פיזיקה 3

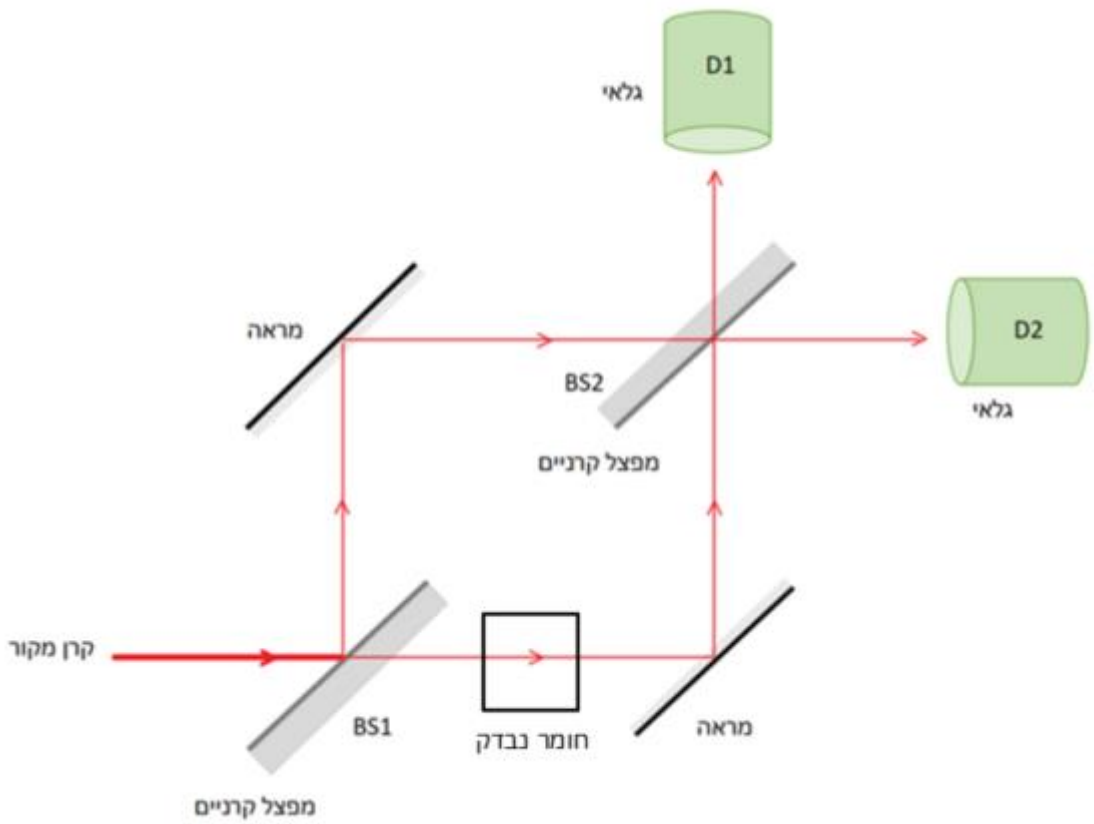
פרק 10 - אינטרפרומטר מאך-זנדר

תוכן העניינים

1. הרצאות ותרגילים 1

אינטרפרומטר מאך זנדר:

סיכום כללי:



המטריצות של מפצלי הקרניים:

$$BS1=\begin{pmatrix} -r & t \\ t & r \end{pmatrix}$$

$$BS2=\begin{pmatrix} r & t \\ t & -r \end{pmatrix}$$

פונקציית הגל ביציאה:

$$\psi=\begin{pmatrix} r^2-t^2e^{i\theta} \\ rt\left(1+e^{i\theta}\right) \end{pmatrix}$$

שאלות:

1) הסתברויות אחרי בדיקה חוזרת

נניח כי הפצצה הנבדקת במכשיר של אליצור ויידמן היא פצצה תקינה.
חשבו את ההסתברות הכוללת שהפצצה תתפוצץ, תתגלה כתקינה או שהתשובה לא ודאית במקרים הבאים:

א. אם התקבלה תוצאה לא ודאית בבדיקה הראשונה, חוזרים על הבדיקה עוד פעם אחת.

