

Izgradnja klasične elektrodinamike

(2. dio)

Faradayeva koncepcija polja

- Električno i magnetno privlačenje i odbijanje smatrali silama koje djeluju na daljinu kroz prazan prostor - nisu postavljali pitanja o mehanizmu takvog djelovanja.
- Faraday - električne i magnetne pojave objašnjava električnim i magnetnim silnicama koje se mijenjaju i kreću pa prenose silu između naboja i magneta.

→ koncept polja koje se rasprostire konačnom brzinom u prostoru i uzajamno djeluje s tvarima.

- Faradayeva shvaćanja nisu kod njegovih suvremenika pobudila veliki interes; nije bio matematičar pa im nije mogao dati nekakav matematički oblik.
- Početkom druge polovice 19. stoljeća elektrodinamika je zasnovana na koncepciji električnih i magnetnih sila koje djeluju na daljinu i bila izrađena i zaokružena teorija.

James Clerk Maxwell (1831.-1879.)

- “(Maxwellovo djelo)...najtemeljitiije i najplodnije koje je fizika iskusila od vremena Newtona.”

A. Einstein

- Maxwell na osnovu Faradayevog koncepta polja razvija matematički oblik elektrodinamike koji se pokazao uspješnijim u opisivanju elektromagnetskih pojava.



- U kinetičkoj teoriji plinova dao je statistički izraz za raspodjelu čestica po brzinama (Maxwellova distribucija).
- U jednom od mnogobrojnih radova zaključio je da se Saturnovi prsteni ne mogu biti načinjeni od fluida ili čvrstog materijala, već da se sastoje od sitnih dijelova.
- Prvi je dobio fotografiju u boji korištenjem raznobojnih filtera.



Maxwellova elektrodinamika

- Maxwel je Faradayevim idejama o polju dao strogi matematički oblik koje uzajamno povezuju promjene električnih i magnetnih polja; poopćio u to vrijeme poznate empirijske zakone električnih i magnetskih pojava na osnovi predodžbe Faradayevog polja.
- 1857. g. rad "O Faradayevim silnicama" → razrađuje hidrodinamički model sredstva koje prenosi uzajamna električna i magnetna djelovanja; naboji i magnetni polovi su predstavljali izvore i ponore tekućine koja struji.
- Ovaj model je funkcionirao u elektrostatici, ali nije bio prikladan za opisivanje indukcijskih procesa → Maxwell zato prelazi na matematički opis.

- 1861. g. objavljuje rad "O Fizikalnim crtama polja". → polazi od mehaničkog modela elektromagnetskog polja; sredstvo zamišljao ispunjeno molekularnim vrtlozima.

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

- U tom se radu na različitim mjestima pojavljuju četiri jednačbe danas poznate upravo kao Maxwellove jednačbe: Prva jednačba je Gaussov zakon, treća Faradayev zakon, a četvrta Ampereov zakon.

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

- Maxwell je nadopunio Ampereov zakon uvodeći "struju pomaka".
- Oznake i termini koje Maxwell koristi se razlikuju od suvremenih; jednađbe su originalno bile zapisane kao sistem od 20 diferencijalnih jednađbi sa 20 varijabli.
- U istom radu se poziva na otkriće njemačkog fizičara Rudolfa Kohlrausha na osnovi čega Maxwell dolazi do ideje kako je svjetlost elektromagnetska pojava.

- U svom radu "Dinamička teorija elektromagnetnog polja" iz 1864. g. daje definiciju elektromagnetskog polja ;izvodi i elektomagnetsku valnu jednadžbu.
- Iz Maxwellovih jednadžbi slijedi zaključak da postoje transverzalni elektromagnetski valovi. Maxwell je pretpostavljao da je i svjetlost takav val.

Nakon Maxwellove teorije

- Maxwell je našao da se rezultati obje teorije podudaraju, tako da u objašnjenju jedne te iste pojave dovode do istih zakona, pri čemu on daje prednost Faradayevoj teoriji.
- Engleski fizičar John Poyting u svom radu "O prijenosu energije u elektromagnetskom polju" polazi od Maxwellovog izraza za gustoću EM energije i dolazi do izraza koji se danas naziva Poytingov teorem

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\nabla \cdot \vec{S} - \vec{j} \cdot \vec{E}, \vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$$

→ zakon očuvanja EM energije.

Heinrich Hertz (1857.-1894.)

- Njemački fizičar Heinrich Hertz dao eksperimentalni rezultate su potvrđivali Maxwellovu teoriju
- Hertz je smatrao da Maxwellova elektrodinamika ima prednost pred običnom, no smatrao je da nije jedina moguća.
- Hertz 1889. g. u radu "Sile električnih titranja, razmatrane na osnovi Maxwellove teorije" daje suvremeni oblik Maxwellovim jednađbama; iz Maxwellovih jednađbi izvodi i Poytingov teorem.

Literatura

- Zoran Fay : Pregled povijesti fizike
- Ivan Supek : Povijest fizike
- [http://en.wikipedia.org/wiki/James Clerk Maxwell](http://en.wikipedia.org/wiki/James_Clerk_Maxwell)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Maxwells equations](http://en.wikipedia.org/wiki/Maxwells_equations)