

Zadania

Podstawy fizyki IV - ćwiczenia 7
Radek Chrapkiewicz

13.03.2013

Zastosowanie transformaty Fouriera

1. Znajdź amplitudę oscylacji od czasu dipola o częstotliwości własnej ω_0 i tłumieniu γ na który pada pole elektryczne $E(t)$. Rozważ przypadki gdy $E(t)$ jest krótkie w czasie, jest długie, jest skończonej długości impulsem gaussowskim.

Prawo Snella

1. O ile skraca się łyżka gdy wkładamy ją do wody? Jak długość łyżeczki zależy od kąta pod którym na nią patrzymy? Jak zmienia się jej szerokość gdy włożymy ją do wody?
2. Wyjaśnij zjawisko okna Snella widzianego przez nurków pod wodą (patrz zdjęcia Google Grafika: *Snell window*).
3. Podaj pomniejszenie kątowe obrazu w oknie Snella w funkcji kąta patrzenia.
4. Zakładając jednorodne natężenie światła ponad wodą I_0 (w W/rad²) podaj natężenie światła widziane pod wodą $I(\varphi)$ w funkcji kąta patrzenia. Zaniedbaj odbicie od powierzchni wody.

Zadania domowe

1. Podaj gęstość prądu w funkcji czasu $j(t)$, wyindukowaną w przewodniku w którym pole elektryczne wynosi $E(t)$. Gęstość ładunku w przewodniku wynosi N , przewodność σ .
2. Udowodnij, że całkowita moc zaobserwowana przez nurka pod wodą jest równa całkowitej mocy wypromieniowanej ponad powierzchnią wody. Ile wynosi ta moc. (wg zad. 4 z ćwiczeń).
3. Jakie będzie przesunięcie wiązki laserowej po przejściu przez szklaną płytkę płaskorównoległą o współczynniku załamania n i grubości d umieszczoną pod kątem α do wiązki laserowej. Jakie efekty wystąpią jeszcze poza przesunięciem wiązki? Podaj transmisję przez płytkę w funkcji kąta nachylenia płytki najpierw w przybliżeniu bez uwzględnienia wielokrotnych odbić, potem z uwzględnieniem.
4. Rozważ pryzmat o kącie rozwarcia φ i padający na niego biały promień światła. Jaka będzie średnica kątowa rozszczepionej wiązki ugiętej jeżeli współczynnik załamania jest funkcją długości fali $n(\lambda)$? Podaj wynik w stopniach dla zwykłego szkła BK7 i diamentu (formuły Sellmeiera znajdź w internecie) [1].
5. Jaką średnicę kątową ma tęcza (chodzi o cały pierścień a nie o jego szerokość)? Jaka jest kolejność kolorów w tęczy? Wykonaj stosowne obliczenia. Ewentualne wskazówki [2].
6. * Oblicz szerokość kątową rozszczepienia światła w tęczy. Dane na temat dyspersji wody odnajdź samodzielnie.
7. * Jaką średnicę kątową ma czasem widoczny drugi łuk tęczy (tzn. szerokość kątową całego pierścienia)? Jaka jest kolejność kolorów? O ile mniejsze jest natężenie tej tęczy?
8. * **Propagacja w ośrodku nieliniowym. Dlaczego trudno jednak zrobić *supercontinuum*?** W poprzedniej serii zadań rozwiązywaliśmy równanie na samomodulację fazy. Rozwiązaniem był impuls o poszerzającym się widmie. W praktyce takie widmo nie poszerza się nieskończenie z tego względu iż dyspersja drugiego rzędu (czyli dyspersja prędkości grupowej) wydłuża impuls w czasie, zmniejsza natężenie i tym samym samomodulację fazy. Zbadaj jak szerokie widmo jesteś w stanie w praktyce wygenerować w szkle krótkim impulsem światła. W tym celu rozwiąż numerycznie równanie na propagację:

$$\frac{\partial A(z, t)}{\partial z} = -\frac{i\beta_2}{2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} + i\gamma |A|^2 A$$

Równanie często jest nazywane *nieliniowym równaniem Schroedingera* i można je rozwiązać kombinując tricki ze zwykłej propagacji liniowej (którą znasz od kilku ćwiczeń) oraz podejście którego użyłeś w poprzednich ćwiczeniach do rozwiązania czystego problemu samomodulacji fazy. Żeby połączyć oba podejścia stosuje się tzw. *Split-step Fourier method* [3-4].

Literatura

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Sellmeier_equation

[2] R. Greenler, Tęcze, glorie i halo czyli niezwykle zjawiska optyczne w atmosferze. Warszawa: Prószyński i S-ka, 1998. (Jak ktoś nie może zdobyć to może ode mnie odkserować.)

[3] *http://en.wikipedia.org/wiki/Split-step_method

[4] *G. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics. Academic Press, 2012, p. 648.