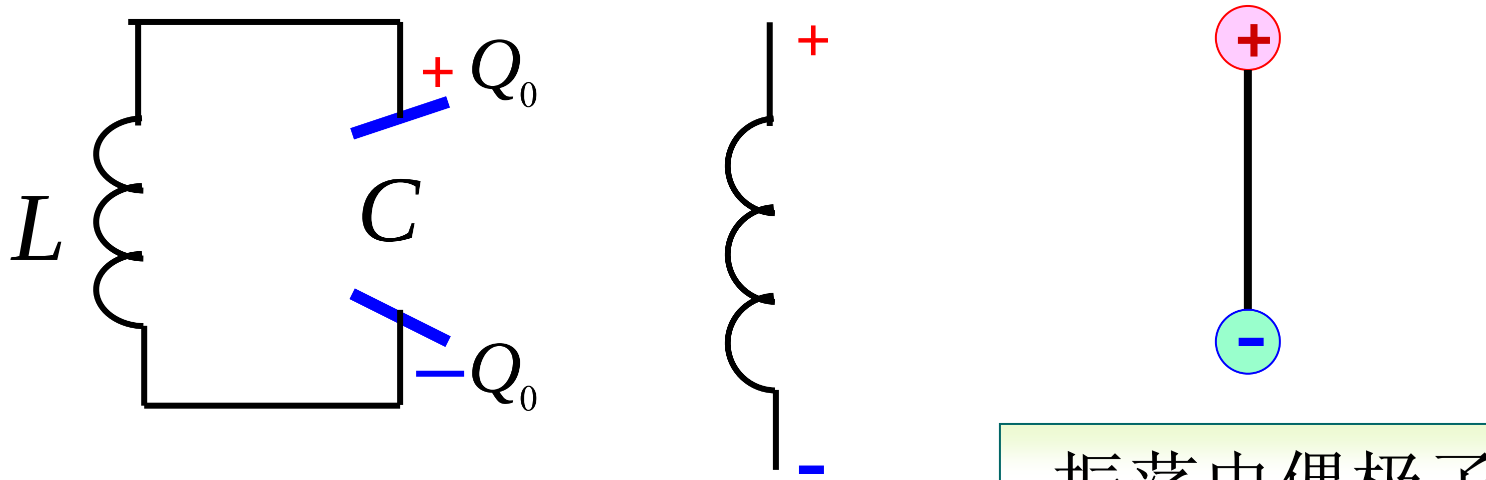
一　电磁波的产生与传播

变化的电磁场在空间以一定的速度传播就形成电磁波.

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

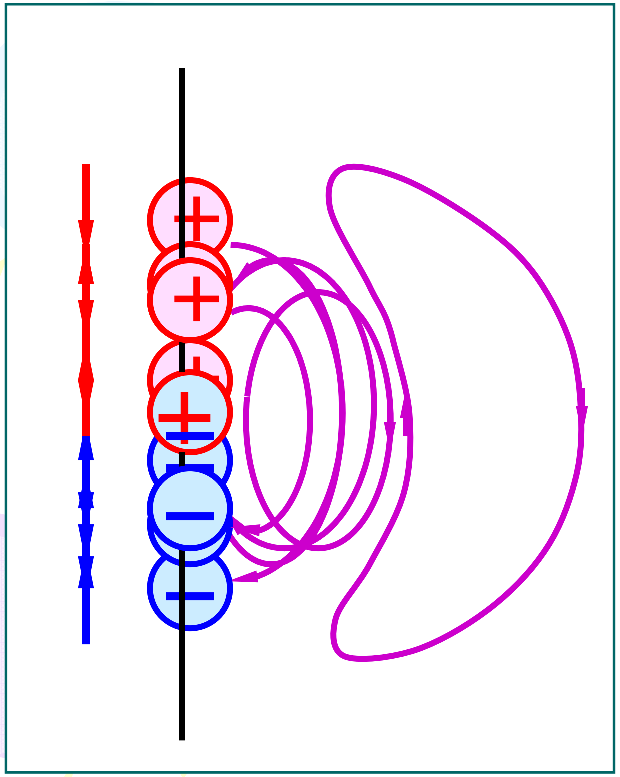
$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



