

KUNTHAVAI NAACCHIYAR GOVERNMENT ARTS COLLEGE FOR WOMEN (A)  
THANJAVUR - 613007



# WAVE MECHANICS AND NUCLEAR PHYSICS

18K5P09

1.A.SHALINI KRUBHA (UNIT III & IV)

DEPARTMENT OF PHYSICS

2.A.JANSI SANTHOSAM (UNIT IV)

DEPARTMENT OF PHYSICS

## NUCLEAR SIZE

Rutherford's work on the scattering of  $\alpha$ -particles showed that the mean radius of an atomic nucleus is of the order of  $10^{-14}$  to  $10^{-15}$  m while that of the atom is about  $10^{-10}$  m. Thus the nucleus is about 10000 times smaller in radius than the atom. The empirical formula for the nuclear radius is  $R = r_0 A^{1/3}$  where  $A$  is the mass number and  $r_0 = 1.3 \times 10^{-15}$  m = 1.3 fm. Nuclei are so small that the fermi (fm) is an appropriate unit of length.  $1 \text{ fm} = 10^{-15}$  m.

## NUCLEAR MASS

The nucleus consists of proton and neutron. Then the mass of nucleus should be assumed nuclear mass =  $Zm_p + Nm_n$  where  $m_p$  and  $m_n$  are the respective proton and neutron masses and  $N$  is the neutron number. Nuclear masses are experimentally measured accurately by mass spectrometers. Measurement by mass spectrometer, however, show that real nuclear mass  $< Zm_p + Nm_n$

## MASS DEFECT

The difference in masses  $Zm_p + Nm_n - \text{real nuclear mass} = \Delta m$  is called the mass defect.

## NUCLEAR CHARGE

The charge of the nucleus is due to the protons contained in it. Each proton has a positive charge of  $1.6 \times 10^{-19}$  C. The nuclear charge is  $Ze$  where  $Z$  is the atomic number of the nucleus. The value of  $Z$  is known from the x-ray scattering experiments, from the nuclear scattering of  $\alpha$ -particles and from the x-ray spectrum.

## BINDING ENERGY

The theoretical explanation for the mass defect is based on Einstein's equation  $E=mc^2$ . When the  $Z$  protons and  $N$  neutrons combine to make a nucleus, some of the mass ( $\Delta m$ ) disappears because it is converted into an amount of energy  $\Delta E = (\Delta m)c^2$ . This energy is called Binding Energy (B.E) of the nucleus. To disrupt a stable nucleus into its constituent protons and neutrons, the minimum energy required is the binding energy. The magnitude of the B.E of a nucleus determines its stability against disintegration. If the B.E is large, the nucleus is stable. A nucleus having the least possible energy, equal to the B.E is said to be in the ground state. If the nucleus has an energy  $E > E_{\min}$ , it is said to be in the excited state. The case  $E=0$  corresponds to the dissociation of nucleus into its constituent nucleons.

If  $M$  is the experimentally determined mass of a nuclide having  $Z$  protons and  $N$  neutrons.

$$B.E = \{ (Zm_p + Nm_n) - M \} c^2$$

If  $B.E > 0$ , the nucleus is stable and energy must be supplied from outside to disrupt it into its constituents. If  $B.E < 0$ , the nucleus is unstable and it will disintegrate by itself.

### PACKING FRACTION

The ratio between the mass defect ( $\Delta m$ ) and the mass number ( $A$ ) is called the packing fraction.

$$f = \frac{\Delta m}{A}$$

Packing fraction means the mass defect per nucleon. Since atomic masses are measured relative to  $C-12$ , the packing fraction for this isotope is zero. Packing fraction is a measure of the comparative stability of the atom. Packing fraction is defined as

$$\text{Packing fraction} = \frac{\text{Isotopic mass} - \text{Mass number}}{\text{Mass Number}} \times 10^4$$

Packing fraction may have a negative or positive sign.

If packing fraction is negative, the isotopic mass is less than the mass number. In such cases some mass gets transformed into energy in the formation of that nucleus, in accordance with Einstein's equation  $E = mc^2$ . Such nuclei therefore are more stable. A positive packing fraction would imply a tendency towards instability. But this is not quite correct, especially for elements of low atomic masses.

