1.如图所示，一金属球被同心的金属球壳包围,内球带电$+q$，外球壳带电$+Q$。

18分

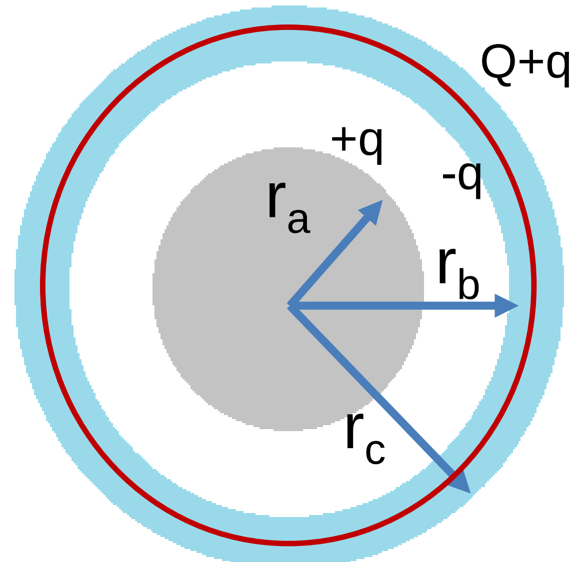
(1) 空间各区域径向电场E_r的大小。

(2) 空间各区域电势的大小。

(3) 如果内球球心和外球壳球心移离一段距离（内球全在外球壳内）在$r>r_c$的区域，电场如何变化？

(1)

$$\vec{E}=\begin{cases}0 & (r<r_a)\\ \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q}{r^2} & (r_a<r<r_b)\\ 0 & (r_b<r<r_c)\\ \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q+q}{r^2} & (r>r_c)\end{cases}$$

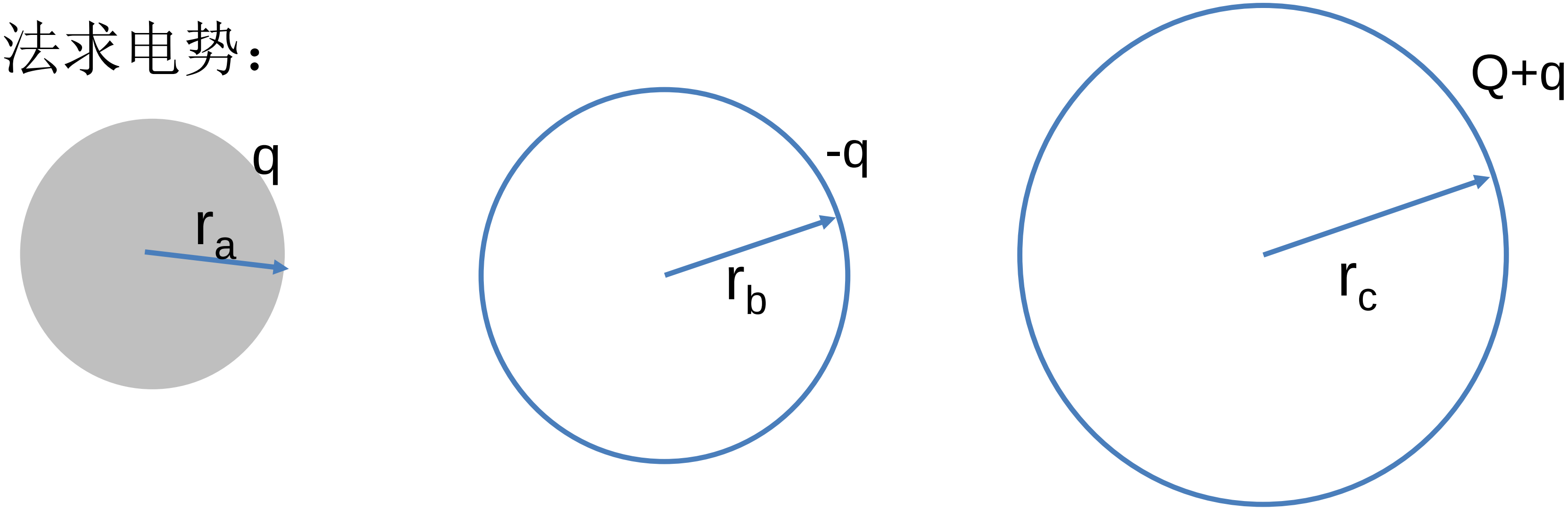


(2)

$$U=\begin{cases}\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{Q+q}{r_c}-\dfrac{q}{r_b}+\dfrac{q}{r_a}\right) & (r<r_a)\\ \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{q}{r}-\dfrac{q}{r_b}+\dfrac{Q+q}{r_c}\right) & (r_a<r<r_b)\\ \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{Q+q}{r_c}\right) & (r_b<r<r_c)\\ \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q+q}{r} & (r>r_c)\end{cases}$$

