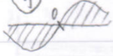
ex. 運動量?

$$\langle p \rangle = \int \psi^*(x)\, \underset{\sim}{\hat{p}}\, \psi(x)\, dx$$

奇



$$= \int_{-\infty}^{\infty} \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\frac{n\pi}{L}x \left(-i\hbar\frac{\partial}{\partial x}\right) \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\frac{n\pi}{L}x\, dx$$

$= \bigcirc$ "0" ⇐ 定在波だから!!

$\begin{cases} \sin & 奇 \\ \cos & 偶 \end{cases} \rightarrow$ 奇

ex. エネルギー?

$$E_{\underline{n}} = \int \psi_n^*(x)\, \hat{H}\, \psi_n(x)\, dx$$

偶

$$= \int \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\frac{n\pi}{L}x \left(-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\right) \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\frac{n\pi}{L}x\, dx$$

奇 × 奇 → 偶

$\boxed{\text{問 2-4. } E_n \text{ を求めよ。}}$

2.3 不確定性原理

○ Heisenberg (1927)

標準偏差みたいな。

粒子の位置 x の不確かさ: $\Delta x \rightarrow \sqrt{(x-\langle x \rangle)^2}$

運動量 p の不確かさ: Δp

とすると、

$$\boxed{\Delta x \cdot \Delta p \geqq \frac{\hbar}{2}}$$

が成り立つ。 → 基礎現ノート 5/25 の へ。

○ 同様に

エネルギーの不確かさ: ΔE

測定に要する時間 (or 寿命): Δt

$$\boxed{\Delta E \cdot \Delta t \geqq \hbar}$$

問 2-5. 一次元箱中の粒子について $n=1$ の波動関数を用いて
$\Delta x \cdot \Delta p$ を計算せよ。
↑ヒント $\sqrt{\langle (\Delta x)^2 \rangle} = \sqrt{(x-\langle x \rangle)^2} = \cdots$