

سلسلة 2: المتذبذب التوافقي

1. (المسألة 2.10*)

(أ) أنشء $\psi_2(x)$.

(ب) أرسم ψ_0, ψ_1 و ψ_2 .

(ج) تحقق من تعامد ψ_0, ψ_1 و ψ_2 ، من خلال التكامل الصريح. تلميح: إذا قمت باستغلال زوجية وفردية الدوال، فلا يبقى سوى تكامل واحد فقط ليُفعل.

2. (المسألة 2.11*)

(أ) أحسب $\langle x^2 \rangle, \langle p \rangle, \langle x \rangle$ و $\langle p^2 \rangle$ من أجل الحالات ψ_0 (المعادلة 2.60) و ψ_1 (المعادلة 2.63)، من خلال التكامل الصريح. تعليق: في هذه المسألة وغيرها من المسائل المتعلقة بالمتذبذب التوافقي، فإنه يبسط الأمور إذا أدخلت المتغير $\xi \equiv \sqrt{m\omega/\hbar}x$ و الثابت $\alpha \equiv (m\omega/\pi\hbar)^{1/4}$.

(ب) تحقق من مبدأ الارتباب لهذه الحالات.

(ج) أحسب $\langle T \rangle$ و $\langle V \rangle$ لهذا الحالات. (لا يُسمح بتكامل جديد!) هل مجموعهما هو ما تتوقعه؟

3. (المسألة 2.12*)

أحسب $\langle x \rangle, \langle p \rangle, \langle x^2 \rangle, \langle p^2 \rangle$ و $\langle T \rangle$ من أجل الحالات المتوقفة n للمتذبذب التوافقي، باستخدام طريقة المثال 2.5. تأكد من تحقق مبدأ الارتباب.

4. (المسألة 2.13)

يبدأ جسيم في جهد متذبذب توافقي في الحالة

$$\Psi(x, 0) = A [3\psi_0(x) + 4\psi_1(x)].$$

(أ) أوجد A .

(ب) أنشء $\Psi(x, t)$ و $|\Psi(x, t)|^2$. لا تكن متحمساً جداً إذا كانت $|\Psi(x, t)|^2$ تتذبذب بالضبط بالتردد الكلاسيكي؛ ماذا كان سيحدث لو أنني حددت $\psi_2(x)$ بدلاً من $\psi_1(x)$ ؟

(ج) أوجد $\langle x \rangle$ و $\langle p \rangle$. تحقق من صحة نظرية إهرنفست (المعادلة 1.38) لهذه الدالة الموجية.

(د) إذا قمت بقياس طاقة هذا الجسيم، فما هي القيم التي قد تحصل عليها، وبأي احتمالات؟