(3) 没有变化

叠加法求电势：



$$U=\begin{cases}\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q}{r_a} & (r<r_a)\\[2ex] \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q}{r} & (r>r_a)\end{cases}$$

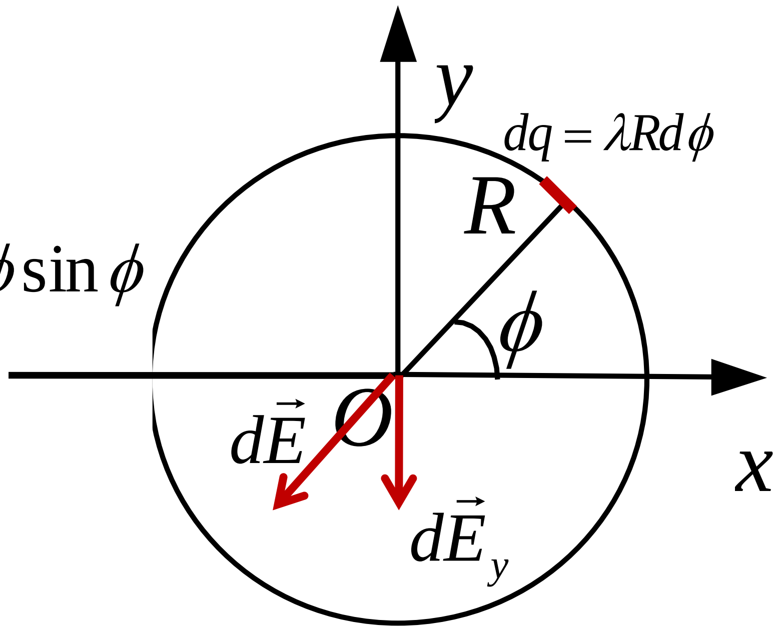
$$U=\begin{cases}\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{-q}{r_b} & (r<r_b)\\[2ex] \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{-q}{r} & (r>r_b)\end{cases}$$

$$U=\begin{cases}\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q+q}{r_c} & (r<r_c)\\[2ex] \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q+q}{r} & (r>r_c)\end{cases}$$

$$U=\begin{cases}\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}(\dfrac{Q+q}{r_c}-\dfrac{q}{r_b}+\dfrac{q}{r_a}) & (r<r_a)\\[2ex] \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}(\dfrac{q}{r}-\dfrac{q}{r_b}+\dfrac{Q+q}{r_c}) & (r_a<r<r_b)\\[2ex] \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}(\dfrac{Q+q}{r_c}) & (r_b<r<r_c)\\[2ex] \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q+q}{r} & (r>r_c)\end{cases}$$

2.半径为R的带电细圆环，线密度为$\lambda=\lambda_0\sin\phi$，$\lambda_0$为一正常数，$\phi$为半径$R$和$x$轴所成的夹角，附图所示。试求环心$O$处的电场强度。

12分



$$E_y=4\int_0^{\pi/2}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dq}{R^2}\sin\phi=\int_0^{\pi/2}\frac{1}{\pi\varepsilon_0 R^2}\lambda R d\phi\sin\phi$$