## LIQUID DROP MODEL

In the liquid drop model, the forces acting in the nucleus are assumed to be analogous to the molecular forces in a droplet of some liquid. This model was proposed by Niels Bohr who observed that there are certain marked similarities between an atomic nucleus and a liquid drop.

\* The nucleus is supposed to be spherical in shape in the stable state, just as a liquid drop is spherical due to the symmetrical surface tension forces.

\* The force of surface tension acts on the surface of the liquid drop. Similarly, there is a potential barrier at the surface of nucleus.

\* The density of liquid drop is independent of its volume. Similarly, the density of nucleus is independent of its volume.

\* The intermolecular forces in a liquid are short range forces. The molecules in a liquid drop interact only with their immediate neighbours. Similarly the nuclear forces are short range forces. Nucleons in the nucleus also interact only with their immediate neighbours. This leads to the saturation in the nuclear forces and a constant binding energy per nucleon.

\* The molecules evaporate from a liquid drop on raising the temperature of the liquid due to their increased energy of thermal agitation. Similarly, when energy is given to a nucleus by bombarding it with nucleus.

## SHELL MODEL

The nucleus is stable if it has a certain definite number of either proton or neutron. These numbers are known as magic numbers. The magic numbers are 2, 8, 20, 50, 82 and 126.

\* The inert gas with closed electron shells exhibit a high degree of chemical stability. Similarly, nucleides whose nuclei contain a magic number of nucleons of the same kind exhibit more than average stability.

\* Isotopes of element having an isotopic abundance greater than 60% belong to the magic number category.

\*  ${}_{50}^{\text{Sn}}$  has ten stable isotopes, while calcium ( ${}_{20}^{\text{Ca}}$ ) has six stable isotopes. So element with  $Z=50, 20$  are more than usually stable.

\* The three main radioactive series decay to  ${}_{82}^{\text{Pb}}{}^{208}$  with  $Z=82$  and  $N=126$ . Thus lead  ${}_{82}^{\text{Pb}}{}^{208}$  is the most stable isotope. This again shows that the numbers 82 and 126 indicate stability.

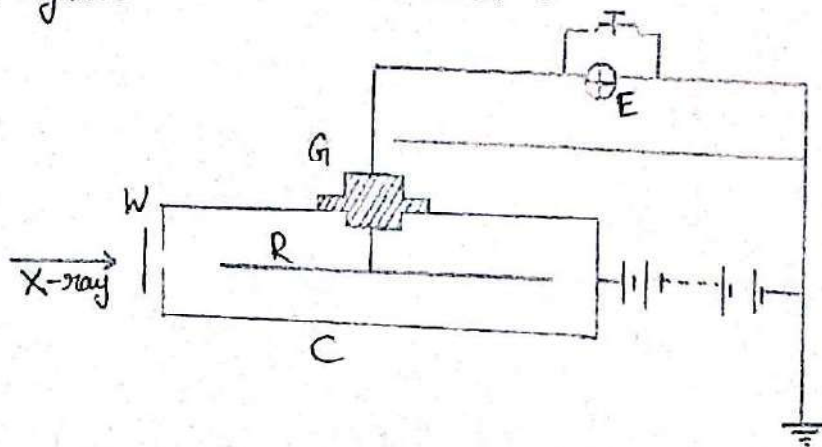
\* It has been found that nuclei having a number of neutrons equal to the magic number, cannot capture a neutron because the shells are closed and they cannot contain an extra neutron.

## GIEGER MULLER COUNTER

A Geiger Muller counter is a device used for the detection and measurement of all types of radiation: alpha, beta and gamma ray radiation. Basically it consists of a pair of electrodes surrounded by gas. The electrodes have a high voltage across them. The gas used is usually Helium or Argon.

