مباني فيزيكي پزشكي هسته اي

کاربرد رادیوایزوتوپها را در پزشکي ، پزشکي هسته اي

Nuclear Medicine

گویند.

الكترون

بارالكتريكي الكترون

1.6×10^{-19} Coul

جرم الكترون

9.11×10^{-31} Kg

نوکلئونهاي هسته

پروتون و نوترون

$m_p = 1836\ m_e$

$m_n = 1838\ m_e$

بار پروتون +

بار نوترون 0

Particle	mass in kg	mass in atomic mass units
electron	9.11×10^{-31} kg	5.486×10^{-4} u
proton	1.673×10^{-27} kg	1.0073 u
neutron	1.675×10^{-27} kg	1.0087 u

عدد اتمي = تعداد پروتونهاي هسته

Z

عددجرمي= تعدادنوكلئونهاي هسته

A

$${}^{A}E_{z}$$

دوعنصرايزوتوپ : داراي تعدادپروتون مساوي ولي تعداد نوترونهاي غيرمساوي هستند.

$^{12}C_6$ - $^{13}C_6$

$$Z_1 = Z_2$$

$$A_1 \# A_2$$

دوعنصرايزوبار: داراي تعدادنوكئونهاي مساوي ولي تعداد پروتونهاي نامساويند

$^{40}K_{19}$ - $^{40}Ca_{20}$

$$Z_1 \# Z_2$$

$$A_1 = A_2$$

دوعنصر ايزوتون : تعدادپروتونهاي آنها نامساوي ولي تعدادنوترونهاي آنها مساويند

$^{39}K_{19}$ - $^{40}Ca_{20}$

$Z_1 \# Z_2$ & $A_1 \# A_2$

$A_1 - Z_1 = A_2 - Z_2$

دوعنصر ايزومر: تعداد پروتونها و نوترونهاي آنها مساوي ، ولي سطح انرژي هسته اي آنها نامساوي است

$$Z_1 = Z_2$$

$$A_1 = A_2$$

$$Tc^{99m} \quad \& \quad Tc^{99}$$

واحدجرم اتمي = amu

يك دوازدهم جرم اتم كربن 12

=

$1/12 \times 12/6.02 \times 10^{23}$

$= 1.67 \times 10^{-24}$ g

$1^{amu} = 1.67 \times 10^{-27}$ kg

واحد انرژی در فیزیک هسته ای و اتمی (فیزیک تشعشع)

- **الکترون ولت (ev): انرژی یک الکترون است که در اختلاف پتانسیل یک ولتی قرار گیرد .یا انرژی جنبشی یک الکترون می باشد که توسط میدان الکتریکی یک ولتی شتاب می یابد.**
- W= Q.V **کولن *ولت = ژول**
- $Q = 1/6 * 10^{-19}$ C
- $Ev= 1/6 * 10^{-19}$ C x 1v = $1/6 * 10^{-19}$ C
- **ژول= 10^{7} ارگ**
- $Ev= 1/6 * 10^{-19} \times 10^{7} = 1/6 * 10^{-12}$ erg

اگر يك amu

به انرژي

تبديل شود:

$$E=mc^2$$

$$=1.67x10^{-27}\ X(\ 3x10^{8})^2$$

$$=1.5x10^{-10}Joul\ /_{1.6x10^{-19}}$$

$$=937x10^{6}\ ev$$

$$=937\ Mev$$

اگر سرعت نور را دقيقتر و برابربا 299هزاركيلومتربرثانيه
محاسبه كنيم ، از سوختن هرواحدجرم اتمي حدود
931ميليون الكترون ولت انرژي توليد مي شود

انرژي بستگی هسته اي کدام است ؟

What is The Nuclear Binding Energy?

