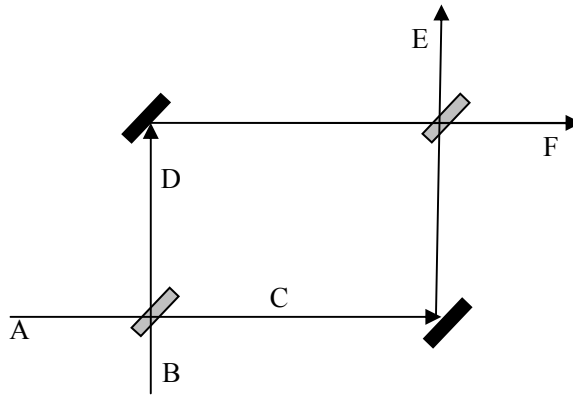


לב ויידמן ושמואל נוסינוב

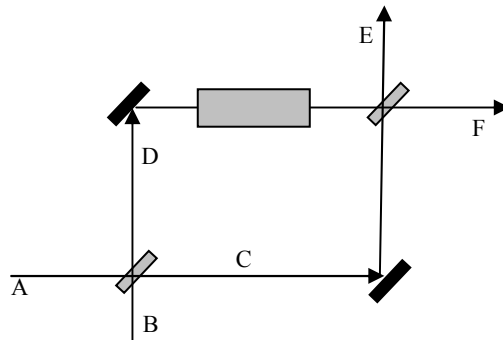
ניתן לענות על כל מבחר ועל כל מספר של סעיפי השאלות (מתוך 12 סעיפים). כל סעיף 10 נקודות. עבור טעויות פיסיקליות חמורות הניקוד הוא שלילי. ניתן להביא עשר דפי נוסחאות. משך הבחינה 3.5 שעות.

בהצלחה!

1. נתון Mach-Zehnder interferometer שמורכב משני מפצלים המעבירים 50% ושתי מראות. נשתמש בסימנים a, b, c, d, e, f עבור אופרטורי השמדה של פוטונים במודים A, B, C, D, E, F .



a. הראה, על ידי חישוב של f ו e בעזרת a ו b שמה שנקנס ל A יוצא ב B ומה שניכנס ל B יוצא ב E .



b. תא אופטי מוסיף פאזה $\frac{\pi}{2}$ לאור העובר בזרוע D . חשב עכשיו f ו e .

c. חשב n_E ו n_F (כפונקציה של a, a^+, b, b^+). הראה שהכנסת מצב קוהרנטי בעל מספר פוטונים רב ב B מאפשרת מדידת X ו P של השדה אלקטרומגנטי הנכנס ב A על ידי מדידת $n_E - n_F$. מהן המצבים הקוהרנטיים המתאימים למדידת X ו P ?

d. האם ניתן לפשט את הניסוי למדידת $P_1 X$ על ידי הצבת הגלאים ב C ו D במקום E ו F ? אם כן, מהם המצבים הקוהרנטיים המתאימים למדידת $P_1 X$?

e. הסבר את השיטה למדידת $P_1 X$ בעזרת ניסוי עוד יותר פשוט: משאירים רק גלאי C אך מחליפים את המפצל למפצל כמעט שקוף.

2. אינטראקציה אפקטיבית בין האלקטרונים בחומר מסוים גורמת ליצירת זוגות אלקטרונים קשורים בעלי אנרגית הקשר ε שמשתנה בנוכחות אלקטרונים נוספים כך שאנרגית m זוגות בעלי תנע אפס בנוכחות ν אלקטרונים היא: $V = -m\varepsilon(1 - \frac{m-1+\nu}{\Omega})$ כאשר Ω מספר המצבי k המעורבים בבניה של המצב הקשור. מצא בעזרת שקולים איכותיים את האנרגיה V כאשר

a. מחצית הזוגות מתפרקים.

b. מחצית הזוגות מקבלים תנע קטן מאוד, זהה לכל זוג.

3. במודל גס של על מוליך $2m$ אלקטרונים ממלאים בזוגות באופן אחיד את Ω המצבים מ $k_F - \Delta k$ עד $k_F + \Delta k$. פונקצית הגל של האלקטרונים היא $|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{\Omega}} \sum_1^{\Omega} a_{k\uparrow}^+ a_{-k\downarrow}^+ |0\rangle$ (כל הרמות הנמוכות יותר מלאות והגבוהות יותר ריקות).

a. מהי פונקצית גל $|\text{BCS}\rangle$ בעלת אותן מספרי אכלוס במוצעה?

b. עבור איזה m פונקצית גל $|\text{BCS}\rangle$ שווה ל $|\Psi\rangle$?

4. האלקטרון נימצא בבור פוטנציאלי הרמוני חד ממדי $V = \frac{kx^2}{2}$

a. חשב את התיקון הרלטיביסטי לרמת היסוד עד סדר $\frac{1}{c^2}$.

b. חזור על החישוב לפוטנציאל הרמוני תלת מימדי.

c. מהו התנאי על k כדי שהקירוב יהיה טוב?