14-22 若一电子的总能量为5.0MeV，求该电子的静能、动能和动量和速率.

解：电子静止能量

$$E_0 = m_0 c^2 = 9.11\times10^{-31}\times9\times10^{16}$$

$$= 8.20\times10^{-14} J = 0.511 MeV$$

电子的动能 $E_k = E - E_0 = 7.18\times10^{-13} J = 4.488 MeV$

$$E^2 = E_0^2 + p^2c^2 \quad \therefore p = \frac{1}{c}\sqrt{E^2 - E_0^2} = 2.66\times10^{-21} kg\cdot m\cdot s^{-1}$$

$\therefore E = E_0 / \sqrt{1-\upsilon^2/c^2}$ 得 $\upsilon = 0.995c$

14-24 在美国费米实验室中能产生1.0×10¹²eV的高能质子，问该质子的速度约为多大？

$$E = mc^2 = 1.0\times10^{12}\,eV,$$

$$E_0 = m_0c^2 = 9.38\times10^{8}\,eV$$

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

解得

$$v = 0.9999996c$$

14-27 如果将电子由静止加速到速率为0.1c，需对它做多少功？如将电子由速率为0.80c加速到0.90c，又需对它做多少功?

解:

$$\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = (m_2c^2 - m_0c^2) - (m_1c^2 - m_0c^2)$$

$$= m_0c^2 \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - v_2^2/c^2}} - \frac{1}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2}} \right\}$$

$$W = \Delta E_k = 4.13 \times 10^{16}\,\mathrm{J} = 2.58 \times 10^3\,\mathrm{eV}$$

$$W' = \Delta E_k' = 5.14 \times 10^{-14}\,\mathrm{J} = 3.21 \times 10^5\,\mathrm{eV}$$

14-28 在惯性系中，有两个静止质量都是 m_0 的粒子A和B，它们以相同的速率 v 相向运动，碰撞后合成一个粒子，求这个粒子的静止质量 m_0'.

解:

$$\frac{m_0\vec{v}_A}{\sqrt{1-v_A^2/c^2}}+\frac{m_0\vec{v}_B}{\sqrt{1-v_B^2/c^2}}=\frac{m_0'\vec{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

$$\because \vec{v}_A=-\vec{v}_B,\ v_A=v_B=v\ \therefore v=0$$

$$\frac{m_0c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}+\frac{m_0c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}=m_0'c^2$$

$$m_0'=\frac{2m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

5-10 若电荷Q均匀分布在长为L的细棒上，求

（1）在棒的延长线上且离棒中心为 r 处的电场强度；

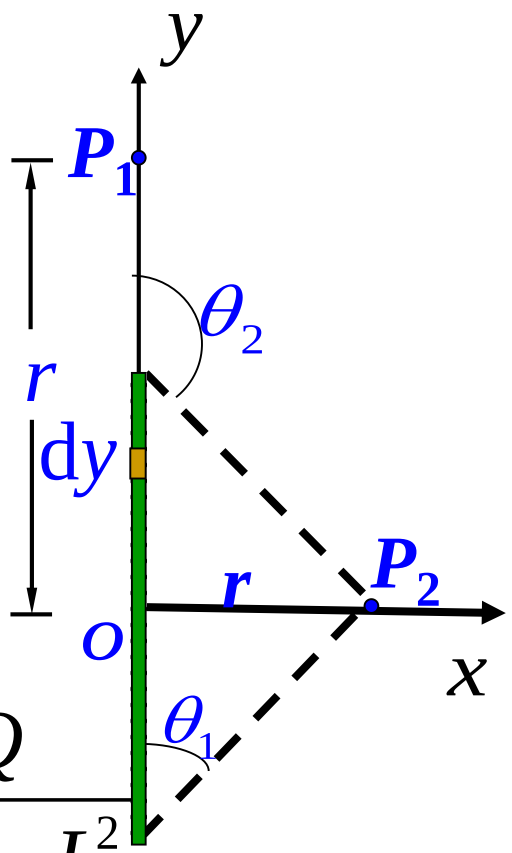
（2）在棒的垂直平分线上，且离棒r处的电场强度。

解：（1）

$$E=\int \mathrm{d}E=\int_{-L/2}^{L/2}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L(r-y)^2}\mathrm{d}y$$

$$=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 L}\frac{1}{r-y}\Bigg|_{-L/2}^{L/2}$$

$$=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 L}\left[\frac{1}{r-L/2}-\frac{1}{r+L/2}\right]=\frac{1}{\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{4r^2-L^2}$$