ב. חוזרים על הבדיקה עד שמתקבלת תוצאה ודאית (פיצוץ או גילוי שהפצצה תקינה) יתכן ותצטרכו $\sum_{n=0}^{\infty} q^n = \frac{1}{1-q}$ כאשר $|q| < 1$.

2) פאזה במפצל קרניים

פעולתו של מפצל קרניים (Beamsplitter) על פוטון מיוצגת על ידי המטריצה הבאה:

$$\mathrm{BS} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & t \\ -t^* & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$$

א. בהינתן ש-t הוא מספר ממשי טהור, מצאו את הערכים האפשריים שלו בכדי שהמטריצה תוכל לייצג מפצל קרניים.

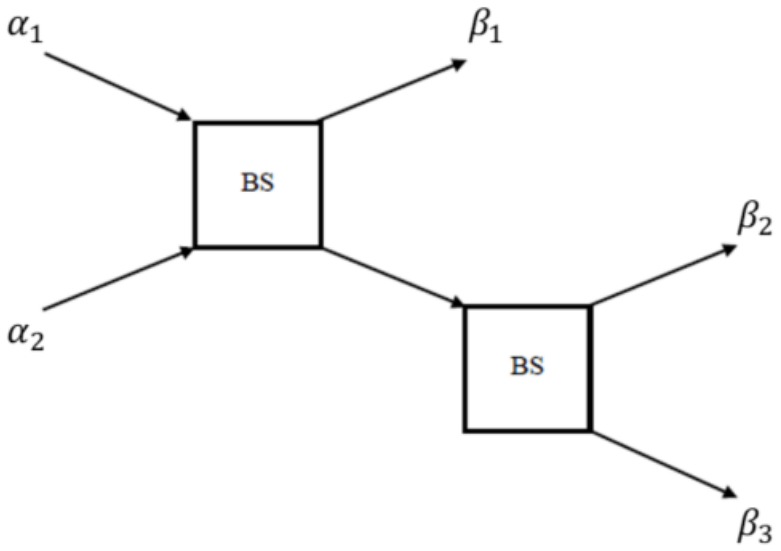
ב. בהינתן ש-t הוא מספר מדומה טהור, מצאו את הערכים האפשריים שלו בכדי שהמטריצה תוכל לייצג מפצל קרניים.

ג. קבעו האם תחת ההחלפה $t \to te^{i\delta}$ כאשר δ הוא מספר ממשי חיובי, הפתרונות של סעיפים א' ו-ב' עדיין מספיקים בכדי שהמטריצה $\mathrm{BS} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & te^{i\delta} \\ -t^*e^{-i\delta} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$ תייצג מפצל קרניים.
מה המשמעות של האיבר $e^{i\delta}$?

3) שני מפצלים

במערכת הבאה שני מפצלי קרניים זהים המתוארים על ידי המטריצה הבאה:

$$\mathrm{BS}=\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1 & 1\\ 1 & -1\end{pmatrix}$$



מכניסים למערכת פוטון במצב כללי $\begin{pmatrix}\alpha_1\\ \alpha_2\end{pmatrix}$.

מצאו את המקדמים β_1,β_2,β_3 כתלות ב- α_1 ו- α_2.

תשובות סופיות:

1) א. פיצוץ: $\rho=\frac{10}{16}$, תקינה: $\rho=\frac{5}{16}$, לא ודאי: $\rho=\frac{1}{16}$.

ב. פיצוץ: $\rho=\frac{2}{3}$, תקינה: $\rho=\frac{1}{3}$, לא ודאי: $\rho=0$.

2) א. $t=\pm\frac{1}{\sqrt{2}}$ ב. $t=\pm i\frac{1}{\sqrt{2}}$ ג. כן, המשמעות היא שנוספת פאזה כאשר הקרן מבצעת העברה (ולא החזרה) דרך המפצל.

3) $\beta_1=\frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha_1+\alpha_2),\ \beta_2=\beta_3=\frac{1}{2}(\alpha_1-\alpha_2)$