مقدارانرژي لازم براي جداسازي کامل نوکلئونهاي موجود درهسته

نقص جرمي چيست ؟
mass defect

جرم حقيقي هسته – (جرم پروتونها+جرم نوترونها)=نقص جرمي

$m(H^2)=2.01474\ amu$

$m_p=1.0073\ amu$

$m_n=1.0089\ amu$

calculate mass defect & Nuclear Binding Energy ?

$\Delta m=(1.0073+1.0089)-2.01474$

$=0.00147\ amu$

$E_b=0.00147 \times 931=1.4\ MeV$

$E_b/A=1.4/2=0.7\ MeV/nucleon$

هرچه مقدار انرژي همبستگي به ازاء هر نوكلئون بيشتر باشد ، پايداري هسته بيشتراست

راديواكتيويته چيست ؟

هراتم ناپايدار ، براي رسيدن به پايداري ، از يك يا چند مرحله تضعيفي كه توأم با صدور اشعه است ، مي گذرد .

اين صدور خودبخود اشعه توسط اتمهاي ناپايدار را **راديواكتيويته** گويند .

هرایزوتوپ ناپایدار را، ایزوتوپ رادیوکتیو یا رادیوایزوتوپ گویند.

پرتوهاي صادره از
راديوايزوتوپها را
پرتوهاي راديواكتيو
گويند

هرتبدیل هسته اي را تجزیه یا
استحاله یا فروپاشي گویند

احتمال تجزیه هرهسته را در واحد زمان ثابت واپاشی هسته گویند

λ

تجزیه درثانیه –تجزیه دردقیقه –تجزیه درساعت –تجزیه درروز-تجزیه درماه-تجزیه درسال

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$N/N_0 = e^{-\lambda t}$$

$$N/N_0 = 1/2 = e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\text{Ln } 1 - \text{Ln } 2 = -\lambda t_{1/2} \qquad 0 - 0.693 = -\lambda t_{1/2}$$