（2） $$\mathrm{d}E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L(y^2+r^2)}\mathrm{d}y$$

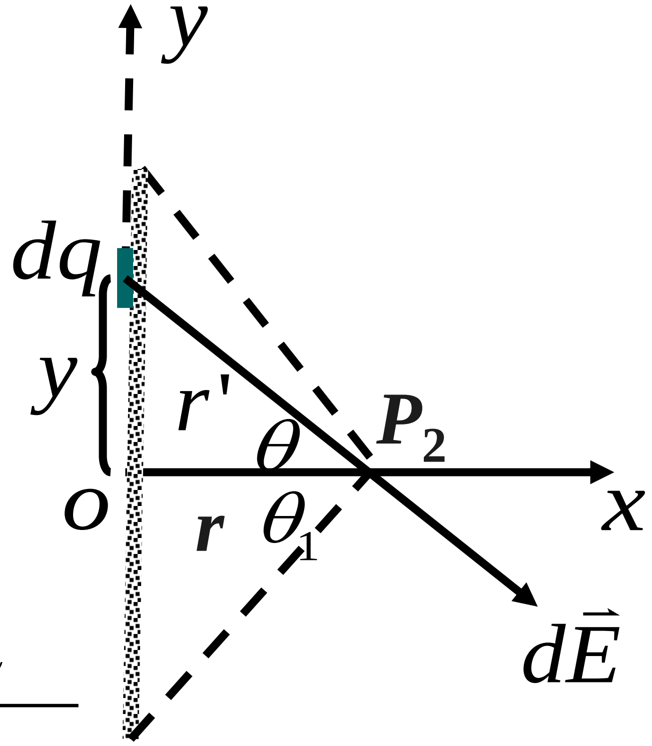
$$E=\int \mathrm{d}E_x=\int\cos\theta \mathrm{d}E=\int_{-L/2}^{L/2}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{rQ}{L(y^2+r^2)^{3/2}}\mathrm{d}y$$

设 $y=r\tan\theta$ $\quad \mathrm{d}y=\dfrac{r}{\cos^2\theta}\mathrm{d}\theta$

$$E=\int_{-\theta_1}^{\theta_1}\frac{rQ\cos^3\theta}{4\pi\varepsilon_0 Lr^3}\frac{r}{\cos^2\theta}d\theta$$

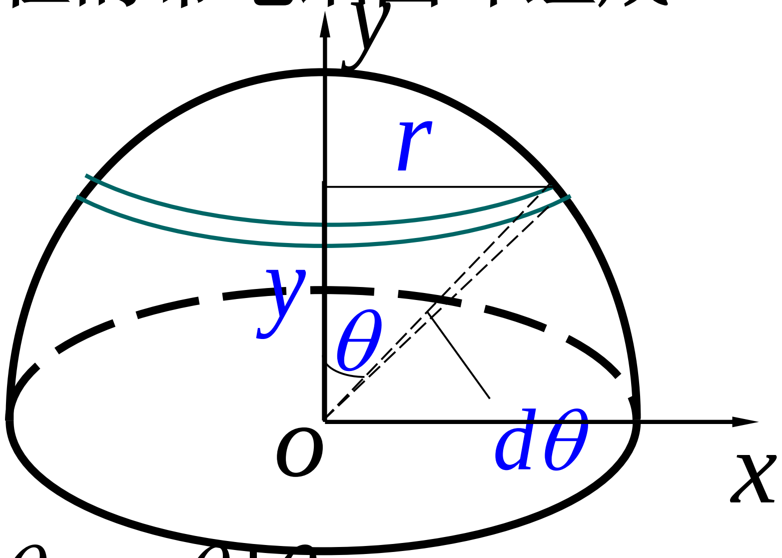
$$E=\frac{Q\sin\theta_1}{2\pi\varepsilon_0 Lr}=\frac{1}{2\pi\varepsilon_0 r}\frac{Q}{\sqrt{4r^2+L^2}}$$

$$L\to\infty\Rightarrow E=\frac{Q/L}{2\pi\varepsilon_0 r\sqrt{1+4r^2/L^2}}=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$$



