પ્રશ્ન:૧ સરેરાશ જીવનકાળની વ્યાખ્યા લખો.

$$\text{સરેરાશ જીવનકાળ } T = \frac{\text{બધા ન્યુકલીયસોનો કુલ જીવનકાળ}}{\text{ન્યુકલીયસોની પ્રારંભીક કુલ સંખ્યા}}$$

પ્રશ્ન:૨ $A \rightarrow B \rightarrow C$ **સ્થાયી તત્વ રૂપાંતરણમાં** $N_B = \frac{N_0 \lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A}\left(e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t}\right)$ **સૂત્ર મેળવો.**

→ રેડિયો એક્ટીવ વિભંજનની ક્રિયામાં એક રેડિયો એક્ટીવ અસ્થાયી તત્વ A બીજા રેડિયો એક્ટીવ અસ્થાયી તત્વ B માં રૂપાંતરણ પામે છે. બીજું અસ્થાયી તત્વ ક્ષય પામી ત્રીજા તત્વ C માં રૂપાંતરણ પામે છે. તત્વ C સ્થાયી તત્વ હોવાથી અહીં આ શ્રેણી અટકી જાય છે. અહીં કોઈ પણ સમયે દરેક તત્વનો જથ્થો મેળવવા માટે કેટલાક વિકલ સમીકરણો ને ઉકેલવામાં આવે છે.

રેડિયોએક્ટિવ ન્યુક્લિયસની અવસ્થા	A $\longrightarrow$	B $\longrightarrow$	C
	અસ્થાયી	અસ્થાયી	સ્થાયી
$t=0$ સમયે	N_0	0	0
$t=t$ સમયે	N_A	N_B	N_C
ક્ષયનિયતાંક	λ_A	λ_B	$\lambda_C = 0$

A તત્વ ક્ષય પામતું હોવાથી,

$$\boxed{\frac{dN_A}{dt} = -\lambda_A N_A} \longrightarrow (1)$$

A તત્વ જેટલા દરથી ક્ષય પામે છે તેટલા જ દરથી B તત્વ વૃદ્ધિ પામે છે. સાથે સાથે C તત્વનો ક્ષય પણ પામે છે.

$$\therefore \boxed{\frac{dN_B}{dt} = \lambda_A N_A - \lambda_B N_B} \longrightarrow (2)$$

B તત્વ જેટલાં દરથી ક્ષય પામે છે તેટલા દરથી C તત્વ વૃદ્ધિ પામે છે, C તત્વનો ક્ષય થતો નથી.

$$\therefore \boxed{\frac{dN_C}{dt} = \lambda_B N_B} \longrightarrow (3)$$

સમી. (1) પરથી,

$$\frac{dN_A}{dt} = -\lambda_A N_A$$

$$\therefore \frac{dN_A}{N_A} = -\lambda_A dt$$

સંકલન કરતા,

$$\boxed{\ln N_A = -\lambda_A t + C} \longrightarrow (4)$$

જ્યાં C = સંકલનનો અચળાંક

શરૂઆતમાં $t = 0$ સમયે કે $N_A = N_0$ થશે.

આ કિંમત સમી. (4) માં મૂકતાં,

$$\ln N_0 = -\lambda_A (0) + C$$

$$\therefore \ln N_0 = C$$

આ કિંમત સમી. (4) માં મૂકતાં,

$$\ln N_A = -\lambda_A t + \ln N_0$$

$$\therefore \ln N_A - \ln N_0 = -\lambda_A t$$

$$\therefore \ln \frac{N_A}{N_0} = -\lambda_A t$$

બંને બાજુ exp લેતા,

$$\therefore \frac{N_A}{N_0} = e^{-\lambda_A t}$$

$$\therefore \boxed{N_A = N_0 \cdot e^{-\lambda_A t}} \longrightarrow (5)$$

સમી. (2) માં $N_A = N_0 \cdot e^{-\lambda_A t}$ મૂકતાં,

$$\frac{dN_B}{dt} = \lambda_A N_0 \cdot e^{-\lambda_A t} - \lambda_B N_B$$

ઉપરનાં સમીકરણને $e^{\lambda_B t}$ વડે ગુણતાં,

$$e^{\lambda_B t} \frac{dN_B}{dt} = \lambda_A N_0 \cdot e^{-\lambda_A t} \cdot e^{\lambda_B t} - \lambda_B N_B \cdot e^{\lambda_B t}$$