## IONIZATION CHAMBER

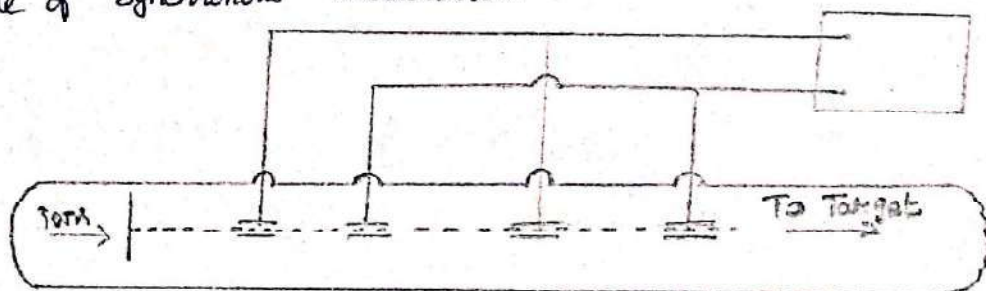
The principle employed here is that charged sub-atomic particles can ionise gases. The number of ion pairs produced gives us information not only on the nature of the incident particles, but even on their energy. The ionisation chamber consist of a hollow metallic cylinder  $C$ , closed at both ends, with a window  $W$  at an end for the entry of the ionising particles or radiations. A metal rod  $R$ , well insulated from the cylinder, is mounted coaxially within the cylinder.  $R$  is connected to a quadrant electrometer  $E$ . A P.d of several hundred volts is maintained between  $C$  and  $R$ . An earthed guard ring  $G$  prevents leakage of charge from the cylinder to the rod. The chamber contains some gas like sulphur dioxide or methyl bromide. When a charged particle enters the chamber, it produces a large number of ion pairs in the enclosed gas, along its path. Positive ion move towards  $R$  and negative ion move towards  $C$ .



The quadrant electrometer  $E$  measures the rate of deposition of positive charges on  $R$ . The ionisation currents produced are quite small =  $10^{-12}$  -  $10^{-15}$  amperes.

## LINEAR ACCELERATOR

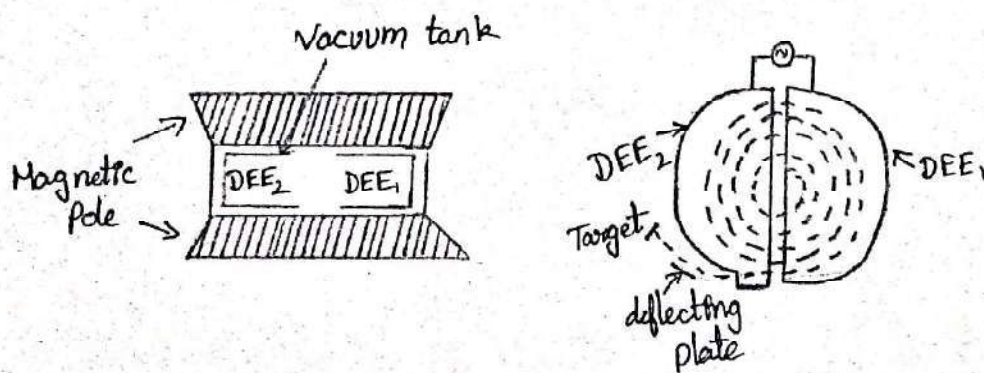
Direct acceleration of particles by potentials above 10 million volts is a difficult problem due to ~~insulation~~ insulation difficulties. For high energies, acceleration of the particles is achieved in small successive steps. In such machines, the P.D. between different parts of the machine and between the machine and earth, is maintained low, compared with the P.D. corresponding to the ultimate energy acquired by the particles. One machine employing this method is the linear accelerator. In this machine, high energy particles are produced without employing high P.D.'s. by using the principle of synchronous acceleration.



$$\frac{1}{2} m v_1^2 = Ve \quad \text{or} \quad v_1 = \sqrt{\frac{2Ve}{m}}$$

$$\frac{1}{2} m v_2^2 = 2Ve \quad \text{or} \quad v_2 = \sqrt{2} \sqrt{\frac{2Ve}{m}} = \sqrt{2} v_1$$

## CYCLOTRON



Suppose a positive ion leaves the ion source at the centre of the chamber at the instant when the "dees"  $D_1$  and  $D_2$  are at the



maximum negative and positive A.C potentials respectively. The positive ion will be accelerated towards the negative dee  $D_1$  before entering it. The ions enter the space inside the dee  $D_1$  with a velocity  $v$  given by  $eV = \frac{1}{2}mv^2$ , where  $V$  is the applied voltage and  $e$  and  $m$  are the charge and mass of the ion respectively. When the ion is inside the "dee" it is not accelerated since this space is field free. Inside the dee, under the action of the applied magnetic field, the ions travel in a circular path of radius  $r$  given by

$$Bev = \frac{mv^2}{r}$$

where  $B =$  the flux density of the magnetic field

$$r = mv/Be$$

The angular velocity of the ion in its circular path }  $= \omega = \frac{v}{r} = \frac{Be}{m}$