5-11 一半径为R的均匀带电半球面。其面电荷密度为σ，求该半球面球心处的电场强度大小。

解：将半球面分成由一系列不同半径的带电细圆环组成



在O点电场 $$\mathrm{d}E=\frac{y\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0 R^3}$$

$$y=R\cos\theta$$

$$\mathrm{d}q=2\pi(R\sin\theta)(R\mathrm{d}\theta)\sigma$$

$$E=\int\mathrm{d}E=\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{2\pi R^3\sin\theta\cos\theta\mathrm{d}\theta}{R^3}$$

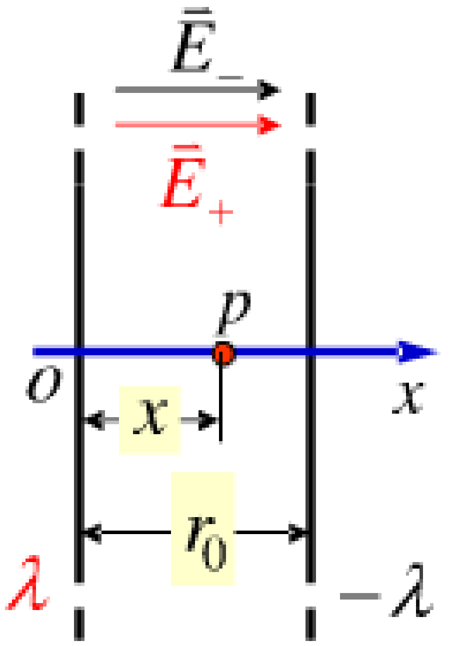
$$=\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sin\theta\cos\theta\mathrm{d}\theta=\frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$$

5-13 两条无限长平行直导线相距为r_0，均带有等量异号电荷，电荷线密度为λ．(1)求两导线构成的平面上任意一点的电场强度（设该点到其中一线的距离为x）(2)求每一根导线上单位长度导线受到另一根导线上电荷作用的电场力。

解：（1）在所有区间

$$\vec{E}=\vec{E}_{+}+\vec{E}_{-}=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{x}+\frac{1}{r_0-x}\right)\vec{i}$$

$$=\frac{\lambda r_0}{2\pi\varepsilon_0 x(r_0-x)}\vec{i}$$



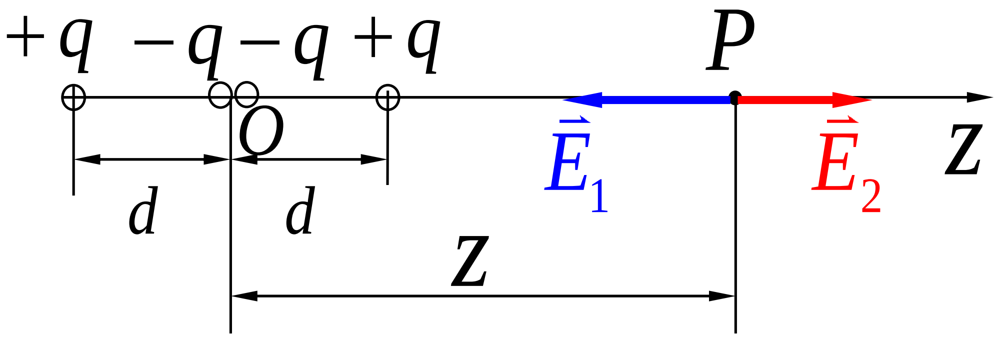
（2）$\vec{F}_{+}=\lambda\vec{E}_{+}=\dfrac{\lambda^2}{2\pi\varepsilon_0 r_0}\vec{i}$

$$\vec{F}_{-}=-\lambda\vec{E}_{-}=-\frac{\lambda^2}{2\pi\varepsilon_0 r_0}\vec{i}$$

注意：式中场强是除去自身电荷外其它电荷的合场强.

5-14 如图所示为电四极子，电四极子是由讲个大小相等、方向相反的电偶极子组成，试求在电偶极子延长线上距中心为 **z** 的一点P的电场强度（假设$z>>d$）。

解：在电偶极矩延长线上



$$E=\frac{2p}{4\pi\varepsilon_0 x^3}$$

电四极子P的电场强度

$$\vec{E}=\left[\frac{2qd}{4\pi\varepsilon_0(z-d/2)^3}-\frac{2qd}{4\pi\varepsilon_0(z+d/2)^3}\right]\vec{k}$$

$$z>>d \qquad \vec{E}=\frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{3qd^2}{z^4}\vec{k}$$