

## راهنمایی آموزشی فزیک صنف دوازدهم – دوره دوازدهم

## اهداف آموزشی:

1. اصول عدم قطعیت هایزنبرگ
2. فزیک هسته (Nuclear Physics)
3. اندازه و ساختار هسته
4. قوه هسته‌پی (Nuclear Force)
5. آیزوتوپها (Isotopes)

## 1. اصول عدم قطعیت هایزنبرگ

## اصول عدم قطعیت هایزنبرگ

## تعریف:

اصل عدم قطعیت یکی از بنیادی‌ترین مفاهیم در فزیک کوانتومی است که در سال ۱۹۲۷ میلادی توسط ورنر هایزنبرگ (Werner Heisenberg) فزیک‌دان آلمانی بیان شد. بر اساس این اصل، نمی‌توان مکان و مومنتم (یعنی سرعت و جهت حرکت) یک ذره را در یک زمان با دقت کامل و هم‌زمان اندازه گرفت.

## بیان اصلی:

هرچه مکان ذره را دقیق‌تر بدانیم، از مومنتمی آن با دقت کمتری آگاه می‌شویم، و برعکس. به عبارت دیگر، در جهان ذرات ریز (مانند الکترون‌ها) همیشه نوعی عدم اطمینان طبیعی و بنیادی وجود دارد.

## رابطه ریاضی:

$$\Delta p \times \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$$

$\Delta x$ : عدم قطعیت مکان

$\Delta p$ : عدم قطعیت مومنتم  
 $h$ : ثابت پلانک

مثال ساده:

اگر بخواهیم موقعیت دقیق یک الکترون را در اتم بدانیم، باید به آن نور (فوتون) بتابانیم. اما همین تابش نور باعث می‌شود الکترون حرکتش تغییر کند و دیگر نتوانیم سرعتش را دقیق بدانیم. بنابراین با افزایش دقت مکان، دقت در سرعت از بین می‌رود — این همان اصل عدم قطعیت است.

## مفهوم فلسفی:

اصل عدم قطعیت می‌گوید که طبیعت در مقیاس کوانتومی (اتم و ذرات زیراتمی) ماهیتی احتمالی دارد، نه قطعی. یعنی هیچ چیز را نمی‌توان با دقت مطلق پیش‌بینی کرد؛ فقط می‌توان احتمال حضور یا رفتار ذره را بیان نمود.

## نتایج و اهمیت:

1. این اصل پایه فزیک کوانتومی است.
2. نشان می‌دهد که قوانین فزیک کلاسیکی (نیوتنی) در جهان ذرات ریز صدق نمی‌کند.
3. توضیح می‌دهد چرا الکترون نمی‌تواند در مدار دقیق و ثابت مانند سیارات بچرخد، بلکه در محدوده‌ای از فضا احتمال حضور دارد.
4. نقش مهمی در فهم ساختار اتم، انرژی هسته‌ای و میکانیک موجی دارد.

خلاصه در یک جمله: در دنیای ذرات بنیادی، هیچ اندازه‌گیری کاملاً دقیق نیست — همیشه میان دانستن مکان و دانستن حرکت، باید یکی را تا حدی قربانی کرد.

## 2. فزیک هسته ای

## تعریف:

فزیک هسته‌ای شاخه‌ای از فزیک است که به مطالعه ساختار، خواص، نیروها و واکنش‌های هسته اتم می‌پردازد.

هسته (Nucleus) بخش مرکزی اتم است که تقریباً تمام جرم اتم در آن متمرکز است و از پروتون‌ها و نوترون‌ها تشکیل شده است.

## 3. اندازه و ساختار هسته

هسته از دو نوع ذره تشکیل یافته است:

1. پروتون (Proton): دارای چارج مثبت (+e)
2. نوترون (Neutron): بدون چارج برقی (بی‌چارج)

مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها را نوکلئون (Nucleons) می‌نامند.

مشخصات هسته:

- هسته بسیار کوچک ولی سنگین است.
- قطر آن در حدود  $10^{-15}$  متر است.
- چارج مثبت آن به سبب وجود پروتون‌ها است.
- بیشتر کتله اتم در هسته متمرکز می‌باشد.