The time taken by the ion to travel the semicircular path }  $= t = \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi m}{Be}$

Energy of an ion: Let  $r_{max}$  be the radius of the outermost orbit described by the ion and  $v_{max}$  the maximum velocity gained by the ion in its final orbit. Then the equation for the motion of the ion in a magnetic field is

$$Bev_{max} = \frac{mv_{max}^2}{r_{max}} \quad \text{or} \quad v_{max} = B \frac{e}{m} r_{max}$$

The energy of the ion

$$E = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{B^2 r_{max}^2}{2} \left[ \frac{e^2}{m} \right]$$

$$\frac{\pi m}{Be} = \frac{T}{2} \quad (\text{or}) \quad T = \frac{2\pi m}{Be}$$

Frequency of oscillator  $f = \frac{Be}{2\pi m}$

Energy of ion is given by

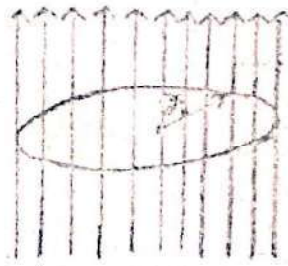
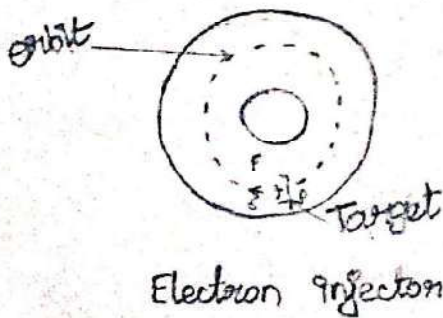
$$E = 2\pi^2 q_1^2 m_{\max}^2 fm$$

The particles are ejected out of the cyclotron not continuously but as pulsed streams.

Limitations of Cyclotron: The energies to which particles can be accelerated in a cyclotron are limited by the relativistic increase of mass with velocity. The mass of a particle, when moving with a velocity  $v$  is given by  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$  where  $m_0$  is the rest mass and  $c$  the velocity of light.

## BETATRON

Betatron is a device to accelerate electrons to very high energies. It was constructed in 1941 by D.W. Kerst. The action of this device depends on the principle of a transformer.



consider the electron moving in an orbit of radius

Let  $\Phi$  be the flux linked with the orbit. The flux increases at the rate  $d\Phi/dt$  and the induced emf in the orbit is given by

$$E = - \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{--- (1)}$$

The work done on an electron of charge  $e$  in one revolution }  $= Ee = -e \frac{d\Phi}{dt}$  --- (2)

Let  $F$  be the tangential electric force acting on the orbiting electron. For one revolution, the path length is  $2\pi r$ . Then

The work done on the electron  
in one revolution  $\int = F \times 2\pi r$

$$F \times 2\pi r = -e \frac{d\phi}{dt} \quad \text{or} \quad F = -\frac{e}{2\pi r} \frac{d\phi}{dt} \quad \text{--- (3)}$$

When the velocity of the electron increases due the above force, it will try to move into an orbit of larger radius. Because of the presence of the magnetic flux perpendicular to the plane of the electron orbit, the electron will experience a radial force inward given by

$$Bev = \frac{mv^2}{r} \quad \text{--- (4)}$$

$$\text{The momentum of electron} = mv = Be r \quad \text{--- (5)}$$

From Newton's second law of motion

$$F = \frac{d}{dt} (mv) = e r \frac{dB}{dt} \quad \text{--- (6)}$$

From (3) & (6)

$$\frac{e}{2\pi r} \frac{d\phi}{dt} = e r \frac{dB}{dt} \quad \text{or} \quad d\phi = 2\pi r^2 dB$$

$$\text{Integrating } \int_0^{\phi} d\phi = \int_0^B 2\pi r^2 dB$$

$$\phi = 2\pi r^2 B \quad \text{--- (7)}$$

If the uniform magnetic field  $B$  acts over an area  $\pi r^2$ , the magnetic flux  $\phi = \pi r^2 B$ . Equation (7) represent the condition under which a betatron works and is called betatron condition.