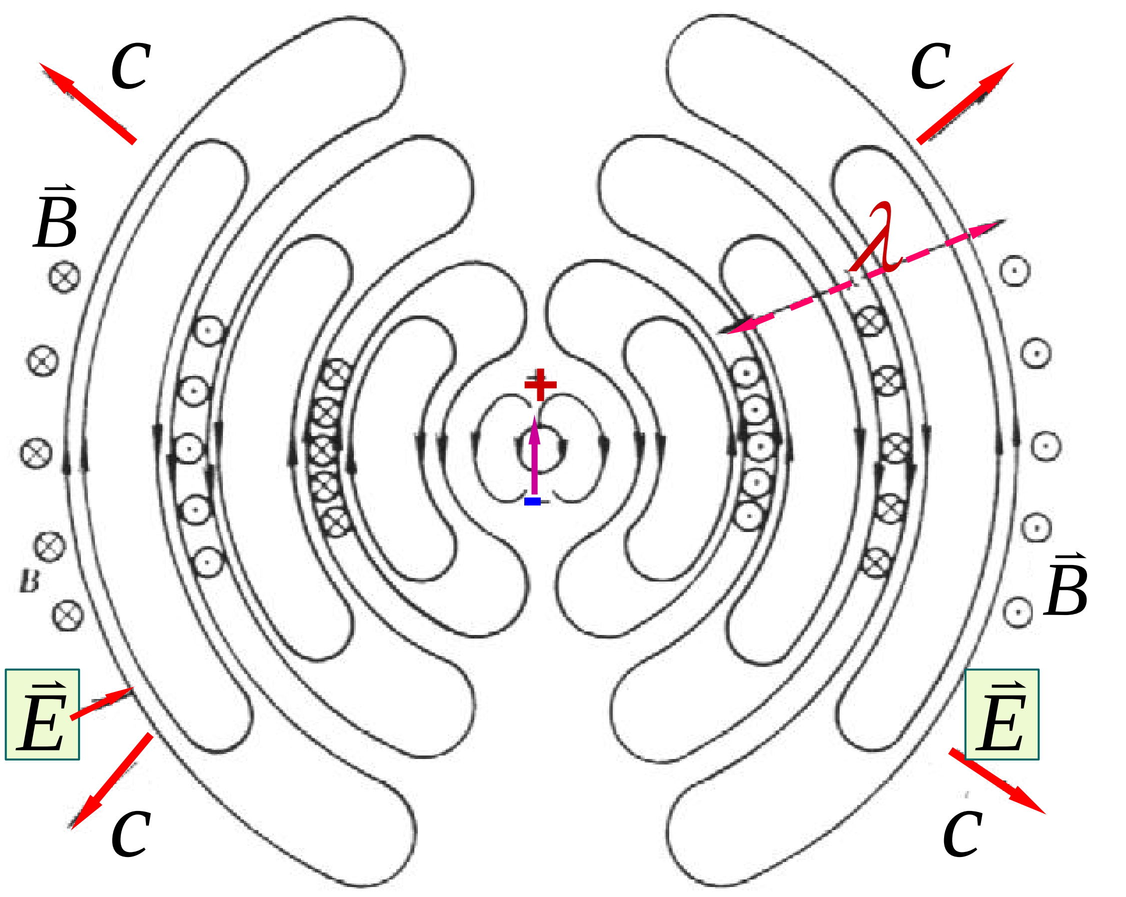
振荡电偶极子

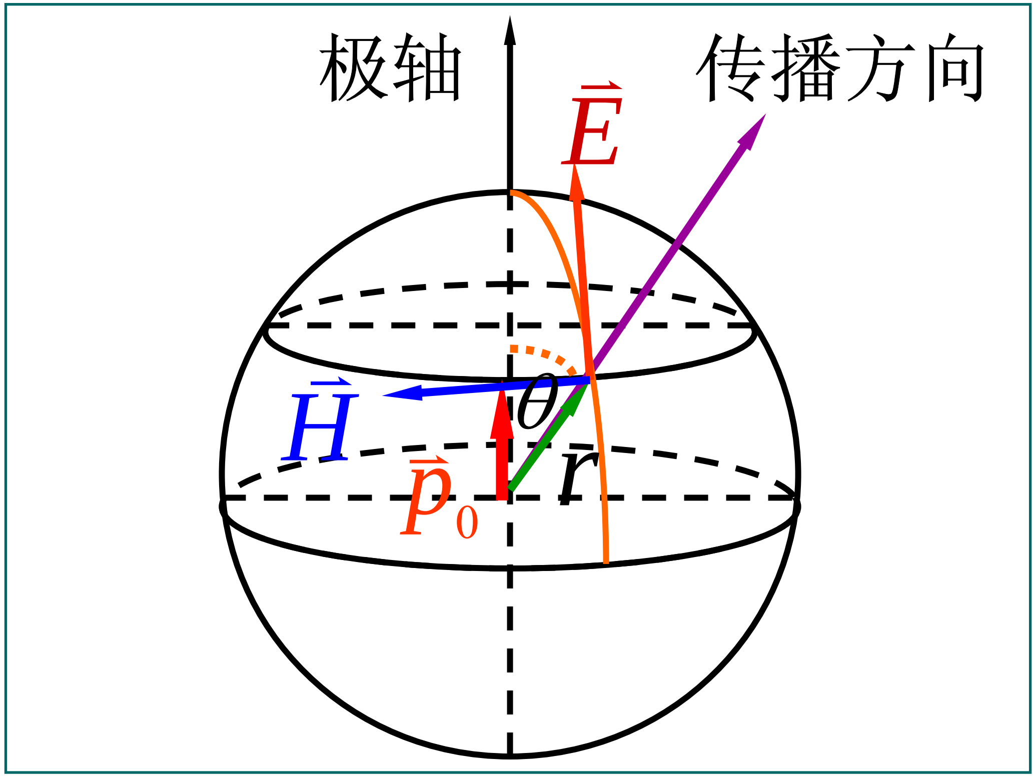
不同时刻振荡电偶极子附近的电场线

$$p = p_0 \cos \omega t$$



振荡电偶极子附近的电磁场线

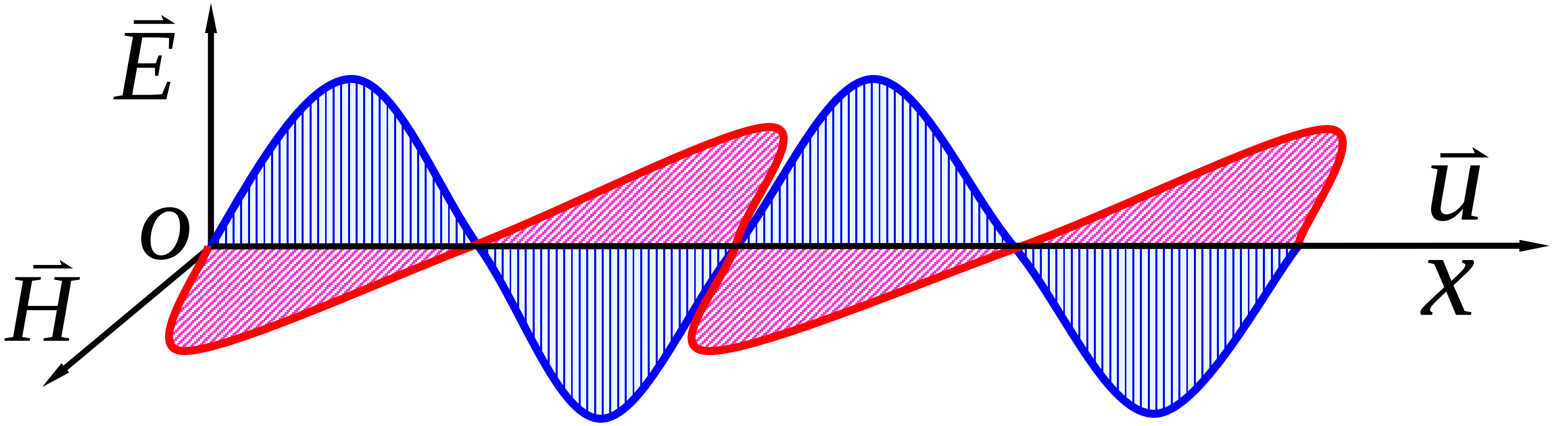


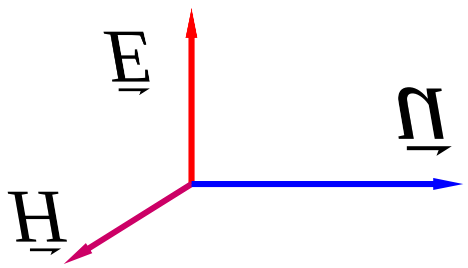


$$E(r,t)=\frac{\mu p_0\omega^2\sin\theta}{4\pi r}\cos\omega\left(t-\frac{r}{u}\right)$$

$$H(r,t)=\frac{\sqrt{\varepsilon\mu}\,p_0\omega^2\sin\theta}{4\pi r}\cos\omega\left(t-\frac{r}{u}\right)\quad u=1/\sqrt{\varepsilon\mu}$$