$$=\int_0^{\pi/2}\frac{\lambda_0\sin\phi}{\pi\varepsilon_0 R}d\phi\sin\phi$$

$$=\frac{\lambda_0}{4\varepsilon_0 R}$$

$$=-\frac{\lambda_0}{4\varepsilon_0 R}\vec{j}$$

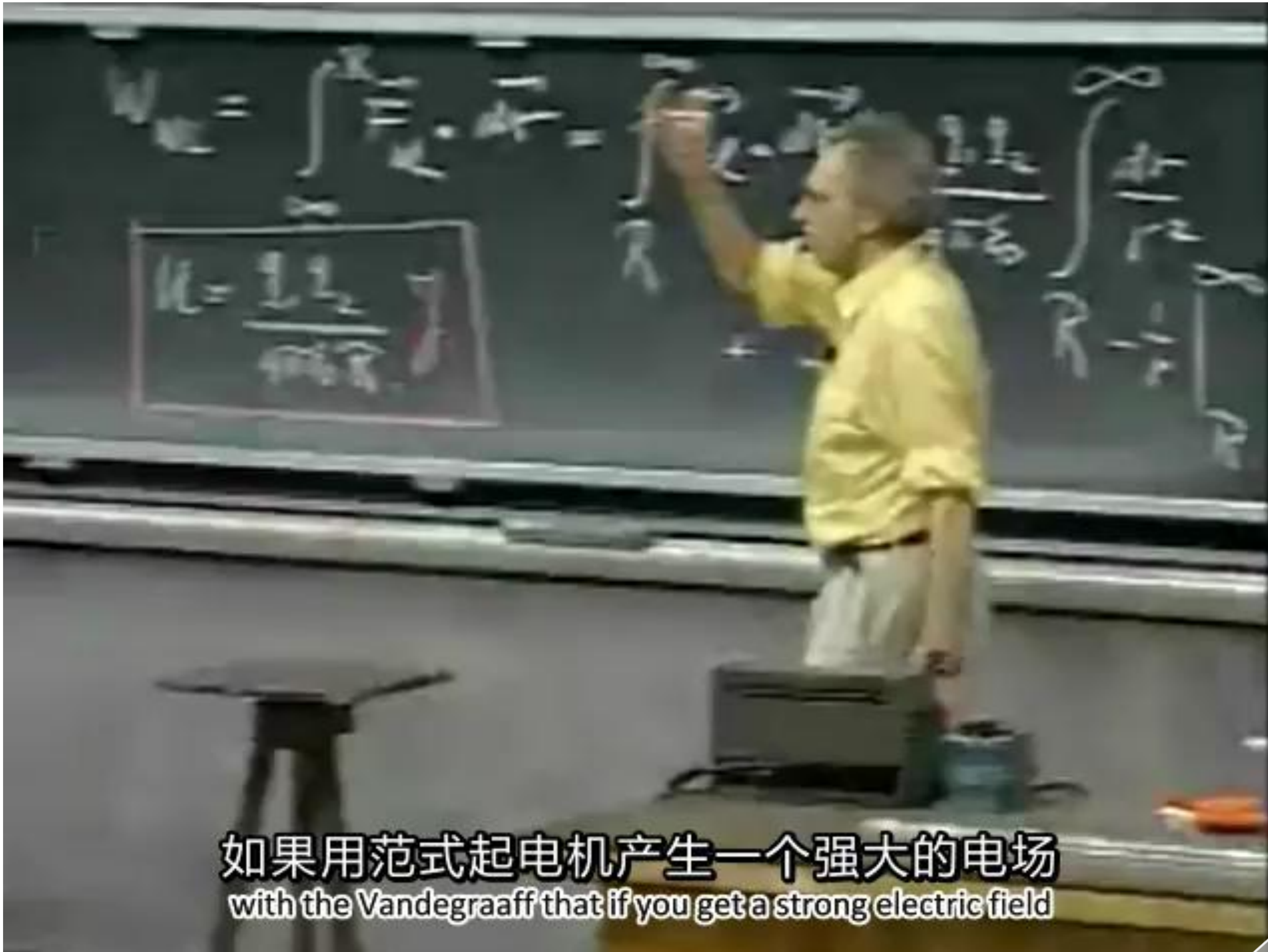
3.一个孤立导体带电面密度为 σ，临近外表面的场强是多少？方向是? 一带电导体球壳，电荷会分布在外表面，请证明内表面没有电荷？