1. அணுக்கரு நிறை :-

அணுக்கரு நிறை என்பது உண்மையில் அணுவின் நிறை அல்லது அணு எடை ஆகும். திசுனை அணு நிறை அல்லது அணு எடை என்பர். ஆகவே அணுக்கரு நிறை என்பது புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகியவற்றின் மொத்த எடையாகும். ஆகவே அணுக்கரு நிறை =  $Zm_p + Nm_n$ . இங்கு  $Z, N$  என்பவை முறையே புரோட்டான், நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை. அணுக்கருவின் நிறை மிகக் குறைவு.

ஆகவே கிது அணு நிறை அலகில் குறிக்கப்படுகிறது. ஒரு அணு நிறை அல்லது ஐசோடோப்  $^{12}\text{C}$  -ன் நிறையால் 12 - ல் ஒரு ப) பங்காகும். அதாவது  $1.6604 \times 10^{-27} \text{ Kg m}$ .

2. அணுக்கரு மின்னூட்டம் :-

அணுக்கருவில் புரோட்டான் அமைந்திருப்பதால் அணுக்கரு மின்னூட்டம் வற்றியுள்ளது. அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான் எண்ணிக்கை  $Z$  -ஆ அணுக்கரு மின்னூட்டம் என அழைப்பர். 1920 -ல் டீபுவாக்  $\alpha$  - துகள்களைச் சிதறலடையச் செய்து, 1920-ல் சிதறலடைந்த கற்றையின் ஆற்றலை அளவாக காப்பர், வயர்னி, பிளாட்டினம் ஆகியவற்றின் மின்னூட்டத்தை நணக்கிடலாம்.

3. அணுக்கரு மின்னூட்டத்தின் முக்கிய அம்சங்கள் :-

- \* . நடுநிலையில் உள்ள அணுவின் வெளிச்சுற்றில் உள்ள எலக்ட்ரான் எண்ணிக்கை.
- \* . ஒரு அமைப்பின் ஆற்றல் மட்டங்கள் .

(\*) அணுவின் இயற்பியல் பண்புகளும், வேதியியல் பண்புகளும்.

4. நிறை குறைபாடும், பிணைப்பாற்றமும் :-

“அணுக்கருவின் நிறைக்கும், நிறை எண்ணிற்கும் உள்ள வேறுபாடு நிறை குறைபாடு என்பது” அணுவின் அணுக்கரு புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஆகியவற்றால் ஆனது. இவற்றை நியூக்ளியான்கள் என்பர். தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்படாத நியூக்ளியான்களின் நிறை, அணுக்கருவின் நிறையைவிட அதிகமாக இருக்கும். கிடைக்கக்கூடிய வேறுபாட்டை “நிறை குறைபாடு” என்பர்.

எடுத்துக்காட்டாக :  $Z X^A$  எனும் அணுவின் கருவோம். இவ்வணுவில்  $Z$  புரோட்டான்களும்,  $(A-Z)$  நியூட்ரான்களும்,  $Z$  எலக்ட்ரான்களும் உள்ளன. புரோட்டான் நிறை  $m_p$  எனவும், நியூட்ரான் நிறை  $m_n$  எனவும், எலக்ட்ரான் நிறை  $m_e$  எனவும் கொண்டு நியூக்ளியான்கள், எலக்ட்ரான்களின் மொத்த நிறை

$$Z m_p + (A-Z) m_n + Z m_e.$$

$$\text{நிறை குறைபாடு} = [Z m_p + (A-Z) m_n + Z m_e] - M$$

“ஆர் அணுவின் உள்ள நியூக்ளியான்களைத் தனித்தனியாகப் பிரிப்பதற்குத் தேவையான ஆற்றலை பிணைப்பாற்றல் என்பர்.” நிறை குறைபாட்டிற்கு கிணையான ஆற்றல் பிணைப்பாற்றலாகும். நிறை குறைபாடு  $\Delta m$  எனின் பிணைப்பாற்றல்  $(\Delta m \times 931) \text{ MeV}$  ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டாக :  ${}^4\text{He}^+$  எனும் ஹீலியம் அணுக்கருவின் கருவோம். இதில் 4 நியூக்ளியான்கள் உள்ளன. அதாவது இரு புரோட்டான்களும், இரு நியூட்ரான்களும் உள்ளன.

