◇ 柱坐标散度：$\nabla\cdot\mathbf{A}=\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial}{\partial\rho}(\rho A_\rho)+\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial A_\phi}{\partial\phi}+\dfrac{\partial A_z}{\partial z}.$

◇ 柱坐标旋度：$\nabla\times\mathbf{A}=\left(\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial A_z}{\partial\phi}-\dfrac{\partial A_\phi}{\partial z}\right)\hat{\boldsymbol{\rho}}+\left(\dfrac{\partial A_\rho}{\partial z}-\dfrac{\partial A_z}{\partial\rho}\right)\hat{\boldsymbol{\phi}}+\dfrac{1}{\rho}\left[\dfrac{\partial}{\partial\rho}(\rho A_\phi)-\dfrac{\partial A_\rho}{\partial\phi}\right]\hat{\mathbf{z}}.$

◇ 柱坐标梯度：$\nabla\Phi=\dfrac{\partial\Phi}{\partial\rho}\hat{\boldsymbol{\rho}}+\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial\Phi}{\partial\phi}\hat{\boldsymbol{\phi}}+\dfrac{\partial\Phi}{\partial z}\hat{\mathbf{z}}.$

◇ 柱坐标拉普拉斯：$\Delta\Phi=\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial}{\partial\rho}\left(\rho\dfrac{\partial\Phi}{\partial\rho}\right)+\dfrac{1}{\rho^2}\dfrac{\partial^2\Phi}{\partial\phi^2}+\dfrac{\partial^2\Phi}{\partial z^2}.$

◇ 球坐标散度：$\nabla\cdot\mathbf{A}=\dfrac{1}{r^2}\dfrac{\partial}{\partial r}\left(r^2A_r\right)+\dfrac{1}{r\sin\theta}\dfrac{\partial}{\partial\theta}(A_\theta\sin\theta)+\dfrac{1}{r\sin\theta}\dfrac{\partial A_\phi}{\partial\phi}.$

◇ 球坐标旋度：$\nabla\times\mathbf{A}=\dfrac{1}{r\sin\theta}\left[\dfrac{\partial}{\partial\theta}(A_\phi\sin\theta)-\dfrac{\partial A_\theta}{\partial\phi}\right]\hat{\mathbf{r}}+\dfrac{1}{r}\left[\dfrac{1}{\sin\theta}\dfrac{\partial A_r}{\partial\phi}-\dfrac{\partial}{\partial r}(rA_\phi)\right]\hat{\boldsymbol{\theta}}+\dfrac{1}{r}\left[\dfrac{\partial}{\partial r}(rA_\theta)-\dfrac{\partial A_r}{\partial\theta}\right]\hat{\boldsymbol{\phi}}.$

◇ 球坐标梯度：$\nabla\Phi=\dfrac{\partial\Phi}{\partial r}\hat{\mathbf{r}}+\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial\Phi}{\partial\theta}\hat{\boldsymbol{\theta}}+\dfrac{1}{r\sin\theta}\dfrac{\partial\Phi}{\partial\phi}\hat{\boldsymbol{\phi}}.$

◇ 球坐标拉普拉斯：$\Delta\Phi=\dfrac{1}{r^2}\dfrac{\partial}{\partial r}\left(r^2\dfrac{\partial\Phi}{\partial r}\right)+\dfrac{1}{r^2\sin\theta}\dfrac{\partial}{\partial\theta}\left(\sin\theta\dfrac{\partial\Phi}{\partial\theta}\right)+\dfrac{1}{r^2\sin^2\theta}\dfrac{\partial^2\Phi}{\partial\phi^2}.$

◇ $\nabla\times\nabla\times\mathbf{A}=\nabla(\nabla\cdot\mathbf{A})-\Delta\mathbf{A}.$

◇ $\mathbf{j}=nq\mathbf{u}.$

◇ $\mathrm{d}\mathbf{F}=I\,\mathrm{d}\boldsymbol{\ell}\times\mathbf{B}=\mathbf{K}\,\mathrm{d}S\times\mathbf{B}=\mathbf{j}\,\mathrm{d}V\times\mathbf{B}.$

◇ $\mathbf{B}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\oint_L\dfrac{I\,\mathrm{d}\boldsymbol{\ell}\times\mathbf{r}}{r^3}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\iint_S\dfrac{\mathbf{K}\,\mathrm{d}S\times\mathbf{r}}{r^3}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\iiint_V\dfrac{\mathbf{j}\,\mathrm{d}V\times\mathbf{r}}{r^3}.$

◇ 载流圆线圈轴上一点 $B_z=\dfrac{\mu_0IR^2}{2(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}.$

◇ 线/面/体电流系统磁矩 $\mathbf{m}=\dfrac{1}{2}\oint_L\mathbf{R}\times I\,\mathrm{d}\mathbf{R}=\dfrac{1}{2}\iint_S\mathbf{R}\times\mathbf{K}\,\mathrm{d}S=\dfrac{1}{2}\iiint_V\mathbf{R}\times\mathbf{j}\,\mathrm{d}V.$

◇ 磁偶极场 $\mathbf{B}=-\dfrac{\mu_0\mathbf{m}}{4\pi r^3}+\dfrac{3\mu_0\mathbf{r}(\mathbf{m}\cdot\mathbf{r})}{4\pi r^5}$，电偶极场 $\mathbf{E}=-\dfrac{\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_0r^3}+\dfrac{3(\mathbf{p}\cdot\mathbf{r})}{4\pi\varepsilon_0r^5}\mathbf{r}.$

◇ 磁矩在远处产生的磁矢势 $\mathbf{A}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{\mathbf{m}\times\mathbf{r}}{r^3}.$

◇ $B_O=\dfrac{\mu_0nI}{2}(\cos\beta_2-\cos\beta_1).$

◇ $\mathbf{A}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\oint_L\dfrac{I\,\mathrm{d}\boldsymbol{\ell}}{r}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\iint_S\dfrac{\mathbf{K}\,\mathrm{d}S}{r}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\iiint_V\dfrac{\mathbf{j}\,\mathrm{d}V}{r}.$

◇ 粒子回旋磁矩 $\mu=\dfrac{mv_\perp^2}{2B}$，其中 $v_\perp$ 为垂直于磁场方向的速度大小.

◇ 在力场 $\mathbf{F}$ 中带电粒子的漂移速度 $\mathbf{v}_\mathbf{F}=\dfrac{\mathbf{F}\times\mathbf{B}}{qB^2}.$

◇ 霍尔效应：$U=K\dfrac{IB}{d}$，其中 $K=\dfrac{1}{nq}.$

◇ 小载流线圈在磁场中受力 $\mathbf{F}=(\mathbf{m}\cdot\nabla)\mathbf{B}$，力矩 $\mathbf{L}=\mathbf{m}\times\mathbf{B}+\mathbf{r}\times(\mathbf{m}\cdot\nabla)\mathbf{B}.$

◇ 麦克斯韦方程组的积分形式：$\begin{cases}\oiint_S\mathbf{D}\cdot\mathrm{d}\mathbf{S}=\iiint_V\rho_0\,\mathrm{d}V,\\ \oint_C\mathbf{E}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{\ell}=-\iint_{S_C}\dfrac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}\cdot\mathrm{d}\mathbf{S},\\ \oiint_S\mathbf{B}\cdot\mathrm{d}\mathbf{S}=0,\\ \oint_C\mathbf{H}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{\ell}=\iint_{S_C}\left(\mathbf{j}_0+\dfrac{\partial\mathbf{D}}{\partial t}\right)\cdot\mathrm{d}\mathbf{S}.\end{cases}$ 微分形式：$\begin{cases}\nabla\cdot\mathbf{D}=\rho_0,\\ \nabla\times\mathbf{E}=-\dfrac{\partial\mathbf{B}}{\partial t},\\ \nabla\cdot\mathbf{B}=0,\\ \nabla\times\mathbf{H}=\mathbf{j}_0+\dfrac{\partial\mathbf{D}}{\partial t}.\end{cases}$