平面电磁波



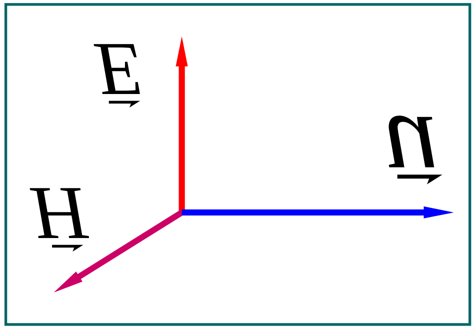


$$\begin{cases} E = E_0 \cos\omega(t - \dfrac{x}{u}) \\ H = H_0 \cos\omega(t - \dfrac{x}{u}) \end{cases}$$

二　电磁波的特性

$$\begin{cases} H = H_0 \cos\omega(t-\dfrac{x}{u}) = H_0\cos(\omega t - kx) \\ E = E_0 \cos\omega(t-\dfrac{x}{u}) = E_0\cos(\omega t - kx) \end{cases}$$

$$k=\frac{2\pi}{\lambda}$$



1） 电磁波是横波 $\vec{E}\perp\vec{u}$，$\vec{H}\perp\vec{u}$；

2） $\vec{E}$ 和 $\vec{H}$ 同相位；

3） $\vec{E}$ 和 $\vec{H}$ 数值成比例 $\sqrt{\mu}H=\sqrt{\varepsilon}E$；

4） 电磁波传播速度 $u=1/\sqrt{\varepsilon\mu}$，真空中波速等于光速 $u=c=1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}=2.998\times10^8\ \mathrm{m/s}$.

三　电磁波的能量

辐射能：　以电磁波的形式传播出去的能量.

电磁波的能流密度 $S = wu$

- 电磁场能量密度 $w = w_{\mathrm{e}} + w_{\mathrm{m}} = \frac{1}{2}(\varepsilon E^2 + \mu H^2)$

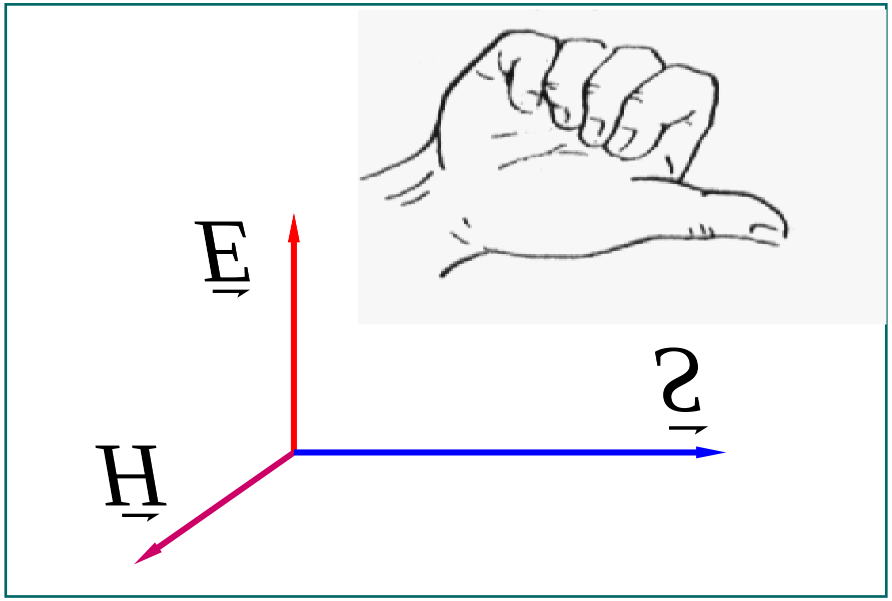
$$S = \frac{u}{2}(\varepsilon E^2 + \mu H^2) = EH$$

