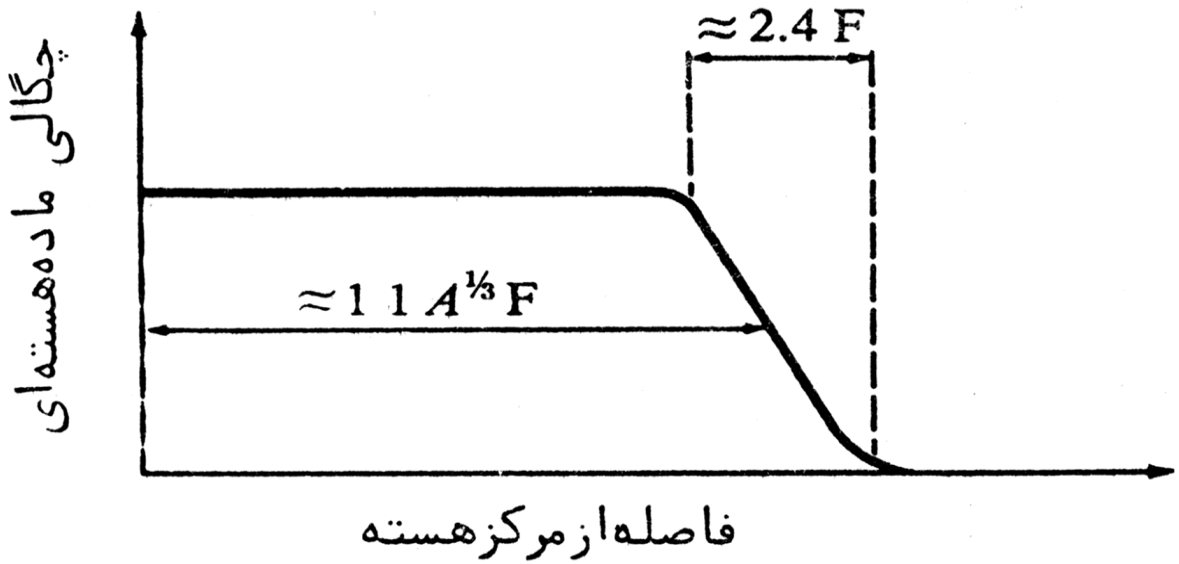
1-2-ب) اندازه‌ی هسته

- پس ازاینکه **تامسون** الکترون‌های اتمی‌را کشف کرد، بزودی **اولین مدل** مفصل اتمی‌را، که از مدل مبتنی بر **نظریه‌ی جنبشی(کره‌ی سخت بودن ذرات)** فراتر می‌رفت، پیشنهاد نمود(1900).
- در **مدل تامسون** فرض می‌شد که الکترون‌ها در میان **بارهای مثبت سنگینی** با **ابعاد اتمی** حدود
- $\approx 10^{-8}\ \mathrm{cm}$ شناورند. بر طبق‌این مدل هر **ذره‌ی با سرعت زیاد** می‌توانست فقط توسط **پدیده‌ی پخش** در ماده‌ی **جامد** نفوذ کند.
- ولی چند سال بعد آزمایشهای **پراکندگی ذرات آلفا** توسط برگه‌های **طلا** **(1909)** نشان داد که **پراکندگی به عقب** خیلی **بیش** از آنی است که فرایند پخش مجاز می‌داشت.
- **راترفورد** متذکر شد که‌این امر ناشی از وجودیک **هسته‌ی اتمی** بسیار کوچک ($\ll 10^{-8}\ \mathrm{cm}$
-) می باشد، که به سادگی یک **نیروی الکتریکی(کولنی)** بر ذره **آلفا** وارد می‌کند؛
- وی سپس از روی آن **قوانین پراکندگی** را به دست آورد.
- اندازه گیریهای بعدی نشان داد که‌این **قانون** در موارد زیر **صادق نیست**:
- **انرژی جنبشی ذره‌ی آلفا بسیار زیاد باشد.**
- **عدد اتمی‌ماده پراکننده بسیار کم باشد.**
- - مختصری از این **قوانین** در قسمت(5-4-ج) آمده است.