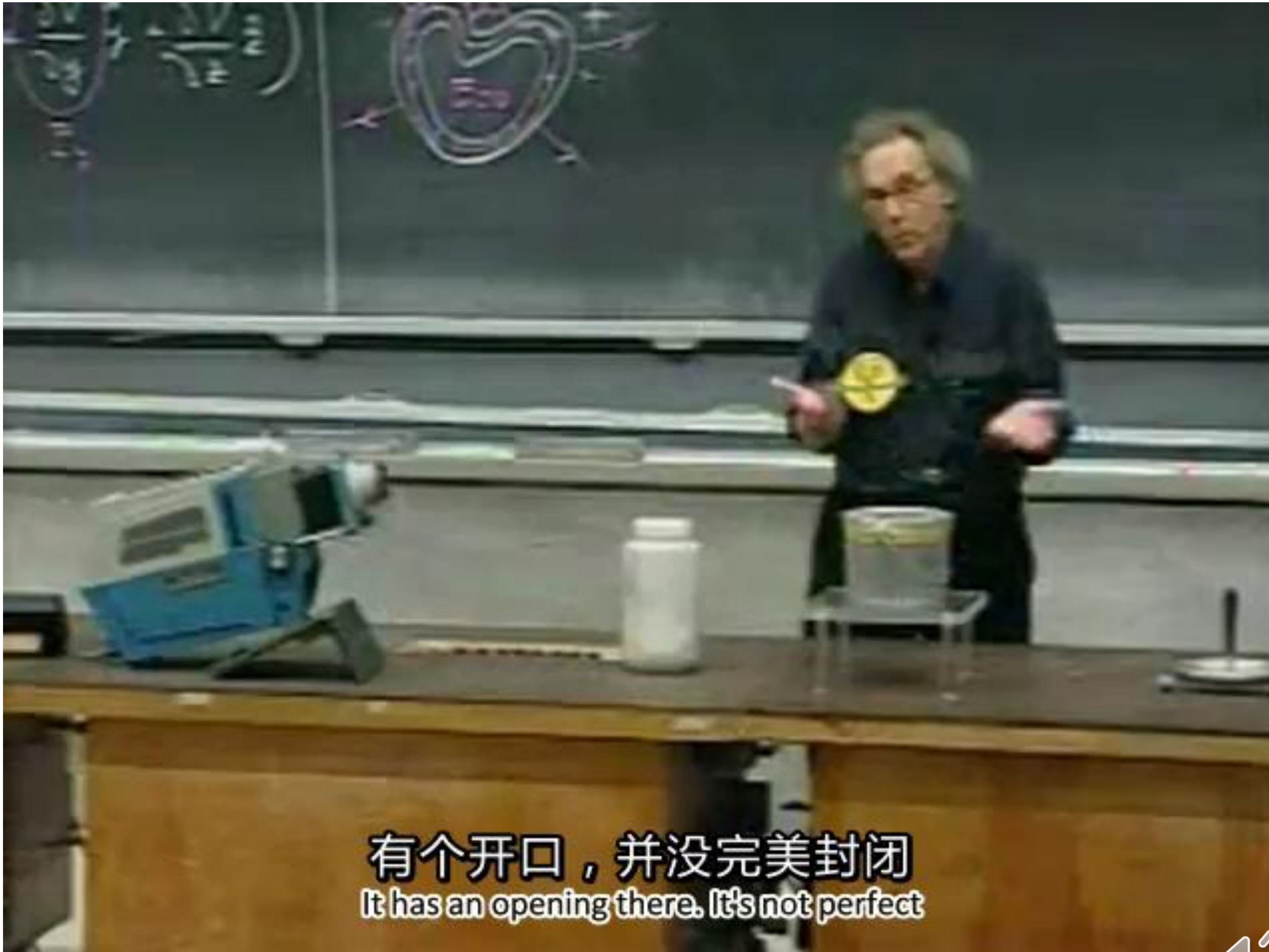
12分

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

垂直导体表面

书上：2.1.3导体壳

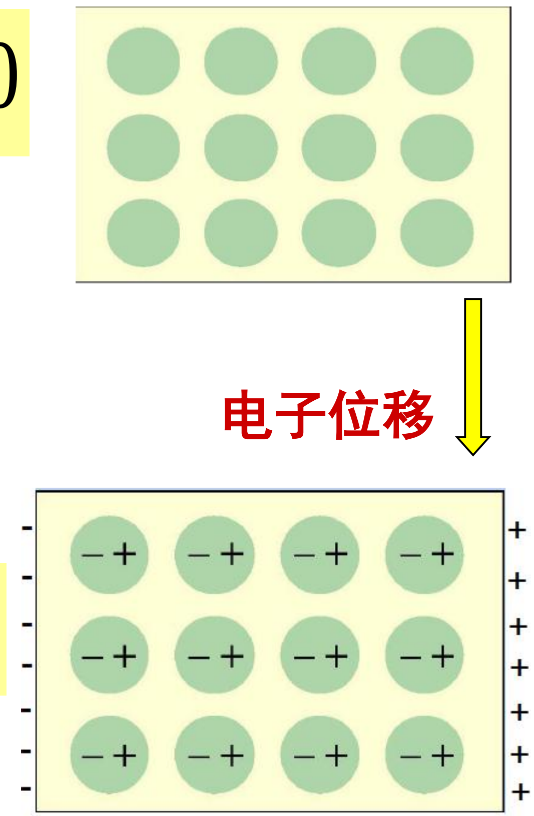

如果用范式起电机产生一个强大的电场
with the Vandegraaff that if you get a strong electric field


有个开口，并没完美封闭
It has an opening there. It's not perfect

4.极化强度的定义式？尝试解说一块电介质电子位移极化的物理过程及后果？电位移矢量的定义式？ 12分

$$\vec{P} = \lim_{\Delta V \longrightarrow 0} \frac{\sum \vec{p}_{分子}}{\Delta V}$$

$$E_0 = 0$$



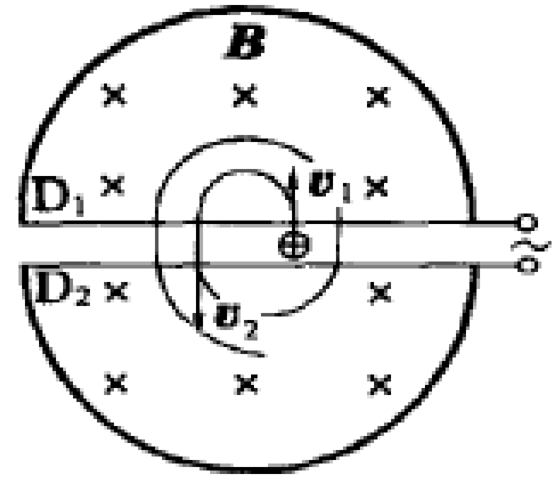
