مبدأ هايزنبرغ في عدم التحديد
Heisenberg Uncertainty Principle

عمل الألماني فيرنر هايزنبرغ تحت إشراف الدنيماركي نيلز بور في دراسة أطياف المواد المتوهجة. وتمكن من استيعاب التصرف الموجي للجسيمات بشكل دقيق. ومن خلال تفهم الصفات الموجية للجسيمات تمكن من وضع مبدأ يسمى مبدأ عدم التحديد لهايزنبرغ ولهذا المبدأ صياغات مختلفة وأحدها الأكثر عمومية يقول:

لا يمكن تحديد زخم جسيم وموقعه بدقة لا متناهية في آن واحد.

وفي صيغة أخرى يمكن أن نقول:

إن حاصل ضرب مقدار عدم التحديد في موقع الجسيم ومقدار عدم التحديد في زخمه يساوي ينبغي أن يكون أكبر من مقدار أصغري.

وقد حسب هايزنبرغ هذا المقدار ووجده مساويا لثابت بلانك مقسوماً على 2π ويرمز له $\hbar$.

وهكذا يكتب المبدأ بالصيغة الرياضية

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar$$

ثم وجد أن هنالك صيغة أخرى للمبدأ تقول إن:

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar$$

إن المضمون الفيزيائي لمبدأ عدم التحديد يشتمل على:

1. إن قياسات الكميات الفيزيائية لا يمكن أن تكون دقيقة بإطلاق.
2. يمكن تصور وجود أجسام ذات طاقة كلية E خلال فترة زمانية t بحيث تكون $Et < \hbar$ دون أن نحس فيزيائيا بوجود هذه الأجسام!! تسمى هذه الأجسام شبحية virtual لأنها فيزيائيا غير موجودة ويسميها البعض جسيمات فرضية hypothetical لكن الفيزيائيين يتعاملون معها وكأنها حقيقة قائمة. وتستخدم في نظرية المجال الكمي لحل كثير من المشكلات.
3. تتصل جذور مبدأ عدم التحديد بالصفات التبادلية للإجراءات الممثلة للملحوظات، فإن الإجراءات التبادلية لا تخضع ملحوظاتها إلى مبدأ عدم التحديد على عكس الإجراءات اللاتبادلية التي تخضع ملحوظاتها إلى عدم التحديد.