

פיזיקה קוונטית 1

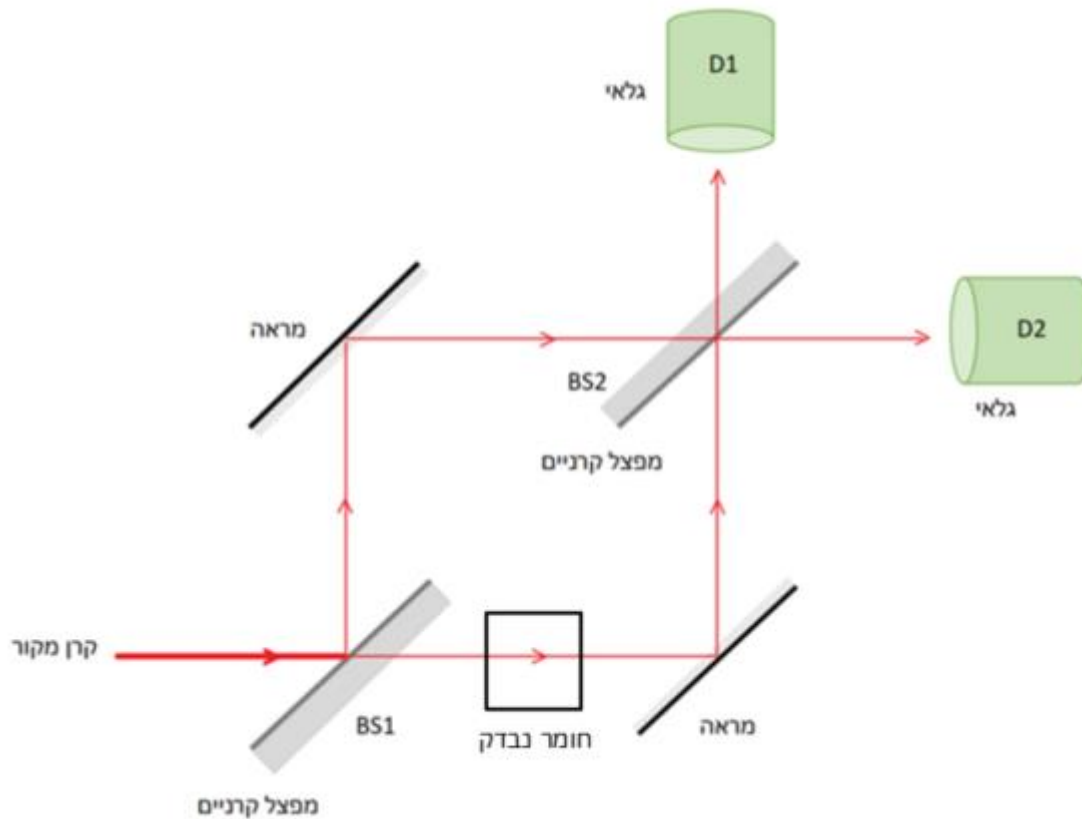
פרק 10 - אינטרפרומטר מאך-זנדר

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:

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

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:

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

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 $t \rightarrow te^{i\delta}$ כאשר δ הוא מספר ממשי חיובי, הפתרונות של סעיפים א' ו-ב' עדיין מספיקים בכדי שהמטריצה

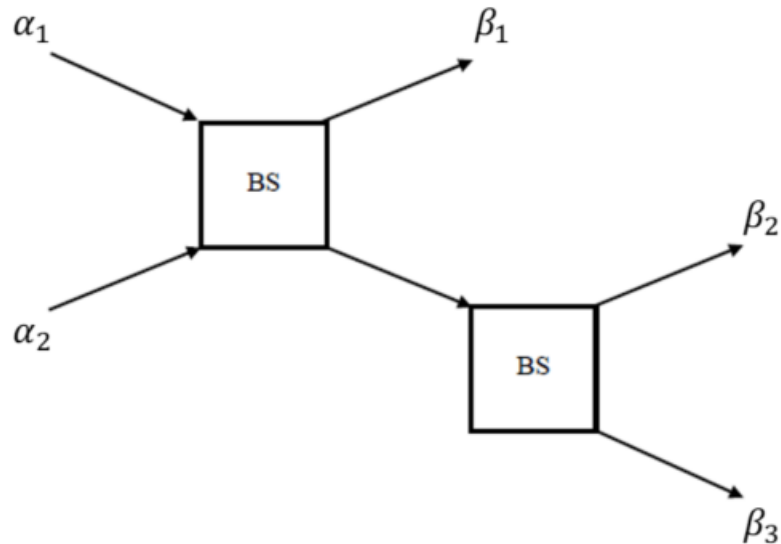
$$BS = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & te^{i\delta} \\ -t^*e^{-i\delta} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$$

מה המשמעות של האיבר $e^{i\delta}$?

3 שני מפצלים

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

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



מכניסים למערכת פוטון במצב כללי $\begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{pmatrix}$.
מצאו את המקדמים $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 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 $\beta_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha_1 + \alpha_2)$, $\beta_2 = \beta_3 = \frac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2)$