

תרגיל בית 11

פיזורים I: קירוב בורן

חומר קריאה: S. Gasiorowicz, *Quantum Physics* (3rd edition), Chapters 17,19

1. (שאלת חובה)

חשבו, בקירוב בורן מסדר ראשון, את חתך הפעולה הכולל לפיזור מהפוטנציאל

$$V(\mathbf{r}) = \alpha \delta(r - R)$$

בגבול של אנרגיות נמוכות ובגבול של אנרגיות גבוהות.

2. מבצעים ניסוי פיזור של חלקיקים בעלי מסה m מהפוטנציאל

$$V(\mathbf{r}) = \begin{cases} \frac{C}{r} \cos(\pi r/2a), & r < a \\ 0, & r > a \end{cases}$$

כאשר C הוא קבוע חיובי. חשבו את חתך הפעולה הדיפרנציאלי $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ בקירוב בורן הראשון כתלות בזווית הפיזור θ . העזרו בזויות $2 \sin x \cos y = \sin(x+y) + \sin(x-y)$.

3. אלומת חלקיקי ספין $\frac{1}{2}$ מקוטבת בכיוון \hat{z} נעה בגל מישורי עם וקטור גל $\mathbf{k} = k\hat{z}$ אל עבר פוטנציאל מפזר

$$V(\mathbf{r}) = \lambda e^{-\mu r} \sigma_x$$

כאשר μ ו- λ הם קבועים ו- σ_x מטריצת פאולי. מציבים גלאי הרחק מהראשית, בכיוון \hat{x} , המודד את S_z של החלקיקים המגיעים אליו. ניתן להניח שאורך הגל גדול בהרבה מ- $1/\mu$ וקטן בהרבה מהמרחק לגלאי.

(א) כתבו במפורש את המצב הקוונטי של אלומת החלקיקים הרחק מהמפזר לפני שהיא פוגעת בו.

(ב) חשבו בקירוב בורן הראשון את היחס בין מספר החלקיקים הנמדדים בגלאי עם ספין \uparrow לבין מספר החלקיקים הנמדדים עם ספין \downarrow .

4. מתבצע ניסוי של פיזור אלקטרונים משורה של N אטומים זהים הממוקמים לאורך ציר x , כך שאטום מספר n נמצא ב- $\mathbf{r}_n = na\hat{x}$ ($n = 1, 2, \dots, N$). אלומת החלקיקים מגיעה בכיוון \hat{z} . ידוע שעבור אטום בודד אמפליטודת הפיזור היא $f_0(\mathbf{q})$ (כאשר \mathbf{q} התנע המועבר). חשבו את חתך הפעולה הדיפרנציאלי $\frac{d\sigma}{d\Omega}(\hat{\mathbf{q}})$ עבור שורת האטומים.

5. חשבו במפורש את הפרופגטור בבסיס המקום באנליזה מרוכבת והראו שהוא שווה ל-

$$G_{\pm}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') = \frac{\hbar^2}{2m} \left\langle \mathbf{r} \left| \frac{1}{E - H_0 \pm i\epsilon} \right| \mathbf{r}' \right\rangle = -\frac{1}{4\pi} \frac{e^{\pm ik|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}$$

בדקו שזו אכן פונקציית גרין למשוואת הלמהולץ.

$$(\nabla^2 + k^2) G_{\pm}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') = \delta^{(3)}(\mathbf{r} - \mathbf{r}')$$

בהצלחה!