بقیه اندازه هسته

- آزمایشهای **دقیقتر**، با بهره گیری از **پراکندگی ذرات هسته‌ای دیگر و الکترون‌ها**، نشان داده‌اند که شعاعی که در آن **آثار هسته‌ای ظاهر می‌شود** از رابطه‌ی تقربی زیر به دست می‌آید
- $$R = R_0 \mathrm{A}^{1/3} \quad (5\text{-}1)$$
- که در آن R_0 موسوم به **ثابت شعاعی** و دارای مقادیر زیر است:
- $$R_0 \approx \begin{cases} 1.4\,F & for\ nuclear\ particle\ scattering\ on\ nuclei \\ 1.2\,\mathrm{F} & \text{for electron scattering on nuclei} \end{cases} \quad (6\text{-}1)$$

شکل1-1: توزیع چگالی ماده‌ی هسته‌ای در یک هسته



1-2-ج) تکانه‌ی زاویه‌ای ذاتی هسته

- **تکانه‌ی زاویه‌ای** هسته یک کمیت مهم است زیرا، همانطور که خواهیم دید، ساختار **هسته‌های مرکب** را محدود می‌کند و بر کلیه‌ی **خواص دینامیکی هسته** تاثیر می‌گذارد. دراین بخش فقط جزئیات اندکی از تکانه‌ی زاویه‌ای یک سیستم ذرات را مورد بحث قرار خواهیم داد.
- به طرق **تجربی** و از روی **قوانین مکانیک کوانتومی** معلوم شده است که **نوترون** و **پروتون** مانند **الکترون** دارای **تکانه‌ی زاویه‌ای ذاتی** $\frac{1}{2}\hbar$ **یا اسپین** هستند($\hbar$ مساوی است با ثابت **پلانک** h تقسیم بر 2π) .
- $I\hbar$ یا تکانه‌ی زاویه‌ای‌یک **بردار** است،پس تکانه‌ی زاویه‌ای **کل** یک هسته، برداری است برابر با **حاصل جمع برداری تکانه‌های زاویه‌ای ذرات متشکله** آن.

تکانه زاویه ای هسته

- به طریق تجربی معلوم می‌شود که **هسته‌های مرکب** دارای تکانه‌ی زاویه‌ای برابر با $I\hbar$ هستند، که در آن :
- برای هسته‌های با A**ی زوج** : I یک عدد صحیح(از جمله صفر) است.
- برای هسته‌های با A**ی فرد** : I یک عدد صحیح(از جمله صفر) به علاوه $\frac{1}{2}$ میباشد.
- مثلاً هسته‌ی دوتریوم H^2 دارای I= 1 و برای هسته‌ی Li^7 $I = \frac{3}{2}$

بقیه تکانه زاویه ای

- بر طبق قوانین **مکانیک کوانتومی**در مورد **جمع کردن** تکانه‌های زاویه‌ای، برای هر سیستم شامل **P ذره**،
- اگر P **زوج** باشد دارای‌یک تکانه‌ی زاویه‌ای(نسبت به مرکز جرمش) مساوی بایک **عدد صحیح** ضربدر $\hbar$ خواهد بود.
- و اگر**P فرد** باشد تکانه‌ی زاویه‌ای آن برابریک **عدد صحیح به علاوه 1/2**ضرب در $\hbar$ خواهد بود.

- این ویژگی، هم در مورد **الکترون‌های اتمی**، هم در مورد اجزاء متشکله‌ی هسته معتبر است.
- بنابراین، اگر **هسته‌ی H^2 از دو پروتون به علاوه یک الکترون** ساخته شده بود(تا$Z=1$ شود) انتظار می‌رفت که **I** برابر باشد با

$$\frac{3}{2} \text{ یا } \frac{1}{2}$$

- ولی اگر هسته‌یH^2 **ازیک پروتون ویک نوترون** تشکیل شده باشد انتظار داریم که **I** برابر **صفریا 1 (اسپنهای موازی یا پاد موازی)** باشد، مقدار اخیر با تجربه سازگار است.

بقیه تکانه زاویه ای هسته

- استدلالی مشابه برای هسته‌های دیگر نشان می‌دهد که **هسته‌ها نمی‌توانند** متشکل از **پروتون و الکترون** باشند بلکه از **پروتون و نوترون** تشکیل شده‌اند.
- دراینجا **طریق‌اندازه گیری I** را نمی‌آوریم همین قدر متذکر می‌شویم که **طیفهای مولکولی و اتمی**، به میزان‌اندکی توسط **آثار مغناطیسی ناشی از تکانه‌ی زاویه‌ای هسته‌ای تغییر می‌کنن**د، و مقدار I را اغلب می‌توان به‌این ترتیب به دست آورد.

- **تبدیلات هسته‌ای** نیز قویاً تحت تاثیر تکانه‌های زاویه‌ای اولیه و نهایی سیستمها قرار می‌گیرند، زیرا این تبدیلات باید **قانون پایستگی تکانه‌ی زاویه‌ای** را حفظ کنند. این امر، تعیین I را در بعض موارد ممکن می‌سازد.

