}{\Delta V}$ $\quad\vec{P}=\chi_e\varepsilon_0\vec{E}$

—— χ_e 称为介质的电极化率

极化电荷分布 $\sigma'=P\cos\theta=\vec{P}\cdot\vec{e}_n$ $\quad\rho'=-\nabla\cdot\vec{P}$

定义电位移矢量： $\vec{D}=\varepsilon_0\vec{E}+\vec{P}$

介质中的高斯定理 $\oint\!\!\!\!\oint_S\vec{D}\cdot d\vec{S}=\sum\limits_{S内}q_f=\iiint_V\rho_f dV$

$$\vec{D}=\varepsilon\vec{E}\qquad\vec{P}=\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)\vec{E}$$

场强与界面斜交

$$D_{1n}=D_{2n}$$

$$\varepsilon_1E_{1n}=\varepsilon_2E_{2n}$$