$$e^{\lambda_B t}\frac{dN_B}{dt} + \lambda_B N_B \cdot e^{\lambda_B t} = \lambda_A N_0 \cdot e^{(\lambda_B-\lambda_A)t}$$

$$\therefore \frac{d}{dt}\left(N_B\, e^{\lambda_B t}\right) = \lambda_A N_0\, e^{(\lambda_B-\lambda_A)t}$$

સંકલન કરતાં,

$$N_B \cdot e^{\lambda_B t} = \frac{\lambda_A N_0}{\lambda_B-\lambda_A} \cdot e^{(\lambda_B-\lambda_A)t} + C$$

ઉપરોક્ત સમીકરણને $e^{-\lambda_B t}$ વડે ગુણતાં,

$$\boxed{N_B = \frac{\lambda_A}{\lambda_B-\lambda_A} N_0 \left[e^{-\lambda_A t} + C\, e^{-\lambda_B t}\right]} \rightarrow (6)$$

શરૂઆતમાં, $t=0$ સમયે $N_B = 0$ થશ.

$$\therefore 0 = \frac{\lambda_A}{\lambda_B-\lambda_A} N_0 + C$$

$$\therefore C = -\frac{\lambda_A}{\lambda_B-\lambda_A} N_0$$

C ની આ કિંમત સમી. (6) માં મૂકતાં,

$$N_B = \frac{\lambda_A}{\lambda_B-\lambda_A} N_0 \cdot e^{-\lambda_A t} - \frac{\lambda_A}{\lambda_B-\lambda_A} N_0 \cdot e^{-\lambda_B t}$$

$$\therefore \boxed{N_B = \frac{\lambda_A}{\lambda_B-\lambda_A} N_0 \left[e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t}\right]} \rightarrow (7)$$

Q [illegible] $A \rightarrow B \rightarrow C$ [illegible]

[illegible]

⇒ જ્યારે B તત્વના અવિભંજિત ન્યુક્લિયસની સંખ્યા મહત્તમ હશે ત્યારે B તત્વની એક્ટિવિટી મહત્તમ થશે. જ્યાં N

$$N_B = \frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} \cdot N_0 \left[e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t} \right]$$

પરંતુ મહત્તમ એક્ટીવીટી માટે N_B ની કિંમત મહત્તમ થશે. પરિણામે,

$\frac{dN_B}{dt} = 0$ થશે. અને તે સમયે

$t = t_{max}$ થશે.

$$\cancel{\therefore \frac{dN_B}{dt} = 0 = \frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} N_0 \left[\frac{e^{-\lambda_A t}}{\lambda_A} \right]}$$

$$\therefore \frac{dN_B}{dt} = 0 = \frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} N_0 \left[-\lambda_A \cdot e^{-\lambda_A t_{max}} + \lambda_B e^{-\lambda_B t_{max}} \right]$$

$$\therefore -\lambda_A e^{-\lambda_A t_{max}} + \lambda_B e^{-\lambda_B t_{max}} = 0$$

$$\therefore \lambda_A e^{-\lambda_A t_{max}} = \lambda_B e^{-\lambda_B t_{max}}$$

$$\therefore \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{e^{-\lambda_A t_{max}}}{e^{-\lambda_B t_{max}}} = e^{(\lambda_B - \lambda_A) t_{max}}$$

$$\therefore \ln \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = (\lambda_B - \lambda_A) t_{max}$$

$$\therefore \boxed{t_{max} = \frac{\ln \frac{\lambda_B}{\lambda_A}}{\lambda_B - \lambda_A}}$$