书上：2.3.2 极化的微观机制

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$$

$$E_0 \neq 0$$

5、结合电子回旋加速器的简易图，论述电子加速原理。

10分



书上：4.5.5 回旋加速器的基本原理

6. 一半径为R的无限长圆柱体，载有电流I，电流沿横截面均匀分布，求磁感应强度在空间的分布？

12分

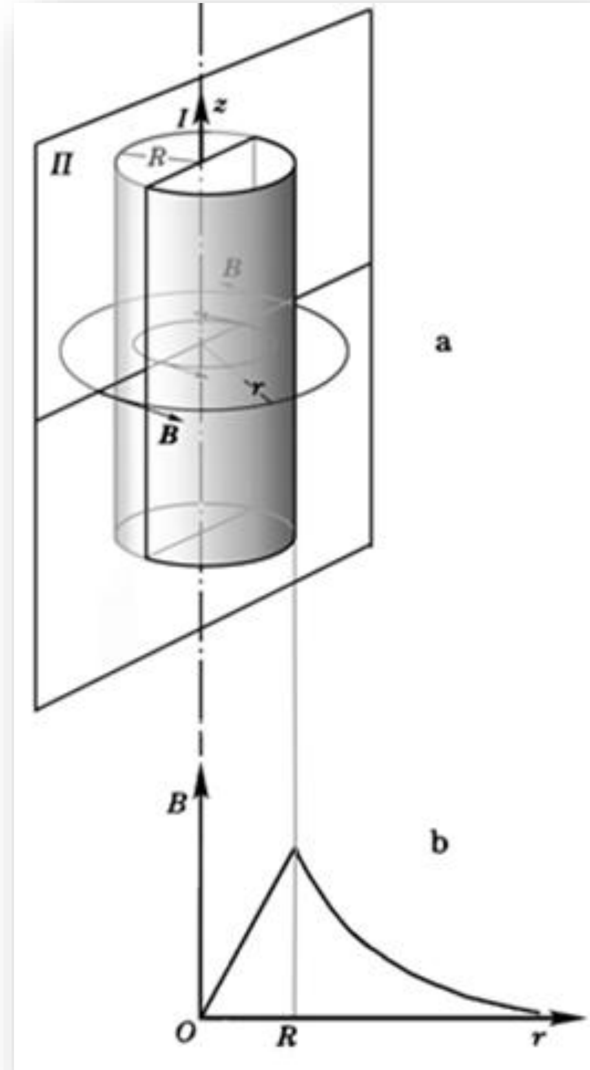
$$r > R,\ \sum I_{内} = I$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I,\quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$r < R,\ \sum I_{内} = \frac{I}{\pi R^2}\pi r^2,\ B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$$