∴ இரு புரோட்டான்கள், இரு நியூட்ரான்கள் ஆகியவற்றின் மொத்த நிறை =  $4 \cdot 0320 \text{ amu}$ .

ஹீலியம் அணுவின் நிறை =  $4 \cdot 0015 \text{ amu}$ .

∴ நிறை குறைபாடு =  $4 \cdot 0320 - 4 \cdot 0015 = 0 \cdot 0305 \text{ amu}$ .

∴ பிணைப்பாற்றல் =  $0 \cdot 0305 \times 931 \text{ MeV} = 28 \cdot 4 \text{ MeV}$ .

5. திரவத்துளி மாதிரி :-

திரவத்துளி மாதிரியை முதன் முதலில் 1936-ல் போர் காடினார். பின்பு இவ்வமைப்பினை 1939-ல் போடும், ஷீலடும் உருவாக்கினார்கள். 'அணுக்கரு, ஒரு திரவத் துளி அமைப்பு கொண்டுள்ளதே கிம்மாதிரியான அடிப்படையாகும்.' திரவத்திற்கும், அணுக்கருவிற்கும் சில அடிப்படையற்ற சிறப்புகள், கிம்மாதிரி அனுமானிக்கப்படலாம்.

திரவத்தில் ஓலக்கூறுகள் ஒரு வகை என அழைக்கப்படும் சூர்மலையை ஈர்ப்பு விசையால் பிணைக்கப்பட்டு உள்ளது. இதே போன்று அணுக்கருவில் நியூக்ளியான்கள் சூர்மலையை ஈர்ப்பு விசையால் பிணைக்கப்பட்டு உள்ளது. அமையும் கீழ்க்கண்டவை திரவத்துளிக்கும், அணுக்கருவிற்கும் உள்ள சூர்மலையாகும்.

(\*). திரவத்துளி பரப்பு திடுவிசையால் கொளக வடிவம் கொண்டுள்ளது. அணுக்கருவும் கொளக வடிவம் கொண்டதாகும். இதனைச் சோதனை நிரூபணம் செய்துகிறது.

(\*). கொளகத் துளியின் அபர்த்தியும், அணுக்கருவின் அபர்த்தியும் அவற்றின் பருமனைச் சார்ந்ததல்ல.

(\*). திரவத் துளியில் உள்ள ஓலக்கூறுகள் சூர்மலையாக இயக்கம் கொண்டுள்ளது. அணுக்கருவிலும் நியூக்ளியான்கள் இயக்கம் கொண்டுள்ளது. இவை மொத்தம் போது சூர்மலையை உகவர்கின்றன. ஆகவே இவை அணுக்கருவை விட வெளியே கிறது. இதனால் வினைகள் தொண்டுகின்றன. சில எந்திரங்களில் : ஒரு துளிகளில் சூர்மலையை சூர்மலையாக, அணுக்கரு நீர்வரிவடைந்து மையப்பகுதி மெல்லையதாகவும், அவற்றின் முனையில் சிமடாகவும் அமைகிறது. இவ்வாற்றால் மிக அதிகமாக திரவத்தால் பிளவு ஏற்படுகிறது. தீவிரத்துக்கு அணுக்கரு பிளவை அடைகலாம்.

இது ஒரு பெரிய திரவத்துளி ஒரு துளிகளாகப் பிரிவதற்கு இணையாகும். திரவத்துளி அமைப்பின் அடிப்படையாகக் கொண்டு பிணையப்பாற்றலைக் கணக்கிடலாம்.

பகுதி அஷ்டம வந்தி நிறை வாய்ப்பாடு, திரவத்தூளி மாதிரியல்லாதிருங்கு வருவாக் கப்பல்தாடும். திரீத மாதிரி, அஷ்ட நிறை மதியபிணைத் துல்லியமாகத் தடுகிறது. ஆனால், சரியான நிறையைக் கணக்கிடுவதற்குச் சில திருத்தங்களைச் செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு திருத்தம் செய்யப்படாத தாடாப்பே, ஹயாஸ்தாகர் நிறை வாய்ப்பாடு ஆகும். திருத்தங்கள், திரவத்தூளி மாதிரியை அடிப்படையாகக் கொண்டது அல்ல.