* રેડીયો એક્ટીવ સંતુલન :-

(i) આદર્શ સંતુલન :-

જ્યારે જનક તત્વની એક્ટીવીટી જનિત તત્વની એક્ટીવીટી જેટલી થાય ત્યારે આ પ્રકારનું સંતુલન

સ્થાય છે અહીં જનક તત્વની એક્ટીવીટી $\lambda_A N_A$ થશે અને જનિતતત્વની એક્ટીવીટી $\lambda_B N_B$ થશે

$$\therefore \boxed{\lambda_A N_A = \lambda_B N_B}$$

અહીં $N_A = N_0 e^{-\lambda_A t}$ છે.

$$\therefore \lambda_A N_A = \lambda_A N_0 e^{-\lambda_A t}$$

ઉપરનાં સૂત્રમાં સમય $t = t_{max} = \dfrac{\ln \lambda_B/\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A}$ મૂકતાં

$$\lambda_A N_A = \lambda_A N_0 e^{-\lambda_A \cdot \frac{\ln \lambda_B/\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A}}$$

$$= \lambda_A N_0 e^{\frac{-\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} \cdot \ln \lambda_B/\lambda_A}$$

$e^{a \cdot b} = (e^a)^b$

$$= \lambda_A N_0 \left[e^{-\ln \frac{\lambda_B}{\lambda_A}}\right]^{\frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A}}$$

$-\ln \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = [\ln \lambda_B - \ln \lambda_A]$

$= -\ln \lambda_B + \ln \lambda_A$

$= \lambda_A/\lambda_B$

$$= \lambda_A N_0 \left[e^{\ln \frac{\lambda_A}{\lambda_B}}\right]^{\frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A}}$$

$$= \lambda_A N_0 \left[\frac{\lambda_A}{\lambda_B}\right]^{\frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A}}$$

પરંતુ $\lambda_A = \dfrac{0.693}{T_{A\,1/2}} = \dfrac{0.693}{T_A}$ મૂકતાં,

$$\lambda_A N_A = \lambda_A N_0 \left[\frac{\frac{\cancel{0.693}}{T_A}}{\frac{\cancel{0.693}}{T_B}}\right]^{\frac{\frac{\cancel{0.693}}{T_A}}{\frac{\cancel{0.693}}{T_B} - \frac{\cancel{0.693}}{T_A}}}$$

$$\therefore \lambda_A = \lambda_A N_0 \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^{\left(\frac{T_B}{T_A - T_B}\right)}$$

(૨) ટ્રાન્સિઅન્ટ સંતુલનઃ–

જયારે જનક તત્વ, જનિત તત્વ કરતાં દીર્ઘજીવી ($T_A > T_B$) હોય, પરંતુ T_A નું મુલ્ય T_B કરતાં અતિશય વધારે ન હોય ત્યારે તેમને ટ્રાન્સિઅન્ટ સંતુલન (ક્ષણિક સંતુલન) તરીકે ઓળખાતું સંતુલન રચાય છે.

$$\lambda_A N_A = \lambda_A N_0 e^{-\lambda_A t}$$

$$\lambda_B N_B = \frac{\lambda_B \lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} N_0 \left[e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t} \right].$$

$$\therefore \frac{\lambda_B N_B}{\lambda_A N_A} = \frac{\dfrac{\lambda_B \cancel{\lambda_A}}{\lambda_B - \lambda_A} \cancel{N_0} \left[e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t} \right]}{\cancel{\lambda_A} \cancel{N_0}\, e^{-\lambda_A t}}$$

$$\frac{\lambda_B N_B}{\lambda_A N_A} = \frac{\lambda_B}{\lambda_B - \lambda_A} \left[1 - e^{(\lambda_A - \lambda_B)t} \right]$$

ઘણા લાંબા સમય બાદ એટલે કે t ના ઘણા મોટાં મૂલ્ય માટે $e^{(\lambda_A - \lambda_B)t}$ ખૂબ જ નાનું થશે. પરિણામે તેને અવગણી શકાશે.

