

Maxwellovy rovnice

I. Maxwellova rovnice (Ampérův zákon)

$$\oint_{c(S)} \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S} + \frac{d}{dt} \int_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S}$$

Slovy: Cirkulace intenzity magnetického pole po uzavřené křivce je rovna součtu celkového elektrického proudu tekoucího plochou touto křivkou ohraničenou a časové změny elektrického indukčního toku touto plochou.

Význam: Příčinou vzniku magnetického pole jsou elektrické proudy a časové změny elektrických indukčních toků. Magnetické pole je pole vírové.

II. Maxwellova rovnice (Faradayův zákon)

$$\oint_{c(S)} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$$

Slovy: Cirkulace intenzity elektrického pole po uzavřené křivce je rovna záporně vzaté časové změně magnetického indukčního toku procházejícího plochou touto křivkou ohraničenou.

Význam: Časové změny magnetického indukčního toku vedou ke vzniku vírového elektrického pole.

III. Maxwellova rovnice (neexistence magnetických nábojů)

$$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$$

Slovy: Magnetický indukční tok libovolnou uzavřenou plochou je roven nule.

Význam: Neexistují magnetické náboje (nebyly dosud nalezeny). Magnetické pole je pole nezřídlové.

IV. Maxwellova rovnice (Gaussův zákon)

$$\oint_{s(V)} \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \int_V \rho \, dV$$

Slovy: Elektrický indukční tok uzavřenou plochou je roven celkovému elektrickému náboji rozloženému v objemu touto plochou ohraničeném.

Význam: Zdrojem elektrického pole jsou elektrické náboje.

V. Maxwellova rovnice (Ohmův zákon v diferenciálním tvaru)

$$\mathbf{J} = \gamma \mathbf{E}$$

Slovy: Plošná hustota elektrického proudu je přímo úměrná intenzitě elektrického pole, přičemž konstantou úměrnosti je měrná elektrická vodivost (konduktivita) prostředí.

Význam: Příčinou elektrického proudu v látce je elektrické pole.

VI. a VII. Maxwellova rovnice (materiálové vztahy)

$$\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}$$

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$$

Slovy: Indukce příslušného pole je úměrná jeho intenzitě. Konstantou úměrnosti je permitivita prostředí pro pole elektrické a permeabilita prostředí pro pole magnetické.

VIII. Maxwellova rovnice (Lorentzova síla)

$$\mathbf{F}_{\text{em}} = Q (\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

Slovy: Síla působící na elektrický náboj je úměrná součtu vektoru intenzity elektrického pole a vektorového součinu rychlosti náboje a indukce magnetického pole, přičemž konstantou úměrnosti je velikost náboje.

Význam: Lorentzova síla dovoluje propojit zákony elektrického a magnetického pole se zákony klasické mechaniky.

Poznámky:

- Maxwellovy rovnice jsou formulovány v inerciálním souřadném systému. Pokud je systém neinerciální (pohybuje se se zrychlením vůči jinému inerciálnímu systému), tak na elektrické náboje působí též příslušné setrvačné zrychlení, jelikož elektrické náboje jsou vázány na hmotné objekty (mají nenulovou hmotnost).
- V izotropním prostředí jsou materiálové konstanty γ, ϵ, μ skaláry a příslušné vektory jsou proto kolineární. V anizotropním prostředí jsou však tyto konstanty tenzory 2. řádu, což vede k nekolinearitě příslušných vektorů.