கிம்மாதிரி கீழ்க்கண்டவற்றிற்கு அளக்கம் தரமுடியவில்லை:

(\*) திரவப்படையடை எண்ணிக்கை கொண்ட அஷ்டக் கருவினி நிலைப்பாடு.

(\*) திரவப்படையடை எண்ணிக்கை கொண்ட அஷ்டக் கருவிகளின் பிணைப்பாற்றல்.

(\*) புதிர் எண்கள் கொண்ட அஷ்டக் கருவிகள் அதிகமான நிலைப்பாடு கொண்டிருந்தல் (2, 8, 20, 50, 82, 126 ஆகியவை புதிர் எண்கள்).

(\*) சப்தநீசிக் கொண உந்தம் அதில் அடங்கியுள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கையைச் சார்ந்திருந்தல்.

## 6. கூடு மாதிரி :-

அஷ்ட எலக்ட்ரான்கள் போன்றும், அஷ்டக் கருவிலே உள்ள நியூட்ரான்களும், புரோட்டான்களும் கூடுகளில் அமைந்திருக்கும். கூடுகளின் அமைப்பு மொலையன் தூவர்க்கைத் தீக்குவப்படியானதாகும். தீக்கீதக்குவப்படி ஆரே துந்சிபுந்சி + 1/2 கொண்ட இரு துகள்கள் ஆரே குவாண்டம் நிலையால் அமைந்திருக்க முடியாது.

துகள்களின் முற்றியபற்றை நிலைகள் அவற்றின் மையமலதீர் மையல் வினை ஆற்றல் கொண்டி வேறுபடுத்தப்படுகிறது. அதாவது ஆரேவாடு ஆற்றல் மையல்களும் ஆடு சிறியமைய ஆற்றல் கொண்டிருக்கும்.

முற்றியபற்றை துகள்கள் மொத்த ஆற்றல், குறைவான மையல்கள்

- அமைகிறது.

அநாவது , அதிகமான பிணைப்பாற்றல், ஆனால்  
 மூன்றுபாடு மடபத்தியும் தந்தியுள்ளி ± 1/2 கதாண்ட துகள்  
 மூன்றுபாடு கிடுக்க முடியும். ஆடு குடுகால ஆற்றல்  
 மடபங்கள் படிப்படியாக நிரம்புவதன் மூலம் கூடு அமைப்பில்  
 துகள்கள் குறுகின்றன. மொத்த ஆற்றல் குறைவாக உள்ள  
 மடபத்திலிருந்து துகள்கள் நிரம்புகின்றன. கூடுகள்  
 முடுவதும் துகள்களால் நிரப்பப்பட்ட நிலையால், திதனை  
 முற்றுப்பெற்ற கூடு எண்பர். ஆடு முற்றுப்பெற்ற கூடு அதிகமான  
 நிலைப்பாடு கதாண்டுகளிலும். மெலும் பிணைப்பாற்றல்  
 அதிகமாகும். ஆடு துகள் ஆடு மடபத்திலிருந்து வேறு  
 மடபத்திற்குச் சமையம்பாது ஆற்றல் குறைவாகும்.

அணுவில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் 2, 10, 18, 36, 54  
 அல்லது 86 ஆக இருக்கும்பொது, வெளிக்கூடு முற்றுப்பெறுகிறது.  
 இதே பொன்று ஆடு குறுப்பாடி எண் கதாண்ட புரோட்டான்,  
 நியூட்ரான் அணுவால் அமைந்திருக்கும் பொது அவை தனிப்பட்ட  
 பண்பு பெற்றிருக்கும். திவ்வண்கள் 2, 8, 20, 50, 82, 126  
 இவற்றை புதிர் எண்கள் எண்பர். திவ்வ மிக அதிகமான  
 நிலைப்பாடு கதாண்டதாகும்.

அணுவின் வெக்டர் மாதிரியில் வரைபடித்தது  
 பொன்று, திதிலும் குவாண்டம் எண்களை வரைபடிக்கலாம்.  
 கூடு மாதிரி அணுக்கருவின் கோண உந்தம், காந்தத்  
 திடுப்புத்திறன் பொன்றவற்றிற்கு சரியான உணக்கம்  
 தடுகிறது. தரைமடபத்தில திரட்டை - திரட்டை அணுக்கருக்களில்  
 அணுக்கரு தந்தியுள்ளியும், காந்தத் திடுப்புத் திறனும்  
 சரியாகும். ஆற்றல்படை எண் கதாண்ட அணுக்கருக்களின்  
 அணுக்கருவின் சிதறல் சிறை முடி எண்ணாகும்.