[અહીં $T_A > T_B$ હોવાથી $\lambda_B > \lambda_A$ થશે].

$$\lambda_A = \frac{0.693}{T_A}$$

$$\lambda_B = \frac{0.693}{T_B}$$

$$\frac{\dfrac{\cancel{0.693}}{T_B} \cdot N_B}{\dfrac{\cancel{0.693}}{T_A} \cdot N_A} = \frac{\dfrac{\cancel{0.693}}{T_B}}{\dfrac{\cancel{0.693}}{T_B} - \dfrac{\cancel{0.693}}{T_A}}$$

$$\frac{T_A N_B}{T_B N_A} = \frac{T_A}{T_A - T_B} = \text{અચળ}$$

આમ, ઘણા લાંબા સમયને અંતે A અને B તત્વની એક્ટીવીટી અચળ જળવાઈ રહે છે.

જ્યારે $T_B > T_A$ હોય એટલે કે જનિતતત્વ જનક તત્વ કરતાં દીર્ઘજીવી હોય ત્યારે $\frac{\lambda_B N_B}{\lambda_A N_A}$ નો ગુણોત્તર સમય સાથે વધતો જાય છે. અમુક સમય પછી જનિત તત્વની એક્ટીવીટી જનક તત્વની એક્ટીવીટીથી સ્વતંત્ર થઈ જાય છે, માટે, કોઈ પણ પ્રકારનું સંતુલન સ્થપાતું નથી.

સેક્યુલર સંતુલન : (કાયમી સંતુલન) :-

જો જનકતત્વ જનિત તત્વ કરતાં અતિશય વધારે દીર્ઘજીવી હોય એટલે કે $T_A >>> T_B$ હોય તો આ પ્રકારનું સંતુલન સ્થપાય છે.
અહીં $\lambda_A <<< \lambda_B$

જનિત તત્વ અને જનક તત્વની એક્ટીવીટીનો ગુણોત્તર

$$\frac{\lambda_B N_B}{\lambda_A N_A} = \frac{\frac{\lambda_B \cancel{\lambda_A}}{\lambda_B - \lambda_A} \cancel{N_0} \left[e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t} \right]}{\cancel{\lambda_A} \cancel{N_0} e^{-\lambda_A t}}$$

(N_A અને N_B ની કિંમતો મૂકતાં)

$$\therefore \frac{\lambda_B N_B}{\lambda_A N_A} = \frac{\lambda_B}{\lambda_B - \lambda_A} \left[1 - e^{-(\lambda_B - \lambda_A) t} \right]$$

અહીં, $\lambda_A <<< \lambda_B$ હોવાથી ઉપરના સમીકરણમાં છેદમાં રહેલાં λ_A ને λ_B ની સરખામણીએ અવગણતાં,

$$\frac{\lambda_B N_B}{\lambda_A N_A} = \left[1 - e^{-(\lambda_B - \lambda_A)t}\right]$$

પરંતુ ઘણા લાંબા સમયને અંતે $e^{-(\lambda_B - \lambda_A)t} = 0$ થશે.

$$\therefore \frac{\lambda_B N_B}{\lambda_A N_A} = 1 \text{ થશે.}$$

એટલે કે $\boxed{\lambda_B N_B = \lambda_A N_A}$.

આમ, ઘણા લાંબા સમય બાદ $T_A >>> T_B$ અથવા $\lambda_A <<< \lambda_B$ હોય તો જનકતત્વ અને જનિતતત્વની એક્ટીવીટી સમાન બને છે. આ પ્રકારનું સંતુલન સેક્યુલર સંતુલન તરીકે ઓળખાય છે.

જ્યારે જનક તત્વ અને જનિતતત્વના ક્ષય દર સમાન બને ત્યારે તેઓ એકબીજા સાથે સેક્યુલર સંતુલન રચે છે તેમ કહી શકાય.