方向：绕圆柱中心轴环形分布。

$$B = \begin{cases} \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}, & r > R \\ \dfrac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}, & r < R \end{cases}$$

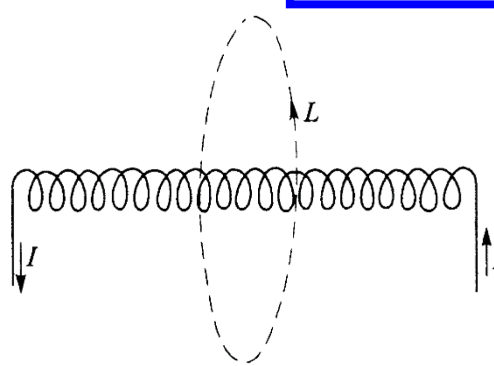


7、 （1）电路中的电流连续性方程？稳恒电流形成的条件？基尔霍夫第一方程组和第二方程组的理论根源是什么，并写出其公式？ 2分+2分+3分+3分

（2）一无限长密绕螺线管，砸密度是n，通有电流I，螺线管内外的场强分别是多少？如下图所示的环路积分 $\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l}$ 等于多少？ 2分+2分

(1) 电流连续方程： $\oiint_S \vec{j}\cdot d\vec{S} = -\dfrac{dq_{内}}{dt}$ **稳恒条件：** $\boxed{\oiint_S \vec{j}\cdot d\vec{S} = 0}$

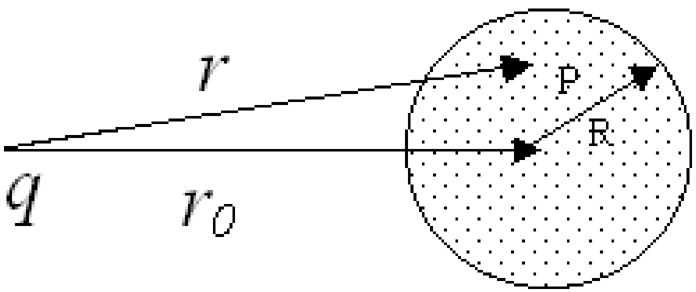
$$\boxed{\oiint_S \vec{j}\cdot d\vec{S} = 0} \qquad \boxed{\oint \vec{E}\cdot d\vec{l} = 0}$$



(2) 内部 $\mu_0 nI$ **，外部为0** $\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} = 0$

8.如图所示一导体球原为中性，今在距球心为r_0处放一电量为q的点电荷，试求：(1)球上的感应电荷在球内P点上的场强E_P，和电势U_P（已知P到q的距离为r）；(2)若将球接地，E_P和电势U_P的结果如何?

10分



(1) 由静电平衡条件和场叠加原理可知

$$\vec{E}_P+\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\vec{r}=0 \qquad \vec{E}_P=-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\vec{r}$$

P点的电势为点电荷q和球面感应电荷在该处产生的电势的标量和,即：

$$U_P=U_{P'}+\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$ 与球心0点等电势 $$U_P=U_0=U_{0'}+\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_0}$$

因球面上感应电荷与球心距离相等，且感应的总电荷量为0，所以，感应电荷在0点产生的电势为0，即 $U_{0'}=0$

$$U_P=U_{P'}+\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}=U_0=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_0} \qquad U_{P'}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_0}-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

(2) $$\vec{E}_P=-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\vec{r}$$

$$U_{P'}=-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$