

۱- عنصر ردیف n ام و ستون k ام ماتریس یک عملگر را می توان به صورت $A_{nk} = \langle n | \hat{A} | k \rangle$ بدست آورد که در آن $|n\rangle$ و $|k\rangle$ پایه های متعامد فضا هستند. با توجه به نمایش عملگرهای x و p بوسیله ی عملگرهای نردبانی، عناصر ماتریسی عملگرهای x و p را برای یک نوسانگر هماهنگ ساده بدست آورید.

۲- تابع موج اولین حالت برانگیخته ی یک نوسانگر هماهنگ یک بعدی $\psi(x) = Nxe^{-\frac{ax^2}{2}}$ است. محتملترین مکانهای نوسانگر را در حالت پایه بدست بیاورید. (N یک ثابت حقیقی می باشد)

۳- ذره ای را در پتانسیل یک بعدی نوسانگر هماهنگ ساده در نظر بگیرید. فرض کنید در $t = 0$ ویژه حالت ذره عبارت باشد از $\langle \psi_0 | e^{-\frac{ipa}{\hbar}}$ که در آن a یک ثابت حقیقی و p عملگر تکانه است. با استفاده از تصویر هایزنبرگ، مقدار چشم داشتی $\langle x \rangle$ را در $t \geq 0$ بدست آورید.

۴- با توجه به اثبات اصل عدم قطعیت، شکل یک بسته ی موج چگونه باشد تا عدم قطعیت آن حداقل باشد؟ محاسبه نمایید.

موفق باشید. شجاعتی