$\lambda_A N_A = \lambda_B N_B$ માં $\lambda_A = \frac{0.693}{T_A}$ અને $\lambda_B = \frac{0.693}{T_B}$ મૂકતાં,

$$\frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{N_A}{N_B} = \frac{T_A}{T_B} \text{ થશે.}$$

એટલે કે, જનક અને જનિતના અવિભાજિત ન્યુક્લિયસની સંખ્યાનો ગુણોત્તર અચળ બની રહે છે.

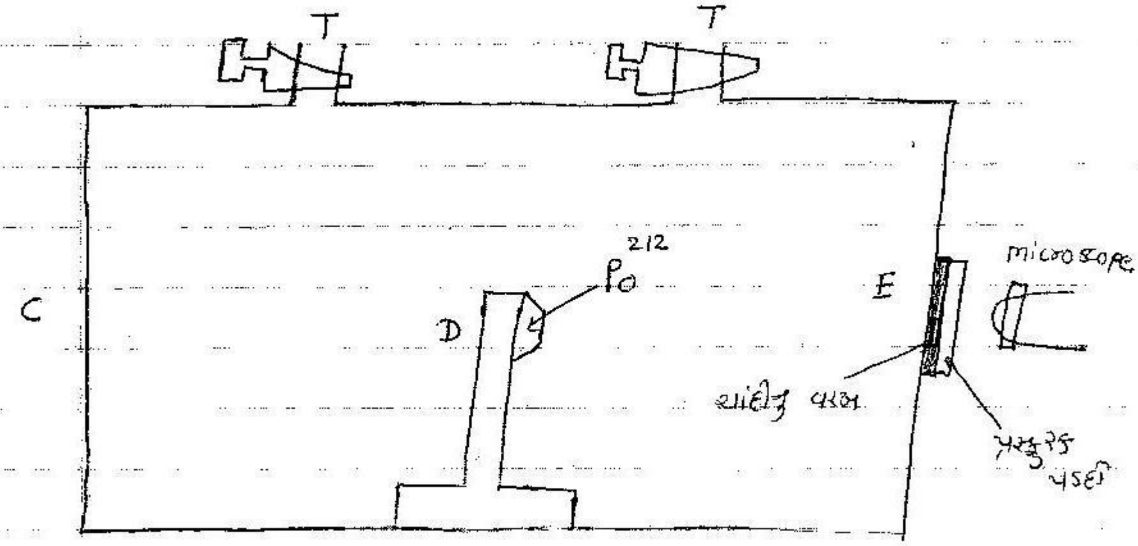
પ્રશ્ન:- કૃત્રિમ રેડિયો એક્ટીવીટી :-

⇒ કૃત્રિમ રીતે ન્યુક્લિયસની રૂપાંતરણ પ્રક્રિયામાં કેટલાંક તત્વો રેડિયો એક્ટીવ હોય છે. આવા તત્વોની

આ રેડિયો એક્ટીવીટીને કૃત્રિમ રેડિયો એક્ટીવીટી તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

કૃત્રિમ રેડિયો એક્ટીવ તત્વો બે રીતે મેળવી શકાય છે.

1] રૂધરફોર્ડની રીત :-



રૂધરફોર્ડના પ્રાયોગિક સાધનની આકૃતિ ઉપર દર્શાવેલી છે. ચેમ્બર C ની એકબાજુની દીવાલ E ને વચ્ચેથી કાપી કાપેલા ભાગ પર ચાંદીનું વરખ લગાવી તેની પાછળ પ્રસ્ફુરક પડદો લગાવવામાં આવે છે. અને તેની પાછળ માઇક્રોસ્કોપ રાખવામાં આવે છે જેની મદદથી સીન્ટીલેશન (ઝબકારા) જોઈ શકાય છે. સ્ટેન્ડ D પર રેડિયો એક્ટીવ પદાર્થ Po^{212} મુકવામાં આવે છે. નળી T દ્વારા ચેમ્બરમાં જુદા જુદા વાયુ ભરી કે બહાર કાઢી શકાય છે.