◆ عددهای اتمی و کتله ی:

برای توصیف یک هسته، از دو عدد استفاده می‌شود:

1. عدد اتمی (Z): تعداد پروتون‌ها در هسته
2. عدد کتله ی (A): مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها

$$A = Z + N$$

که در آن = (N) تعداد نوترون‌ها است

4. قوه ای هسته ای

تعریف:

قوهٔ هسته‌ای نیروی است بسیار قوی و جاذب که میان پروتون‌ها و نوترون‌ها در داخل هستهٔ اتم عمل می‌کند و سبب می‌شود که ذرات هسته در کنار هم باقی بمانند.

اگر این نیرو وجود نمی‌داشت، پروتون‌ها به دلیل بار مثبت‌شان یکدیگر را دفع می‌کردند و هسته از هم می‌پاشید.

کشف و اهمیت:

پس از کشف هسته توسط ارنست رادرفورد، دانشمندان دریافتند که نیروی برقی نمی‌تواند هسته را نگه دارد، چون پروتون‌ها هم‌بار مثبت‌اند و باید از هم دور شوند. بنابراین، برای پایداری هسته باید نیروی دیگری وجود داشته باشد — نیروی قوی‌تر از نیروی برقی — که آن را قوهٔ هسته‌ی قوی نامیدند.

انواع نیروهای هسته‌ای:

در فزیک هسته‌ای، دو نوع نیرو مطرح است:

قوهٔ هسته‌ای قوی: (Strong Nuclear Force)

- نیروی اصلی نگهدارندهٔ نوکلئون‌ها (پروتون‌ها و نوترون‌ها).
- بسیار قوی، اما فقط در فاصلهٔ بسیار کوتاه  $10^{-15}$  عمل می‌کند.
- جاذبه دارد و هم بر پروتون‌ها و هم بر نوترون‌ها تأثیر می‌گذارد.
- این نیرو باعث پایداری هسته است.

• قوهٔ هسته‌ای ضعیف: (Weak Nuclear Force)

- در برخی واپاشی‌های رادیواکتیف مانند پرتوشکنی بتا ( $\beta$ ) نقش دارد.
- از قوهٔ قوی بسیار ضعیف‌تر است.
- در تبدیل نوترون به پروتون یا برعکس نقش اساسی دارد.

5. آیزوتوپ‌ها (Isotopes)

تعریف:

آیزوتوپ‌ها اتم‌های یک عنصر واحد اند که تعداد پروتون‌های مساوی دارند ولی تعداد نوترون‌هایشان متفاوت است.

◆ چون تعداد پروتون‌ها مساوی است، آیزوتوپ‌ها از لحاظ خواص کیمیاوی یکسان هستند، اما از لحاظ کتله اتمی و پایداری هسته‌ای با هم فرق دارند.

توضیح ساده:

در واقع، آیزوتوپ‌ها مانند افراد یک خانواده‌اند که نام خانوادگی (عنصر) آن‌ها یکی است، ولی وزن یا سن متفاوت دارند.

مثال‌ها:

عنصر	آیزوتوپ‌ها	توضیح
هیدروژن	$^1H$ پروتیوم، $^2H$ دیوتریوم، $^3H$ تریتیوم	سه نوع هیدروژن با نوترون‌های مختلف
کربن	$^{12}C$ ، $^{13}C$ ، $^{14}C$	همه دارای ۶ پروتون، ولی نوترون‌ها متفاوت‌اند
اورانیم	$^{235}U$ ، $^{238}U$	هر دو آیزوتوپ اورانیم‌اند، ولی یکی در راکتور هسته‌ای کاربرد دارد

عددهای اتمی و کتله ی در آیزوتوپها:

- عدد اتمی (Z): ثابت است (تعداد پروتونها)
- عدد کتله ی (A): متفاوت است چون نترونها فرق دارند

فرمول کلی:

$$A = Z + N$$

که در آن:

- (A) = عدد کتله ی
- (Z) = عدد اتمی
- (N) = تعداد نترونها