$$\lambda = 0.693 / t_{1/2}$$

نيمه عمر فيزيكي

Half Life

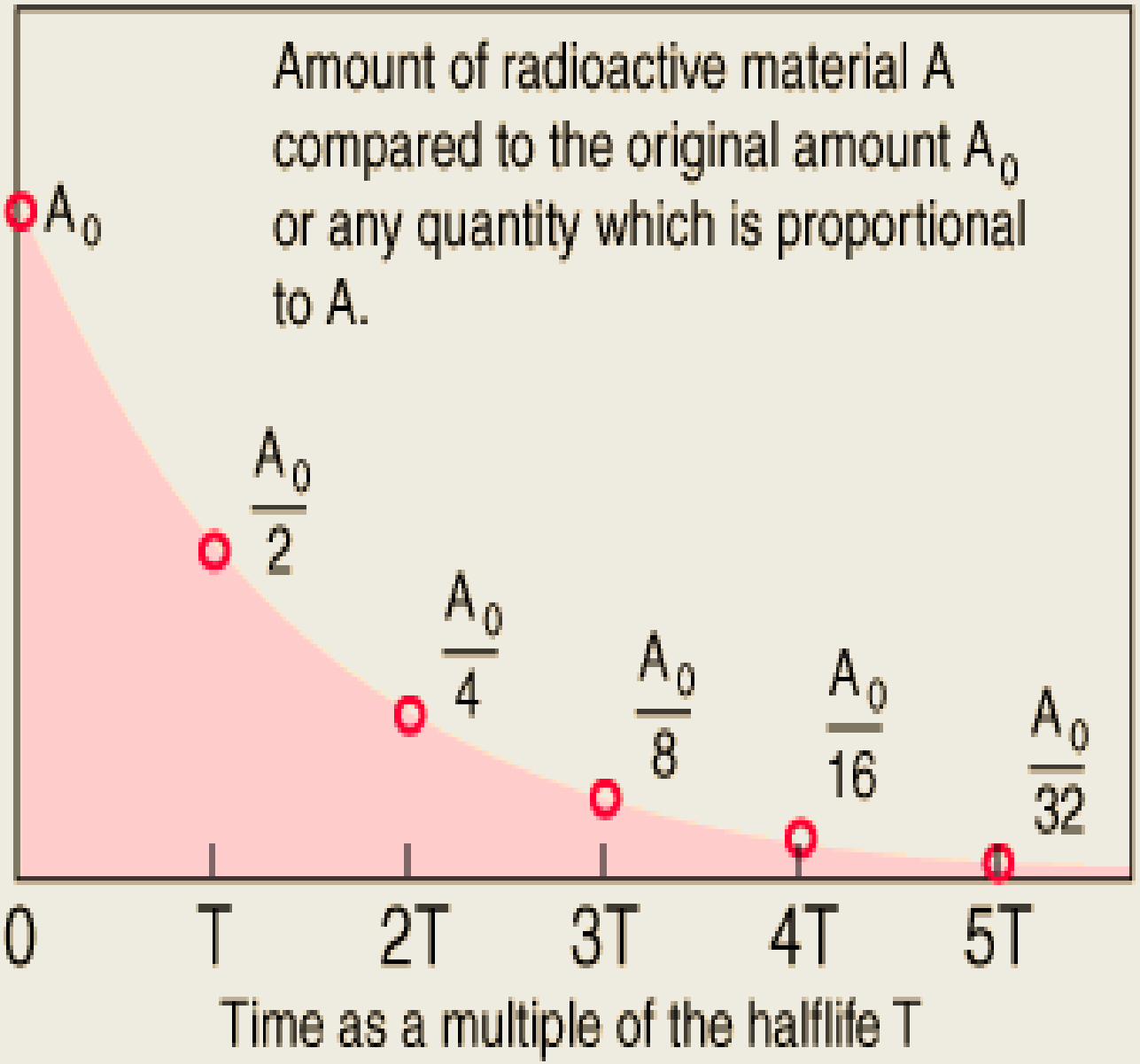
مدت زماني كه طول

مي كشد ، تانيمي از هسته

هاي راديواكتيو تجزيه شوند

$$A = A_0 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}}$$

$$= A_0 e^{\frac{-.693\,t}{T_{1/2}}}$$



Biological Half Life

نیمه عمر بیولوژیکی

T_b

مدت زماني است كه
مقدار ماده واردشده در
بدن ، به نصف تقليل يابد

نيمه عمر مؤثر داروي راديواكتيو

Effective Half Life

$$T_e$$

$$1/T_e = 1/T_p + 1/T_b$$

$$T_e = (T_p \cdot T_b)/(T_p + T_b)$$

مثال

نیمه عمر فیزیکي ید 131 ، برابر 8 روز و نیمه عمر بیولوژیکي آن (براي فرد سالم) 13.5 روز است .نیمه عمر مؤثر آنرا حساب کنید ؟

$$T_e = 8 \times 13.5/(8+13.5)$$

$$= 5 \text{ days}$$

نیمه عمر رادیوداروها نباید آنقدر کوتاه باشد ،که فرصت انجام آزمایش را ندهند ، ونه آنقدر بلند باشد که براي بيمار ، مشکل حفاظتي بوجود آورد.

لذا :

بهتراست که ماده اي از رآکتور تهیه کرد که پس از تجزیه ، به ماده رادیواکتیو موردنظر تبدیل شود.

عمرمتوسط راديوايزوتوپ

T_a

متوسط عمر هسته هاي يك منبع راديواكتيو

$$T_a = 1.44 \times T_{1/2}$$

اکتیویته Activity

- فعالیت یك منبع رادیواکتیو عبارت است از میزان تجزیه آن در ثانیه

$A=Activity=\lambda N$

واحداكتيويته

بكرل

Bq=1dis./Sec.=1dps

Ci=3.7 x 10^10 dps

$$N = N_o e^{-\lambda t}$$

$$A = A_o e^{-\lambda t}$$