又　$u = 1/\sqrt{\varepsilon\mu}$　　$\sqrt{\mu}H = \sqrt{\varepsilon}E$

- 电磁波的能流密度（坡印廷）矢量　$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$

16 – 2 电磁波

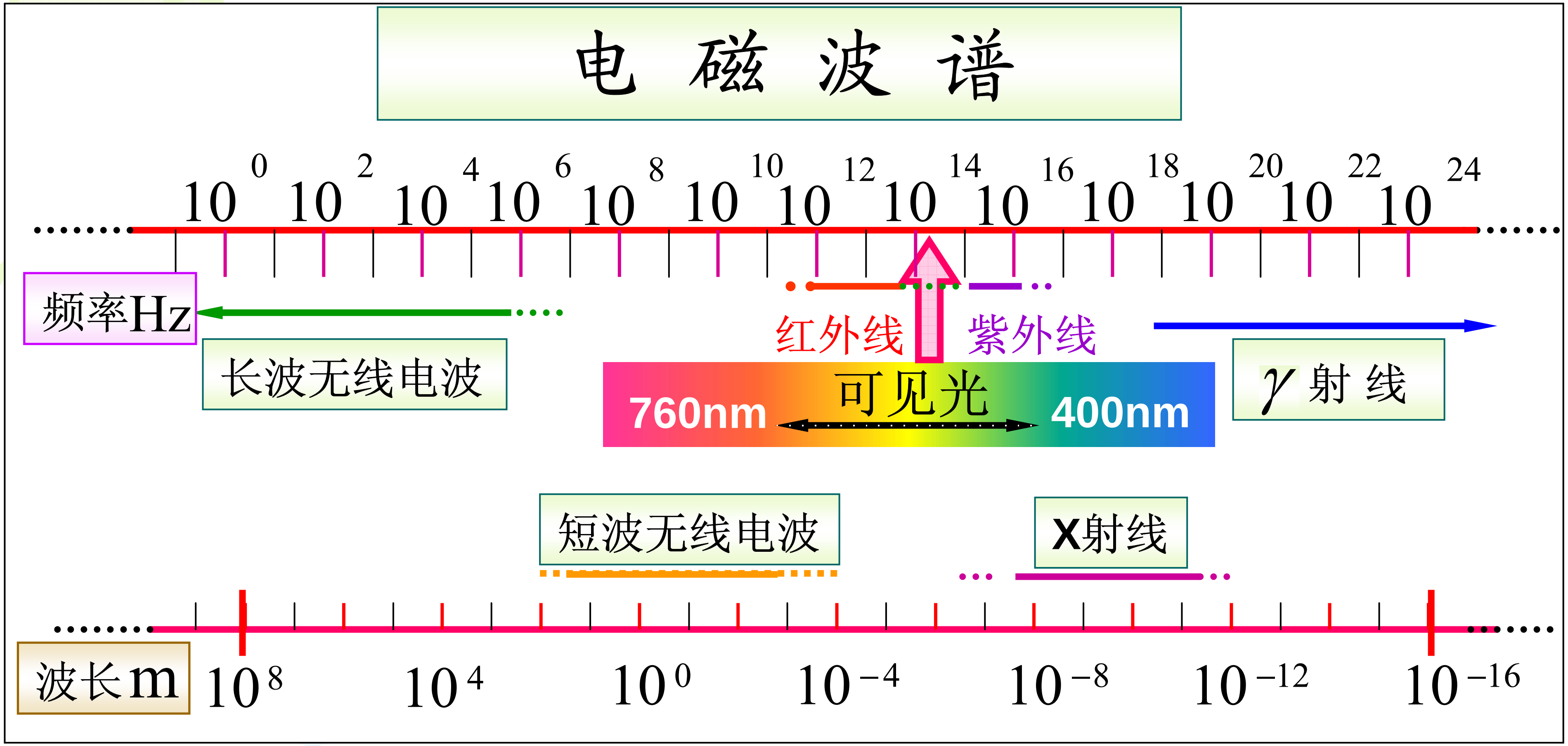
- 电磁波的能流密度（坡印廷）矢量 $\vec{S}=\vec{E}\times\vec{H}$



平面电磁波能流密度平均值 $\overline{S}=\frac{1}{2}E_0H_0$

振荡偶极子的平均辐射功率 $\overline{p}=\frac{\mu p_0^2\omega^4}{12\pi u}\propto\omega^4$

16 – 2 电磁波



无线电波	$3\times10^{4}\,\mathrm{m}\sim0.1\mathrm{cm}$	紫外光	$400\ \mathrm{nm}\ \sim\ 5\mathrm{nm}$
红外线	$6\times10^{5}\,\mathrm{nm}\sim760\mathrm{nm}$	X 射线	$5\mathrm{nm}\sim0.04\mathrm{nm}$
可见光	$760\mathrm{nm}\sim400\mathrm{nm}$	γ 射线	$<0.04\mathrm{nm}$