

Защо ϵ и μ се дефинират различно?

Електричната проникваемост ϵ на едно вещество отчита влиянието на средата върху електричното поле и, грубо казано, се дефинира като отношение между интензитета на полето E_0 извън веществото към интензитета E в тялото, т.е. $\epsilon = E_0/E$. Като величина, магнитната проникваемост μ е аналог на ϵ – тя отчита влиянието на средата върху магнитното поле. За разлика от ϵ обаче, μ се дефинира не чрез отношението B_0/B , а като отношение между индукцията B на полето **вътре** във веществото и индукцията B_0 извън него, т.е. $\mu = B/B_0$.

Корените на тази разлика в дефинициите на двете веществени константи ϵ и μ се крият в историята. Известно е, че теорията на магнитните взаимодействия в началото се развива по аналогия с електростатиката, като теория на взаимодействието на *магнитни полюси* – аналогът на електричните заряди. При този подход аналог на интензитета E на електричното поле е интензитетът H на магнитното поле. По-късно обаче, след работите на Ампер, става ясно че в теорията на магнитните взаимодействия аналог на E е друга величина – индукцията B на магнитното поле, а H фактически е аналог на електричната индукция D .

Електричната проникваемост ϵ на едно вещество е коефициентът на пропорционалност пред интензитета на полето във връзката му с индукцията – $D = \epsilon E$. Ако искаме по същия начин да характеризираме и магнитните свойства на средата, използвайки аналогията $D \leftrightarrow H$ и $E \leftrightarrow B$, би трябвало да дефинираме магнитната проникваемост с равенството $H = \mu' B$. В този случай така дефинираната величина μ' би била равна на $\mu' = B_0/B$ и въпрос нямаше да съществува.

Традицията обаче е наложила при въвеждане на μ да се следва не физичната аналогия, а аналогията, която следва от терминологията – както ϵ е коефициент пред интензитета на електричното поле, така и μ е въведено като коефициент пред интензитета на магнитното поле във връзката му с индукцията на полето, т.е. по дефиниция $B = \mu H$.

Очевидно е, че така въведеното μ е реципрочно на μ' и с това се обяснява разликата в определенията на двете величини.

След тези обяснения вече не е учудващо, че ако в една формула за електричните взаимодействия във вакуум ϵ_0 участва в числител, то в съответната формула за магнитните взаимодействия μ_0 е в знаменател и обратно. Примери за такива двойки са

формулите за плътностите на електричната и на магнитната енергия ($w_e = \frac{\epsilon_0}{2} \vec{E}^2$ и $w_m = \frac{1}{2\mu_0} \vec{B}^2$), законът на Кулон за електричната сила на взаимодействие между два

точкови заряда ($\vec{F}_e = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{r}_0$) и неговият аналог – законът на Ампер за магнитната

сила на взаимодействие между два токови елемента ($\vec{F}_m = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times (d\vec{l}' \times \vec{r}_0)}{r^2}$) и др.

Когато взаимодействията са в присъствие на среди и е валидна връзката $\vec{B} = \mu \vec{H}$, аналогията $\epsilon \leftrightarrow \mu$ се възстановява: на закона на Кулон за взаимодействие на заряди

$\vec{F}_e = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon r^2} \vec{r}_0$ съответства закон на Кулон за взаимодействие между магнитни полюси

$\vec{F}_m = \frac{m_1 m_2}{4\pi\mu r^2} \vec{r}_0$, на формулата $w_e = \frac{\epsilon}{2} \vec{E}^2$ за плътност на електричната енергия

съответства формула $w_m = \frac{\mu}{2} \vec{H}^2$ за плътност на магнитната енергия и т.н.