◇ 介质的本构方程：$\mathbf{D}=\varepsilon\mathbf{E}$，$\mathbf{B}=\mu\mathbf{H}$，$\mathbf{j}_0=\sigma\mathbf{E}$. 另有 $\mathbf{M}=\chi_m\mathbf{H}$ 和 $\mathbf{B}=\mu\mathbf{H}$，其中 $\mu=\mu_0(1+\chi_m)=\mu_0\mu_r.$

◇ 边值关系：$\begin{cases}\mathbf{n}\cdot(\mathbf{D}_2-\mathbf{D}_1)=\sigma_0,\\ \mathbf{n}\times(\mathbf{E}_2-\mathbf{E}_1)=0,\\ \mathbf{n}\cdot(\mathbf{B}_2-\mathbf{B}_1)=0,\\ \mathbf{n}\times(\mathbf{H}_2-\mathbf{H}_1)=\mathbf{K}_0.\end{cases}$ 另有 $\mathbf{n}\times(\mathbf{M}_2-\mathbf{M}_1)=\mathbf{K}'$ 和 $\oint_L \mathbf{M}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{\ell}=\sum I'$.

◇ 分区均匀线性各向同性介质中的静磁场：

- 介质界面与磁感应线重合：先计算传导电流在真空中产生的 $\mathbf{B}_0$，再利用 $\mathbf{H}=\dfrac{\mathbf{B}_0}{\mu_0}$ 得到 $\mathbf{H}$，最后由 $\mathbf{B}_i=\mu_i\mathbf{H}$ 分区计算.
- 介质界面与磁感应线垂直：先计算传导电流在真空中产生的 $\mathbf{B}_0$，再待定 $\mathbf{B}=\alpha\mathbf{B}_0$，由安培环路定理确定 α.

◇ 磁路定理：$\mathscr{E}_m=\Phi_B R_m$，其中，磁动势 $\mathscr{E}_m=\sum I_0$，磁阻 $R_m=\oint\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{\ell}}{\mu S}$，磁通量 $\Phi_B=BS$.

◇ 动生电动势 $\mathscr{E}_{动}=\displaystyle\int_a^b(\mathbf{v}\times\mathbf{B})\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{\ell}$，感生电动势 $\mathscr{E}_{感}=-\displaystyle\iint_S\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}\cdot\mathrm{d}\mathbf{S}$，涡旋电场 $\mathbf{E}_{旋}=-\dfrac{\partial\mathbf{A}}{\partial t}$.

◇ $M=k\sqrt{L_1L_2}$，其中耦合系数 $k\in[0,1]$，$k=1$ 表示理想耦合.

等效自感	顺接	反接
串联	L_1+L_2+2M	L_1+L_2-2M
并联	$\dfrac{L_1L_2-M^2}{L_1+L_2-2M}$	$\dfrac{L_1L_2-M^2}{L_1+L_2+2M}$

◇ 似稳条件：$\dfrac{\ell}{c}\ll\dfrac{1}{f}$ 或 $\ell\ll\dfrac{c}{f}=\lambda$.

◇ 单一闭合回路的似稳电路方程：$e=iR+\dfrac{q}{C}+L\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}+M\dfrac{\mathrm{d}i'}{\mathrm{d}t}$.

◇ 方程 $\dfrac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}+p(x)y=q(x)$ 满足 $y(x_0)=y_0$ 的解为 $y(x)=y_0\exp\left(-\displaystyle\int_{x_0}^x p(t)\,\mathrm{d}t\right)+\displaystyle\int_{x_0}^x q(s)\exp\left(-\int_s^x p(t)\,\mathrm{d}t\right)\mathrm{d}s$.

◇ RL 电路充电 $i(t)=\dfrac{\mathscr{E}}{R}\left(1-e^{-\frac{R}{L}t}\right)$，放电 $i(t)=\dfrac{\mathscr{E}}{R}e^{-\frac{R}{L}t}$，时间常数 $\tau_L=\dfrac{L}{R}$.