શરૂઆતમાં ચાંદીના વરખની જાડાઈ એવી રાખવામાં આવે છે કે ઉદ્‌ગમમાંથી આવતાં બધા જ α-કણો તે શોષી લે. ચાંદીના વરખની ગેરહાજરીમાં પડદાથી 7 cm કે તેથી વધારે

દૂર મૂકેલા ઉદ્દગમમાંથી CO_2 કે O_2 ભરેલા ચેમ્બરમાં એકે પણ સીન્ટીલેશન (ઝબકારો) જોવા મળતો નથી. આશરે 7 cm અંતર વચ્ચે રહેલા CO_2 કે O_2 દ્વારા α-કણો શોષાય જાય છે. પરંતુ ચેમ્બરમાં N_2 વાયુ ભરવામાં આવ્યો હોય ત્યારે ઉદ્દગમ પડદા થી 40 cm દૂર હોય તો પણ ઝબકારાં જોવા મળે છે. Po^{212} માંથી ઉત્સર્જિત થતાં α-કણ 40 cm અંતર કાપી શકતાં નથી તેવું અન્ય પ્રયોગો પરથી જાણી શકાયું છે. આ પરથી, રુથરફોર્ડે પ્રતિપાદિત કર્યું કે N_2 ના ન્યુક્લિયસ પર α કણનાં મારાથી નવા કણો ઉત્સર્જાય તે પડદા પર પ્રસ્ફુરણ ઉપજાવે છે. ચુંબકીય સ્પેક્ટ્રોગ્રાફથી આ પ્રકારનું વિશ્લેષણ કરતાં તે પ્રોટોન હોવાનું જણાયું આ પ્રક્રિયાને નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય છે.

$${}_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} \longrightarrow {}_{8}O^{17} + {}_{1}H^{1}.$$

2] ક્યુરી અને જોલીયટ હલકાં કણો પર α-કણનો મારો ચલાવવાની ક્રિયાનો અભ્યાસ કરતાં હતાં ત્યારે લક્ષ્ય ન્યુક્લિયસ પર α-કણનો મારો ચલાવવાનું બંધ કરવા છતાં લક્ષ્ય ન્યુક્લિયસમાંથી વિકિરણનું ઉત્સર્જન થાય છે ચુંબકીય સ્પેક્ટ્રોગ્રાફ વડે પરીક્ષણ કરતાં ઉત્સર્જિત કણ પોઝીટ્રોન જણાયા. આ પ્રક્રિયા બે ~~તબક્કા~~ તબક્કામાં થાય છે.

$$1)\ {}_{5}B^{10} + {}_{2}He^{4} \longrightarrow {}_{7}N^{14} \longrightarrow {}_{7}N^{13} + {}_{0}n^{1}$$

$${}_{7}N^{13} \longrightarrow {}_{6}C^{13} + {}_{1}\beta^{0} + \nu \text{ (ન્યુટ્રીનો)}$$

૨) $${}_{13}Al^{27} + {}_{2}He^{4} \longrightarrow {}_{15}P^{31} \longrightarrow {}_{15}P^{30} + {}_{0}n^{1}$$

$${}_{15}P^{30} \longrightarrow {}_{14}Si^{30} + {}_{1}\beta^{0} + \nu \text{ (ન્યુટ્રીનો)}$$

આમ, હલકાં તત્વો રેડિયો એક્ટીવ બનાવી શકાય છે. ત્યારબાદ પ્રવેગકયંત્રો અને ન્યુક્લિઅર રીએક્ટરમાંથી બહાર નીકળતાં કણોનો મારો હલકાં તત્વો પર ચલાવી રેડિયો એક્ટીવ તત્વો બનાવવામાં આવ્યા અને આ રીતે રેડિયો એક્ટીવ આઇસોટોપ્સની શોધ થઈ

