

У вакуумі у диференційній формі рівняння Максвелла для вакууму мають такий вигляд

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \mathbf{B} &= \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \mathbf{j}, \\ \operatorname{rot} \mathbf{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \\ \operatorname{div} \mathbf{B} &= 0 \\ \operatorname{div} \mathbf{E} &= 4\pi\rho. \end{aligned}$$

Рівняння записані в системі СГС. Тут \mathbf{E} — напруженість електричного поля, \mathbf{B} — вектор магнітної індукції, ρ — густина електричного заряду, \mathbf{j} — густина електричного струму, c — швидкість світла.

В систему рівнянь Максвелла входять п'ять векторних величин $\vec{E}, \vec{D}, \vec{H}, \vec{B}, \vec{j}$ і скалярна величина ρ . З урахуванням трьох складових кожного вектора, всього 16 невідомих величин. Однак, між цими величинами існує зв'язок, який задається так званими матеріальними рівняннями

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E}; \quad \vec{B} = \mu \vec{H}; \quad \vec{j} = \sigma \vec{E}.$$

В системі СІ вони мають вигляд

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E}; \quad \vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}; \quad \vec{j} = \sigma \vec{E}.$$

Діелектрична проникність ε , магнітна проникність μ і електропровідність σ можуть залежати від координат, але не від часу і не від напруженості електричного та магнітного полів. Максвелл вважав, що ці величини одержуються в результаті експерименту. Пізніше Лоренц, Ланжевєн та інші, спираючись на рівняння Максвелла, зуміли теоретично знайти ці параметри. Випадок сегнетоелектрики і феромагнетизму в цій системі рівнянь не враховується. У загальному вигляді матеріальні співвідношення мають складну нелокальну форму, тому при запису основних рівнянь електродинаміки їх не наводять. Рівняння набирають вигляду

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \mathbf{H} &= \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \mathbf{j}, \\ \operatorname{rot} \mathbf{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \\ \operatorname{div} \mathbf{B} &= 0 \\ \operatorname{div} \mathbf{D} &= 4\pi\rho_f. \end{aligned}$$

Тут ρ_f — густина вільних зарядів. Внесок зв'язаних зарядів враховується при визначенні вектора електричної індукції \mathbf{D} .