

Zadania

Podstawy fizyki IV - ćwiczenia 9
Radek Chrapkiewicz

20.03.2013

1. Wypisz równania Maxwella w materii.
2. Podaj ogólne warunki ciągłości pól na granicy dwóch materiałów.
3. Podaj warunki ciągłości pola E i B na granicy dwóch dielektryków.
4. W lewej półpłaszczyźnie ($z < 0$) $n(z) = n_0$ a w prawej $n(z) = 1$. Na granicę ośrodków pada płaska monochromatyczna fala o częstotliwości ω pod kątem θ , takim, że fala ulega całkowitemu wewnętrznemu odbiciu. Znajdź pole elektryczne w całej przestrzeni. W tym celu rozwiąż równanie falowe przez separację zmiennych $E(z, x) = A(z)B(x)$. Znajdź warunki brzegowe dla funkcji A na granicy ośrodków, zakładając, że wektor pola elektrycznego skierowany jest w kierunku y .
5. Znajdź energetyczne współczynniki odbicia i transmisji z powyższego zadania. O ile zmieni się faza fali transmitowanej?
6. *Tunelowanie optyczne.* Wypisz warunki brzegowe i podaj schemat postępowania by znaleźć pole elektryczne w całej przestrzeni, gdzie w stosunku do warunków z zadania 4. dla $z > d$ światło wpada nam z powrotem do dielektryka $n(z) = n_0$.
7. Narysuj w Mathematicę natężenie i pole elektryczne w całej przestrzeni w funkcji odległości między dielektrykami d , kąta padania θ i długości wektora falowego k_0 .

Zadania domowe

1. Znajdź wektor Poyntinga w całej przestrzeni w zagadnieniu całkowitego wewnętrznego odbicia z zadania 4. Pokaż, że energia „nie ucieka” z dielektryka.
2. Rozwiąż identyczne zagadnienie jak w zadaniu 4. zakładając, że mamy do czynienia z polaryzacją równoległą p .
3. Czy w zagadnieniu tunelowania optycznego (zad. 6 - 7) moglibyśmy znaleźć amplitudę fali pomiędzy dielektrykami z wzorów Fresnela, bez korzystania bezpośrednio z warunków brzegowych? Jeżeli tak, to jak?
4. Przy całkowitym wewnętrznym odbiciu zmienia się faza fali odbitej. O ile? Zmianie fazy możesz przypisać efekt Goosa – Hanchena: przy całkowitych odbiciach, gdzie pole zanika eksponencjalnie za powierzchnią odbijającą fala odbija się efektywnie od płaszczyzny położonej „dalej” niż sama granica między ośrodkami. O ile? (*Ponieważ odpowiedź poznasz z przesunięcia w fazie, będzie ona wyznaczona z dokładnością do wielokrotności 2π . Jak znaleźć bezwzględną wartość tego przesunięcia?)
5. * Rozwiąż zagadnienie tunelowania optycznego dla polaryzacji równoległej p i narysuj w Mathematicę współczynniki transmisji, odbicia oraz pole elektryczne i natężenie w funkcji z . Narysuj mapę wektorową wektorów Poyntinga w całej przestrzeni.
6. *Pokaż granicę stosowalności analogii pomiędzy zagadnieniami tunelowania optycznego i rozwiązywania optycznych równań falowych na granicy ośrodków a równaniem Schroedingera. Jakie wielkości fizyczne są sobie odpowiadające? Kiedy rozwiązania w optyce będą identyczne jak w mechanice kwantowej a kiedy nie?