*કૃત્રિમ રેડિયોએક્ટીવિટીના બીજા ઉદાહરણો :~

$$\cancel{{}_{5}B^{10}} + \cancel{{}_{2}He^{4}} \longrightarrow \cancel{{}_{7}N^{14}} \longrightarrow \cancel{{}_{7}N^{13}} + {}_{0}n^{1}$$

(1) $${}_{5}B^{11} + {}_{2}He^{4} \longrightarrow {}_{7}N^{15} \longrightarrow {}_{6}C^{14} + {}_{1}H^{1}$$

$${}_{6}C^{14} \longrightarrow {}_{7}N^{14} + {}_{-1}\beta^{0} + \bar{\nu} \text{ (એન્ટીન્યુટ્રીનો)}$$

(૨) $${}_{13}Al^{27} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{13}Al^{28} \longrightarrow {}_{11}Na^{24} + {}_{2}He^{4}$$

$${}_{11}Na^{24} \longrightarrow {}_{12}Mg^{24} + {}_{-1}\beta^{0} + \bar{\nu}$$

કયુરી અને જોલીયટે $_5B^{10}$ પરની પ્રક્રિયામાં બોરોન નાઇટ્રાઇડનો ઉપયોગ કર્યો અને તેને કોસ્ટીક સોડા સાથે ગરમ કરવામાં આવ્યો.

$$BN + 3\,NaOH \rightarrow Na_2BO_3 + NH_3 \uparrow$$

આ પ્રક્રિયામાં મળતો NH_3 વાયુ રેડિયોએક્ટીવ છે. જેથી કહી શકાય કે NH_3 માં રહેલો $_7N^{13}$ આ પ્રક્રિયામાં બનતો હશે. જે રેડિયો એક્ટીવ છે.

* પૃથ્વીની ઉંમર નક્કી કરવાની રીત :-

* લેડ રીત :- (યુરેનિયમ [illegible])

⇒ યુરેનિયમ શ્રેણીમાં યુરેનિયમ U^{238} શરૂઆતનું જનકતત્વ છે. આ શ્રેણીમાં α- કણનું - ઉત્સર્જન થઈ Pb અંતિમ નીપજ તરીકે મળે છે. યુરેનિયમનો અર્ધજીવનકાળ 4.5×10^9 વર્ષ હોવાથી યુરેનિયમથી બનતાં Pb સિવાયના બધા જ તત્વ સેક્યુલર સંતુલનમાં હશે માટે, આપણને તે નમૂનામાં એકલુ યુરેનિયમ અને Pb જ જોવા મળશે. અહીં Pb સ્થાયી તત્વ હોવાથી તેનો ક્ષય નિયતાંક શૂન્ય થશે અને Pb સતત વધતુ જશે જ્યારે યુરેનિયમ સતત ઘટતું જશે માટે, U → Pb શ્રેણી માટે રેડિયો એક્ટીવ રૂપાંતરણ સમી. લઈ શકાશે. જે માટે જનકતત્વ યુરેનિયમ થશે અને જનિત તત્વ Pb થશે.

$$N_B = \frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} N_0 \left[e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t} \right]$$

અહીં $\lambda_A = \lambda_U$, $\lambda_B = \lambda_{Pb} = 0$,
$N_0 = N_V$ અને $N_B = N_{Pb}$

$$\therefore N_{Pb} = \frac{\lambda_U}{-\lambda_U} N_V \left[e^{-\lambda_U t} - 1 \right]$$

$$\therefore \boxed{N_{Pb} = N_V \left[1 - e^{-\lambda_U t} \right]} \rightarrow (A)$$

U^{238} ના ખનીજમાં Pb હોય છે જે રેડિયોએક્ટીવીથી બનેલું હોવાથી $N_V = N_U + N_{Pb}$ હોય છે. જ્યાં N_U અને N_{Pb} હાલ નમૂનામાં યુરેનિયમ અને Pb ના હાજર ન્યુક્લિયસની સંખ્યા દર્શાવે છે.

