



Namatek
True Education

Uncertainty Of Measurement

www.namatek.com

آشنایی با اصل عدم
قطعیت در ۴ گام

فهرست مطالب

۱. اصل عدم قطعیت چیست؟ (Uncertainty Principle)
۲. گستره کاربرد اصل عدم قطعیت
۳. مثالی برای درک این اصل
۴. رابطه ریاضی اصل عدم قطعیت

اصل عدم قطعیت یکی از اصول مهم و کاربردی در دانش فیزیک است. این اصل پدیده های شاخه ای از علم فیزیک یعنی کوانتوم را توجیه می کند. درک صحیح این اصل به تحلیل دقیق بسیاری از پدیده های فیزیکی کمک می کند.

در ادامه با ما همراه باشید تا اصل عدم قطعیت را بررسی کنیم.

#۱ اصل عدم قطعیت چیست؟ (Uncertainty Principle)

در زندگی روزمره به راحتی می توانیم در خصوص سرعت و موقعیت اجسام متحرک پیرامون خود صحبت کنیم. به عبارت دیگر اندازه گیری سرعت و موقعیت این اجسام برای ما امکان پذیر است. اما وقتی پای کوانتوم ذرات به میان می آید، اندازه گیری سرعت و موقعیت پدیده ها به هیچ عنوان کار ساده ای نیست. دلیل آن وجود یک رابطه ریاضی مهم نشأت گرفته از اصل عدم قطعیت است.

این اصل در سال ۱۹۲۷ میلادی توسط دانشمندی به نام ورنر هایزنبرگ (Werner Heisenberg) مطرح شد. او در تئوری خود به زبان ساده بیان کرد که ما نمی توانیم سرعت و موقعیت ذراتی مانند فوتون (Photon) یا الکترون (Electron) را اندازه گیری کنیم. به عبارت دیگر هایزنبرگ معتقد

است که هر قدر در اندازه گیری سرعت این ذرات دقیق تر عمل کنیم، دقت محاسبه موقعیت آن ها کاهش می یابد و بالعکس.



#۲ گستره کاربرد اصل عدم قطعیت

با تعریفی که در بالا از اصل عدم قطعیت ارائه کردیم، اگر یک جسم در دنیای واقعی را به اندازه ذره الکترون کوچک کنیم، فقط محاسبه یکی از دو کمیت سرعت یا مکان آن با دقت بالا، امکان دارد. به هیچ عنوان نمی توان هر دو کمیت را با هم و با دقت بالا اندازه گیری یا محاسبه نمود.

هر چند که این اصل بیشتر در فیزیک کوانتوم شهرت دارد؛ اما اساسا هر پدیده ای در دنیای ما که رفتار موجی دارد در چهارچوب آن قرار می گیرد. اجسام کوانتومی نیز به سبب تعریفی که در نظریه کوانتوم ارائه می شود، موج مانند رفتار می کنند.



#۳ مثالی برای درک این اصل

اجازه دهید با یک مثال برای درک بهتر اصل عدم قطعیت، بحث را ادامه دهیم. یک حوض آب را در نظر بگیرید که موج آب روی آن ایجاد می شود. برای به دست آوردن سرعت موج، باید فاصله و زمان تشکیل چند قله و دره موج را در کنار یکدیگر محاسبه کنیم. با این روش می توان سرعت موج را محاسبه کرد؛ اما عملاً امکان اظهار نظر درباره موقعیت آن وجود ندارد. اگر بخواهیم در خصوص موقعیت موج بحث کنیم، باید یک نقطه مشخص را در نظر بگیریم و به همراه آن حرکت کنیم. در چنین شرایطی امکان اندازه گیری سرعت موج را نخواهیم داشت.



با این مثال ساده می توان درک کرد که عدم قطعیت به دنبال ایجاد ارتباط بین دو ویژگی مکمل حرکت ذرات یعنی سرعت و موقعیت مکانی است.

#۴ رابطه ریاضی اصل عدم قطعیت

هایزنبرگ اصل عدم قطعیت را به صورت یک رابطه ریاضی نسبتاً ساده مطرح کرد:

$$\Delta x \Delta P \geq h/(\pi \times 4)$$

- Δx : عدم قطعیت در اندازه گیری موقعیت ذره
- ΔP : عدم قطعیت در اندازه گیری تکانه ذره
- h : ثابت پلانک

همان طور که می دانید، تکانه از حاصل ضرب سرعت در جرم ذره به صورت لحظه ای به دست می آید. بنابراین هایزنبرگ معتقد است که حاصل ضرب عدم قطعیت در اندازه گیری موقعیت و تکانه ذره همواره از حاصل تقسیم ثابت پلانک بر ۴ ضرب در عدد پی (π) بزرگ تر است. سؤالی که به وجود می آید این است که چرا می توانیم در خصوص اجسام با جرم بالا، اندازه گیری سرعت و موقعیت اجسام را با دقت مناسبی انجام دهیم؟ برای پاسخ به این سؤال باید رابطه ریاضی عدم قطعیت را تحلیل کنیم. تکانه از حاصل ضرب جرم در سرعت اجسام به دست می آید. فرض ما بر این است که جرم اجسام بزرگ ثابت است. درنتیجه به راحتی می توان رابطه فوق را به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\Delta x \Delta V \geq h/(\pi \times m \times 4)$$

• V : نماد سرعت جسم

• M : نماد جرم جسم

از رابطه فوق می توان تشخیص داد که هر چه جرم جسم بیشتر باشد، طرف راست نامساوی فوق کوچک تر می شود. درنتیجه به راحتی می توان سرعت و موقعیت جسم را به طور همزمان با دقت بالایی اندازه گیری کرد. اما در خصوص ذرات ریزی مانند الکترون که جرم بسیار ناچیزی دارند، عملاً نمی توان سرعت و موقعیت آن ها را با دقت بالایی تعیین نمود. شکل اصلی رابطه ریاضی اصل عدم قطعیت را در بالا بررسی کردیم.

لازم به ذکر است که رابطه فوق به شکل دیگر و در ارتباط با زمان و انرژی هم بازنویسی می شود

$$\Delta t \Delta E \geq h/(\pi \times 4)$$

- Δt : عدم قطعیت در اندازه گیری زمان
- ΔE : عدم قطعیت در اندازه گیری انرژی

جمع بندی

در این مقاله اصل عدم قطعیت را به زبان ساده بیان کردیم. این اصل در توجیه پدیده هایی که فیزیک نیوتونی نمی تواند آن ها را تحلیل کند، بسیار کارآمد است. برخلاف تلاش محققان در آزمایشگاه ها برای ارتقای این نظریه، این اصل تا به امروز استوار و پایدار باقی مانده است.