-2-ذ) خواص دینامیکی هسته‌ها

- **هسته‌ها** مانند اتمها، می‌توانند در **حالتهای**(estates) **برانگیخته** (excited**)** با **انرژیهای معین** باشند.
- **گذارهای** (transitions)بین حالتهای برانگیخته با **گسیل تابش** (radiation Emission) **الکترومغناطیسی (پرتوهای گاما)** صورت می‌گیرد که کاملاًمانسته‌ی **گسیل نور از اتمهاست**.
- **اختلاف** اصلی دراین است که **حالتهای انرژی اتمی با** انرژیهایی حدود **یک الکترون ولت** از هم فاصله دارند، در صورتی که **فاصله‌ی بین**
- **حالتهای هسته‌ای** حدود 10^4 تا 10^6 **الکترون ولت eV** است.
- همانطور که با مطالعه‌ی طیفهای اتمی‌می‌توان **ترازهای انرژی اتمی** (levels) را مشخص کرد و به مدلهای اتمی‌رسید،مطالعه‌ی **طیفهای پرتو گاما** نیز منجر به مطالعه‌ی **حالتهای انرژی هسته‌ای** و پیشنهاد **مدلهای هسته‌ای** می‌شود.

خواص دینامیکی هسته ها

- هسته‌ها همچنین می‌توانند به‌یکدیگر **تبدیل** (ransformation)شوند. بعضی از تبدیلها **خود به خود (** spontaneously**) باگسیل الکترون‌های مثبت‌یا منفی (پرتوهای بتا)** یا **باگسیل ذرات آلفا** صورت می‌گیرند.
- تبدیلهای دیگر را می‌توان توسط **بمبارانهای هسته‌ای** القاء کرد.
- در تمام موارد **تعداد کل نوکلئونها پایسته** است. به علاوه، **پایستگی توام جرم و انرژی، پایستگی تکانه‌ی خطی، و تکانه‌ی زاویه‌ای** نیز برقرار است.
- تا به حال **نقض** هیچ‌یک از این قوانین پایستگی دیده نشده است.این قوانین نقش مهمی‌دراغلب جنبه‌های فیزیک هسته‌ای بازی می‌کنند.

1-2-5) نامگذاری
Nemenclature

- مانند هر رشته‌ی تخصصی دیگر، دراین رشته نیز بعضی واژه ها مصطلح می باشند. در زیر مهمترین آنها را ذکر می‌کنیم:
- **ویژه هسته** (Nucleide): یک هسته‌ی خاص، با اعداد پروتونی(Z) و نوترونی(N) معین.
- **ایزوتوپها** (Isotopes): ویژه هسته‌های با Z برابر و N مختلف.
- **ایزوتونها** (Isotones): ویژه هسته‌های با N برابر و Z مختلف.
- **ایزوبارها** (Isobars): ویژه هسته‌های با عدد جرمیAی برابر (A=Z+N)
- **ایزومر**(Isomer): ویژه هسته‌ی در حالت برانگیخته با نیمه عمر قابل‌اندازه گیری .
- **نوکلئون**(هستک Nucleon): نوترون‌یا پروتون.

نام گذاری

- **مزونها (Mesones):** ذراتی با جرم بین جرم الکترون (m_e) و جرم پروتون(M_H). شناخته شده ترین مزونها عبارتند از
- **مزونهای پی**(π ($\approx 270 m_e$) : که نقش مهمی‌را در نیروهای هسته‌ای بازی می‌کنند، و **مزونهای موμ** ،( ): که در پدیده‌های پرتو- کیهانی مهم هستند.
- **پوزیترون:** الکترون با بار مثبت به جرم .
- **فوتون:** کوانتوم تابش الکترومغناطیسی، که معمولاًبه صورت نور، پرتو X،یا پرتوگاما ظاهر می‌شود.
- یک **ویژه هسته (nuclide)** معین را با نمادی نظیر

$$Li^{7} \qquad {}_{3}Li^{7} \qquad {}_{3}Li_{4}^{7}$$

- مشخص می‌کنند، **حروف** معرف عنصر هستند. **شاخص بالای سمت راست** معرف عدد جرمی**A**، شاخص **پایین سمت چپ** معرف عدد اتمی**Z** و شاخص **پایین سمت راست** بیانگر عدد نوترونی **N** می‌باشند.

نام گذاری

- طبق قراردادهای جدید **عدد جرمی**اغلب به صورت شاخص پایین سمت چپ نوشته می‌شود، و نماد(symbol) به صورت زیر نگاشته می شود،

$$^{7}Li \quad {}_{3}^{7}Li \quad {}_{3}^{7}Li_{4}$$

- دراین کتاب، هسته‌ی **برانگیخته** را توسط نماد آن و با ستاره‌ای(*) در گوشه‌ی بالای سمت چپ، نشان می‌دهیم، مثل $^{7}Li^{*}$.