АНАЛОГИИ СООТНОШЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН

Чуев А.С., chuev@mail.ru, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Источники электрического и магнитного полей	
$q=\lambda l=\sigma S=\rho V;\quad \vec p_\text{e}=q\vec l$	$q\vec v=I\vec l=\vec j V;\quad \vec p_\text{m}=IS\vec n$
Основные полевые параметры без учета влияния вещественной среды	
$\varphi=\frac{W}{q_\text{Пр}};\quad \varphi=\frac{1}{\varepsilon_0 4\pi r}\int\rho\,\mathrm{d}V;$ $\vec E=\frac{\vec F}{q_\text{Пр}};\quad \vec E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_0}{r^2}\vec e_\text{r}$	$\lvert\vec A\rvert=\frac{W}{\lvert\vec j V\rvert_\text{Пр}};\quad \vec A=\frac{\mu_0}{4\pi r}\int\vec j_0\,\mathrm{d}V;$ $B=\frac{F}{jV_\text{Пр}};\quad \mathrm{d}\vec B=\frac{\mu_0}{4\pi r^2}[\vec j_0\times\vec e_\text{r}]\mathrm{d}V$
Взаимосвязь полевых параметров и источников поля	
$\vec E=-\mathrm{grad}\ \varphi;\quad \Delta\varphi=-\rho/\varepsilon_0$	$\vec B=\mathrm{rot}\ \vec A;\quad \Delta\vec A=-\mu_0\vec j$
Силовое поле, создаваемое диполем	
$E=\frac{1}{\varepsilon_0}\frac{p_\text{e}}{4\pi r^3}\sqrt{1+3\cos^2\theta}$	$B=\mu_0\frac{p_\text{m}}{4\pi r^3}\sqrt{1+3\cos^2\theta}$
Потенциальная энергия диполя, находящегося в силовом поле	
$W=-\vec p_\text{e}\vec E$	$W=-\vec p_\text{m}\vec B$
Вращательный момент сил, действующих на диполь в однородном поле	
$\vec M=[\vec p_e\times\vec E]$	$\vec M=[\vec p_m\times\vec B]$
Сила, действующая на диполь в неоднородном поле	
$F=p_\text{e}\frac{\partial E}{\partial x}$	$F=p_\text{m}\frac{\partial B}{\partial x}$
Реакция вещества на внешнее поле	
$\vec P=\frac{(\varepsilon-1)\vec D}{\varepsilon}=\kappa\varepsilon_0\vec E;\quad \kappa=\varepsilon-1;\quad \boxed{\vec P=\frac{\sum\vec p_\text{q}}{V}}$	$\vec J=\chi\vec H;\quad \chi=\mu-1;\quad \boxed{\vec J=\frac{\sum\vec p_\text{m}}{V}}$
Основные соотношения векторов	
$\vec E=\frac{1}{\varepsilon_0}(\vec D-\vec P)=\frac{1}{\varepsilon\varepsilon_0}\vec D$	$\vec B=\mu_0(\vec H+\vec J)=\mu\mu_0\vec H$
Граничные условия для векторов	
$E_{\tau1}=E_{\tau2};\quad D_\text{n1}=D_{n2};$ $P_\text{n}==\sigma'=\frac{q'^\text{пов}}{S}$	$H_{\tau1}=H_{\tau2};\quad B_\text{n1}=B_\text{n2};$ $J_\text{R}=i'^\text{пов}=\frac{I'^\text{пов}}{2\pi R}$
Характерные интегральные соотношения для векторов	
$\oint\vec D\mathrm{d}\vec S=q;\quad \oint\vec P\mathrm{d}\vec S=-q'$ $\oint\vec E\mathrm{d}\vec S=\frac{1}{\varepsilon_0}(q+q')=\frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0};\quad \boxed{\oint\vec E\mathrm{d}\vec l=0}$	$\oint\vec H\mathrm{d}\vec l=\sum I;\quad \oint\vec J\mathrm{d}\vec l=\sum I'$ $\oint\vec B\mathrm{d}\vec l=\mu_0(I+I')=\mu\mu_0 I;\quad \boxed{\oint\vec B\mathrm{d}\vec S=0}$
Характерные дифференциальные соотношения для векторов	
$\mathrm{div}\vec D=\rho;\quad \mathrm{div}\vec P=-\rho'$ $\mathrm{div}\vec E=\frac{1}{\varepsilon_0}(\rho+\rho')=\frac{\rho}{\varepsilon\varepsilon_0};\quad \boxed{\mathrm{rot}\vec E=0}$	$\mathrm{rot}\vec H=\vec j;\quad \mathrm{rot}\vec J=\vec j'$ $\mathrm{rot}\vec B=\mu_0(\vec j+\vec j')=\mu\mu_0\vec j;\quad \boxed{\mathrm{div}\vec B=0}$

Примечания Чуева (выделены рамкой красного цвета)	
$\boxed{\vec{D} = \dfrac{\sum \vec{p}_{\text{e}}^{\;\text{вирт}}}{V}}$ $D_{\text{n}1} = D_{\text{n}2}$; $\boxed{D_{\tau 1} = D_{\tau 2}}$. На границе двух диэлектриков, возможно $\boxed{\oint \vec{E} \text{d}\vec{l} \neq 0}$ и $\boxed{\text{rot}\vec{E} \neq 0}$	$\boxed{\vec{H} = \dfrac{\sum \vec{p}_{\text{m}}^{\;\text{вирт}}}{V}}$ $H_{\tau 1} = H_{\tau 2}$; $\boxed{H_{\text{n}1} = H_{\text{n}2}}$; $\boxed{\text{div}\vec{H} = 0}$. На полюсах магнита и в отсутствии токов проводимости $\boxed{\text{div}\vec{B}/\mu_0 = -\text{div}\vec{J}}$

Соотношения, выделенные рамкой красного цвета, не являются общепризнанными.

Подтверждающие примеры: