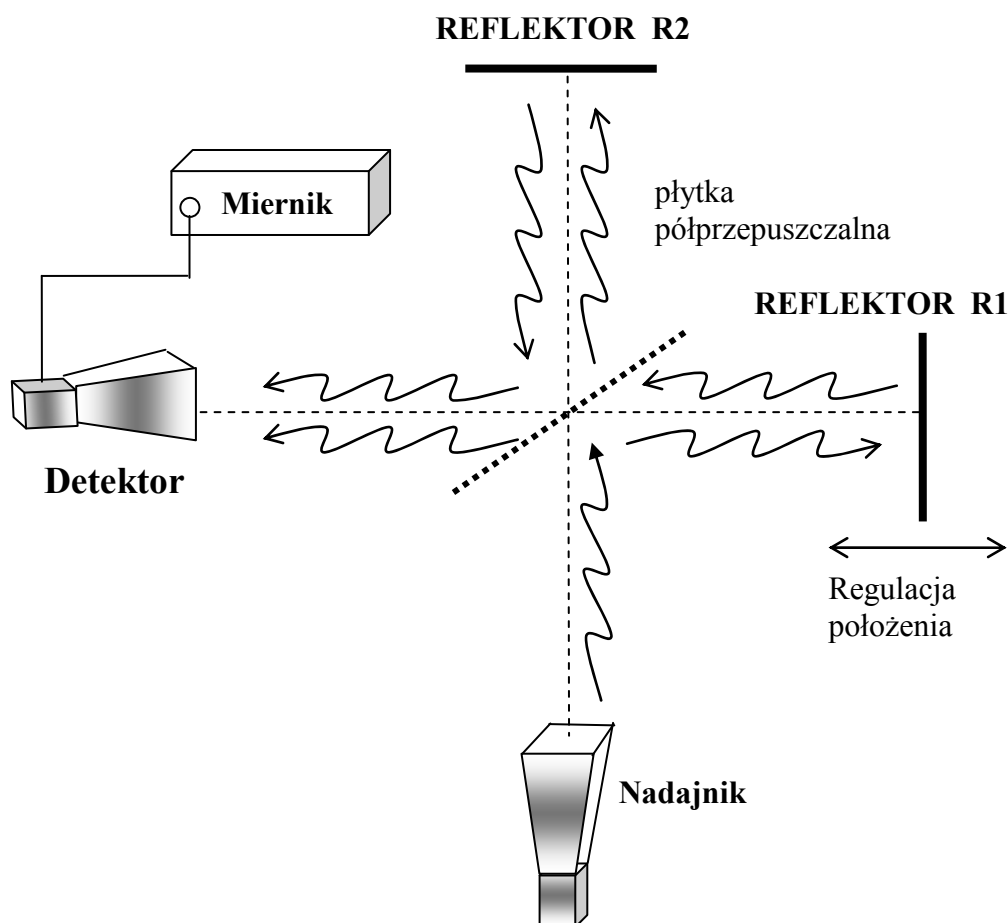


ZADANIE 110

BADANIE INTERFERENCJI MIKROFAL PRZY UŻYCIU INTERFEROMETRU MICHELSONA

1. UKŁAD DOŚWIADCZALNY

- nadajnik mikrofal
- odbiornik mikrofal
- 2 reflektory
- płytki półprzepuszczalna
- prowadnice do ustawienia reflektorów
- obrotowe mocowanie płytki półprzepuszczalnej



Rys 1

2. WYKONANIE ĆWICZENIA:

1. Podłączyć miernik do detektora.
2. Włączyć zasilanie generatora mikrofal i miernika. Ustawić na mierniku pomiar wysokich częstotliwości.
3. Ustawić płytkę tak, aby mikrofałe przebiegały tak jak zaznaczono na rys. 1.
4. Włączyć generator.
5. Ustawić optymalny kąt nachylenia płytki. Jak można sprawdzić, czy ustawienie jest faktycznie optymalne?
6. Ustawić optymalny zakres miernika.
7. Ustawić reflektory w porównywalnych odległościach od płytki.
8. Korzystając ze śruby mikrometrycznej, znaleźć położenie reflektora R1 dla którego natężenie mikrofal w detektorze jest maksymalne.
9. Wyznaczyć położenie reflektora dla co najmniej trzech minimów i maksimów.
10. Zmierzyć natężenie fali w funkcji położenia reflektora R1, pomiędzy dwoma maksimami.
11. Zmierzyć osobno natężenie interferujących wiązek. Jak można to łatwo zrobić? Jak oszacować niepewność pomiaru?
12. Odczytać częstotliwość fali z generatora.

UWAGA! Należy unikać stawania na linii wiązki mikrofal, aby nie stać się „konkurencyjnym reflektorem” i w ten sposób nie zafalszować wyników!

Literatura do zadania 110

D. Holliday, R. Resnick, *Podstawy fizyki*, tom II i tom IV, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996

INSTRUKCJA

ZADANIE 110

Badanie interferencji mikrofal przy użyciu interferometru Michelsona

1. Interferometr Michelsona

Pierwotnie urządzenie zwane Interferometrem Michelsona posłużyło w doświadczeniu Michelsona-Morleya do wykazania stałości prędkości światła w układach odniesienia poruszających się względem siebie, a tym samym do obalenia teorii eteru. Aktualnie urządzenie to ma szereg zastosowań w technice i może być, jak w przypadku tego doświadczenia, wykorzystane do wyznaczania długości fali promieniowania elektromagnetycznego.

Emitowane przez nadajnik promieniowanie elektromagnetyczne dociera do płytki półprze, gdzie jest rozdzielone na dwie prostopadłe wiązki (patrz rys. 1). Obie odbijają się od dwóch oddzielnych reflektorów R_1 i R_2 , a potem kierowane są ponownie na płytkę półprzepuszczalną. Po przejściu przez płytkę łączą się w jedną wiązkę i trafiają do detektora (bieg wiązki ilustrują strzałki na rys. 1). Wskutek tego, promieniowanie elektromagnetyczne docierające do detektora jest złożeniem dwóch wiązek pochodzących z jednego źródła, ale przebywającego różne drogi.

Regulując położenie jednego z reflektorów, zmienia się drogę optyczną. Tym samym zmienia się wzajemne przesunięcie fazowe obu wiązek. Dobierając odpowiednie położenie reflektora można zaobserwować w detektorze minima i maksima natężenia promieniowania do niego docierającego. Na tej podstawie możliwe jest wyznaczenie długości fali.

Łatwo zauważyć, że dla amplitudy fali elektromagnetycznej

$$A = A_0 \cos \omega t$$

natężenie

$$I = |A|^2 = A_0^2 \cos^2 \omega t$$

złożenie dwu fal o identycznej częstotliwości a przesuniętych w fazie o ϕ daje amplitudę

$$A = A_0 \cos \omega t + A_1 \cos(\omega t + \phi)$$

i natężenie .

$$I = |A_0 \cos \omega t + A_1 \cos(\omega t + \varphi)|^2$$

Wobec tego, gdy $A_0=A_1=A$ to dla $\varphi = 0$

$$I = 4A_0 \cos^2 \omega t$$

Zaś dla $\varphi = \pi$

$$A_0 \cos(\omega t + \pi) = -A_0 \cos \omega t$$

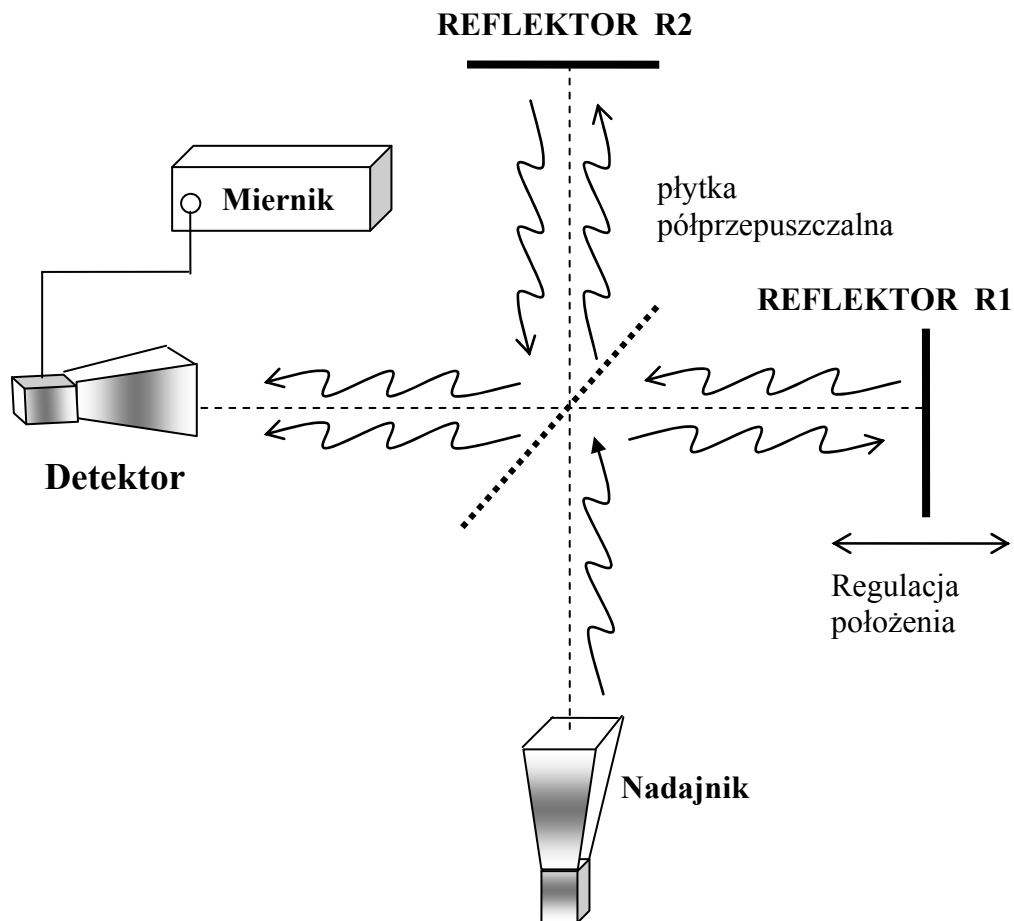
$$\Rightarrow I = 0$$

Podobny opis interferencji mikrofal można przedstawić dla dowolnego przesunięcia fazowego.

2. Układ doświadczalny

Na rys. 1 przedstawiono układ pomiarowy, w skład którego wchodzi:

- nadajnik mikrofal
- odbiornik mikrofal
- 2 reflektory
- płytki półprzepuszczalna
- prowadnice do ustawienia reflektorów
- obrotowe mocowanie płytki półprzepuszczalnej



Rys. 1

3. Wykonanie ćwiczenia

13. Podłączyć miernik do detektora.
14. Włączyć zasilanie generatora mikrofal i miernika. Ustawić na mierniku pomiar wysokich częstotliwości.
15. Ustawić płytkę tak, aby mikrofałe przebiegały tak jak zaznaczono na rys. 1.
16. Włączyć generator.
17. Ustawić optymalny kąt nachylenia płytki. Jak można sprawdzić, czy ustawienie jest faktycznie optymalne?
18. Ustawić optymalny zakres miernika.
19. Ustawić reflektory w porównywalnych odległościach od płytki.
20. Korzystając ze śruby mikrometrycznej, znaleźć położenie reflektora R1 dla którego natężenie mikrofal w detektorze jest maksymalne.
21. Wyznaczyć położenie reflektora dla co najmniej trzech minimów i maksimów.
22. Zmierzyć natężenie fali w funkcji położenia reflektora R1, pomiędzy dwoma maksimami.

23. Zmierzyć osobno natężenie interferujących wiązek. Jak można to łatwo zrobić?
Jak oszacować niepewność pomiaru?
24. Odczytać częstotliwość fali z generatora.

UWAGA! Należy unikać stawania na linii wiązki mikrofal, aby nie stać się „konkurencyjnym reflektorem” i w ten sposób nie zafalszować wyników!

1. Opracowanie wyników

Na podstawie uzyskanych danych należy:

- Wyznaczyć długość fali wykorzystywanych w ćwiczeniu mikrofal. Jakiej częstotliwości fali ona odpowiada?
- Porównać uzyskany wynik z częstotliwością odczytaną na generatorze.
- Porównać dane doświadczalne z teoretyczną krzywą intensywności mikrofal docierających do detektora. Jaką zależnością powinna być opisywana intensywność fali powstałej w skutek interferencji dwóch różnych wiązek?

Literatura

D. Holliday, R. Resnick, *Podstawy fizyki*, tom II i tom IV, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996

Zadania do ćwiczeń z falami elektromagnetycznymi

1. Płaska fala elektromagnetyczna rozchodzi się wzdłuż osi x . Narysuj odpowiadający jej rozkład pola elektrycznego i magnetycznego.
2. Wyznacz zakres energii promieniowania elektromagnetycznego odpowiadający zakresowi długości fali od 1 mm do 1 m (zakres mikrofalowy). Wynik wyraż w dżulach i elektronowoltach.
3. Dane są dwa punktowe źródła światła oddalone od siebie o l . Źródła promieniują synchronicznie fale o długości λ . W odległości d od źródeł ustawiono ekran, na którym obserwuje się prążki interferencyjne, przy czym $d \gg l, \lambda$, a ekran ustawiono prostopadle do symetralnej odcinka łączącego źródła. Obliczyć odległość między prążkiem centralnym a kolejnym prążkiem interferencyjnym.
4. Niespolaryzowana wiązka światła pada na płytkę szklaną o współczynniku załamania n . Pod jakim kątem należy skierować wiązkę aby wiązka odbita była całkowicie spolaryzowana.
5. Fala elektromagnetyczna o wektorze falowym \mathbf{k} i częstotliwości ω rozchodzi się w próżni w kierunku \mathbf{r} . Polaryzacja fali określona jest przez wektor $\boldsymbol{\sigma}$, a amplituda jest równa E . Podaj wyrażenie opisujące zależność pola elektrycznego i magnetycznego od położenia i czasu.