◇ RC 电路充电 $i(t)=\dfrac{\mathscr{E}}{R}e^{-\frac{t}{RC}}$，放电 $i(t)=-\dfrac{\mathscr{E}}{R}e^{-\frac{t}{RC}}$，时间常数 $\tau_C=RC$.

◇ RLC 电路方程：$\dfrac{\mathrm{d}^2q}{\mathrm{d}t^2}+2\beta\dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}+\omega_0^2q=\omega_0^2q_0$，其中阻尼因子 $\beta=\dfrac{R}{2L}$，固有频率 $\omega_0=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$，$q_0=C\mathscr{E}$. 充电时，

- 欠阻尼 $\beta<\omega_0$ 时，$q=q_0-q_0e^{-\beta t}\left(\cos\omega t+\dfrac{\beta}{\omega}\sin\omega t\right)$，其中 $\omega=\sqrt{\omega_0^2-\beta^2}$.
- 过阻尼 $\beta>\omega_0$ 时，$q=q_0-\dfrac{1}{2\gamma}q_0e^{-\beta t}\left[(\beta+\gamma)e^{\gamma t}-(\beta-\gamma)e^{-\gamma t}\right]$，其中 $\gamma=\sqrt{\beta^2-\omega_0^2}$.
- 临界阻尼 $\beta=\omega_0$ 时，$q=q_0-q_0(1+\beta t)e^{-\beta t}$.

放电时，$q'=q_0-q$.

◇ 一个载流线圈的磁能 $W_m=\dfrac{1}{2}LI^2=\dfrac{1}{2}I\Phi_m$，$N$ 个载流线圈系统的磁能 $W_m=\dfrac{1}{2}\displaystyle\sum_{i,k=1,\,i\neq k}^N M_{ik}I_iI_k+\dfrac{1}{2}\sum_{i=1}^N L_iI_i^2$.

◇ 电流环磁矩在外磁场中的磁能为 $\mathbf{m}\cdot\mathbf{B}$，小磁针/磁铁/磁材料/带电粒子圆周运动产生的磁矩的磁势能为 $-\mathbf{m}\cdot\mathbf{B}$.

◇ N 个载流线圈在外场中的磁能 $W_m=\displaystyle\sum_{k=1}^N I_k\iint_{S_k}\mathbf{B}(\mathbf{r})\cdot\mathrm{d}\mathbf{S}$.

◇ 磁能密度 $w_m=\dfrac{1}{2}\mathbf{B}\cdot\mathbf{H}$，宏观磁能密度 $\dfrac{1}{2}\mu_0H^2$，磁化功密度 $\dfrac{1}{2}\mu_0\mathbf{M}\cdot\mathbf{H}$.

◇ 平面电磁波 $\mathbf{E},\mathbf{H},\mathbf{k}$ 满足右手正交关系，$\varepsilon E^2=\mu H^2$，传播速度 $v=\dfrac{\omega}{k}=\dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}=\sqrt{\dfrac{\varepsilon_0\mu_0}{\varepsilon\mu}}c$，折射率 $n=\dfrac{c}{v}=\sqrt{\varepsilon_r\mu_r}$.

◇ 电磁场的能量密度 $w=\dfrac{1}{2}\mathbf{D}\cdot\mathbf{E}+\dfrac{1}{2}\mathbf{B}\cdot\mathbf{H}$，能流密度/坡印廷矢量 $\mathbf{S}=\mathbf{E}\times\mathbf{H}$，动量密度 $\mathbf{g}=\mathbf{D}\times\mathbf{B}$，角动量密度 $\mathbf{l}=\mathbf{r}\times\mathbf{g}$.

◇ 平面电磁波 $\mathbf{S}=w\mathbf{v}$，$\mathbf{g}=\dfrac{1}{v^2}\mathbf{S}$，真空中波的强度 $I\coloneqq\langle S\rangle=\dfrac{E_0B_0}{2\mu_0}=\dfrac{E_0^2}{2c\mu_0}=\dfrac{cB_0^2}{2\mu_0}$.

◇ 反射系数 = 反射光能流密度/入射光能流密度，光压 (平均光压强) $\bar{p}=(1+R)\bar{w}$.