હવે (A) માં ~~NPb~~ N_V ની કિંમત મૂકતા.

$$N_{Pb} = [N_U + N_{Pb}] \left[1 - e^{-\lambda_U t} \right]$$

$$e^{-\lambda_U t} = 1 - \frac{N_{Pb}}{N_U + N_{Pb}} = \frac{N_U}{N_U + N_{Pb}}$$

$$e^{\lambda_U t} = \frac{N_U + N_{Pb}}{N_U}$$

$$\lambda_U t = \ln \frac{N_U + N_{Pb}}{N_U}$$

$$\boxed{t = \frac{1}{\lambda_U} \ln \frac{N_U + N_{Pb}}{N_U}}$$

કોઈ યુરેનિયમના નમૂનાનું સ્પેક્ટ્રોરાસાયણિક વિશ્લેષણ કરી તેમાં યુરેનિયમ અને Pb નું પ્રમાણ મેળવી ઉપરના સમી. નો ઉપયોગ કરી પૃથ્વીની ઉંમર t શોધી શકાય છે. આ રીતમાં લીધેલા નમૂનામાંથી યુરેનિયમ કે $_2He^4$ નીકળી ગયેલા ન હોવા જોઈએ તેની ખાતરી કરી લેવી જોઈએ. પૃથ્વીના પોપડા પરના ખડકોનું આયુષ્ય 3.0×10^9 વર્ષ મળ્યું. જ્યારે અવકાશી પદાર્થોનું આયુષ્ય 4.5×10^9 વર્ષ મળ્યું. આમ, પૃથ્વી 4.5×10^9 વર્ષ પહેલાં ઉત્પન્ન થઈ હશે તેમ માનવામાં આવે છે.

(2) રેડિયોએક્ટિવિટીમાં ઉત્પન્ન થયેલો Pb પરથી $\frac{Pb^{206}}{Pb^{207}}$ નો ગુણોત્તર શોધી પૃથ્વીની ઉંમર નક્કી કરી શકાય છે.

$$\frac{Pb^{206}}{Pb^{207}} = \frac{U^{238}(1 - e^{-\lambda_U t})}{U^{235}(1 - e^{-\lambda_U' t})}$$

જ્યાં $\lambda_U = U^{238}$ અને $\lambda_U' = U^{235}$ નો ક્ષયનિયતાંક

આ પદ્ધતિમાં U ની ખનીજ પીચ બ્લેન્ડ ને પૃથ્વીના પેટાળમાંથી લાવવામાં આવે છે.

(3) કાર્બન ડેટીંગની રીત :

વાતાવરણમાં રહેલા નાઈટ્રોજન ઉપર કોસ્મીક કિરણોના ન્યુટ્રોનનો મારો ચલાવવાથી વાતાવરણમાં $_6C^{14}$ બને છે. જે રેડિયોએક્ટિવ છે. જે β કણના ઉત્સર્જન દ્વારા ક્ષય પામે છે.

રેડિયોકાર્બન ${}_6C^{14}$ અને સામાન્ય ${}_6C^{12}$ ના જથ્થાના ગુણોત્તરનુ મૂલ્ય સમય વધતાં ઘટે છે. આ આ ગુણોત્તરનું મૂલ્ય [illegible] [illegible] તે સજીવના મૃત્યુ પછી [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] હકીકતમાં સજીવના મૃત અવશેષને બાળી તેમાંથી CO_2 મેળવી તે CO_2 ની સંવેદી β કાઉન્ટર વડે એક્ટીવીટી R માપવામાં આવે છે. તેટલા જ દળના જીવંત સજીવની એક્ટીવીટી R_0 હોય તો

$$R = R_0 \, e^{-\lambda t}$$

$$e^{-\lambda t} = \frac{R}{R_0}$$

$$\therefore e^{\lambda t} = \frac{R_0}{R}$$

$$\lambda t = \ln \frac{R_0}{R}$$

$$\therefore \boxed{t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{R_0}{R}}$$

ઉપરના સૂત્ર પરથી સમય t શોધી શકાય છે