Politechnika Wrocławska

Wybrane zagadnienia fotoniki

11FTE0-25S301W05289G
rok akademicki 2026/27
semestr zimowy

Wykład 3

Karol Tarnowski
karol.tarnowski@pwr.edu.pl
L-1 p. 221

unite! University Network for Innovation, Technology and Engineering
HR EXCELLENCE IN RESEARCH
Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska

Plan wykładu

- Przykładowe modele
  - Propagacja wiązki gaussowskiej
  - Rozpraszanie na obiekcie
  - Propagacja wiązki gaussowskiej wyższego rzędu

- Zagadnienia:
  - Warunki brzegowe *Scattering Boundary Condition*
  - Warunki brzegowe *Perfectly Matched Layer*
  - Konfiguracja obliczeń ewbe (*Electromagnetic Waves, Beam Envelopes*)

Politechnika Wrocławska

Sformułowanie zagadnienia dla obwiedni wiązki

W przypadku obliczeń 3D uwzględniających stosunkowo długie odcinki propagacji przydatne może być sformułowanie zagadnienia jako problemu *Beam Envelope*

Politechnika Wrocławska

Propagacja wiązki gaussowskiej wyższego rzędu

Rozwiązaniem równań Maxwella są fale opisane równaniem

$$E_{l,m} = E_0 \frac{w_0}{w(z)} H_l\left(\sqrt{2}\frac{x}{w(z)}\right) H_m\left(\sqrt{2}\frac{y}{w(z)}\right) \exp\left(-ik\frac{x^2+y^2}{2q(z)} - ikz + i(l+m+1)\eta\right)$$

$$E_{l,m} = E_0 \frac{w_0}{w(z)} H_l\left(\sqrt{2}\frac{x}{w(z)}\right) H_m\left(\sqrt{2}\frac{y}{w(z)}\right) \exp\left(-ik\frac{x^2+y^2}{w^2(z)} - ik\frac{x^2+y^2}{2R(z)} - ikz + i(l+m+1)\eta\right)$$

$$z_0 = \frac{\pi n w_0^2}{\lambda} = k\frac{w_0^2}{2}$$

$$q_0 = iz_0$$

$$w^2(z) = w_0^2\left(1+\frac{z^2}{z_0^2}\right)$$

$$R(z) = z\left(1+\frac{z_0^2}{z^2}\right)$$

$$q(z) = z + iz_0$$

$$\eta(z) = \tan^{-1}\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$H_0(x) = 1$$

$$H_1(x) = 2x$$

$$H_2(x) = 4x^2 - 2$$

$$H_3(x) = 8x^3 - 12x$$

$$H_4(x) = 16x^4 - 48x^2 + 12$$

Politechnika Wrocławska

Propagacja wiązki gaussowskiej wyższego rzędu

Rozwiązaniem równań Maxwella są fale opisane równaniem

$$E_{p,m} = E_0 \frac{w_0}{w(z)} \left(\sqrt{2} \frac{r}{w(z)} \right)^{|m|} L_p^{|m|} \left(\frac{2r^2}{w^2(z)} \right) \exp\left(-ik \frac{r^2}{2q(z)} - ikz + im\phi + i\left(2p + |m| + 1\right)\eta \right)$$

$$E_{p,m} = E_0 \frac{w_0}{w(z)} \left(\sqrt{2} \frac{r}{w(z)} \right)^{|m|} L_p^{|m|} \left(\frac{2r^2}{w^2(z)} \right) \exp\left(-ik \frac{r^2}{w^2(z)} - ik \frac{r^2}{2R(z)} - ikz + im\phi + i\left(2p + |m| + 1\right)\eta \right)$$

$$L_0^m(x) = 1$$

$$L_1^m(x) = -x + (m+1)$$

$$L_2^m(x) = \frac{1}{2}\left[x^2 - 2(m+2)x + (m+1)(m+2) \right]$$

$$L_3^m(x) = \frac{1}{6}\left[-x^3 + 3(m+3)x^2 - 3(m+2)(m+3)x + (m+1)(m+2)(m+3) \right]$$