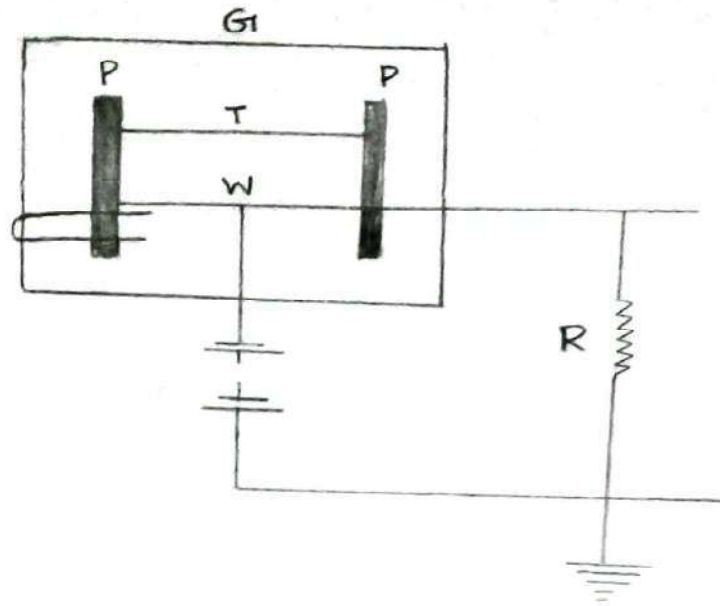
3. தைகர் - முஸலர் எண்ணி :-

தைகர் - முஸலர் எண்ணியை 1908 - ல்  
 நீதர் போர் டும், தைகரும் கதிநாயக்க ம்பாருளி லடுங்கு வுடு  
 குறிப்பிட லுநர்த்தில் வுணவரும் சூஸ்பாத் சூகரீகளை  
 எண்ணுவதற்காக அமைத்தார்கள். 1928 - ல் தைகரும், முஸலரும்  
 இவ்வமைப்பினைத் திருத்தியமைத்தார்கள்.

G.M எண்ணியின் வுண மண்வாய் நிக்கல்  
 உலகாத் தாலான குடியை T சூகும். திக் குடியான் வாட்டம் 1  
 முதல் 5 சமீட்டும், நீளம் 10 முதல் 50 சமீட்டும்  
 தகாண்டதாடும். திக் குடியான் அச்சில் வுடு மஸஸய  
 பவீஸ்டன் (W) கம்பி வுணவபாக திகுஞ்சு ம்பாருத்தபபட்டுள்ளது  
 திது உள் மண்வாயாகச் சதயந்படுகிறது. திதன் தடிமன்  
 0.1 முதல் 0.5 மி.மீ தகாண்டதாடும். தலகாண்ட தடிடு (PP)  
 தகாண்டு திகுமண்வாய்களும் மண்காடியபபட்டுள்ளது.  
 திவாடு மண்வாய்களும் மஸஸய சுவர் தகாண்ட கண்ணாடிக்  
 குடியை G யானுன் ம்பாருத்தபபட்டுள்ளது. கண்ணாடிக்  
 குடியானுன் காற்று, ம்பாருத்தபபட்டுள்ளது.

கண்ணாடிக் குடியானுன் காற்று, தவறானுன்  
 அல்லது சூர்கான் போன்ற வாயு நிதபபடுகிறது. அதனுள்  
 அடைக்கபபட்டுள்ள வாயுவான் அடுத்தம் 2 முதல் 10 சமீ  
 சூகும். எண்ணியின் உள்ள உள்ள காற்றினை நீக்கிவடிகு,  
 ததவையான வாயு ததவையான திகுத்தத்தில் நிரபபபடுகிறது.  
 வுடு உயர் மண்னடுத்தம் மூலம் தகாண்டு திகு  
 மண்வாய்க்கிடைய உயர் மண்னடுத்தம் ததாற்று வக்கபபடுகிறது  
 தவனிச் சற்றில் வுடு உயர் தசிவு மண்தடை  
 திணைக்கபபட்டுள்ளது.

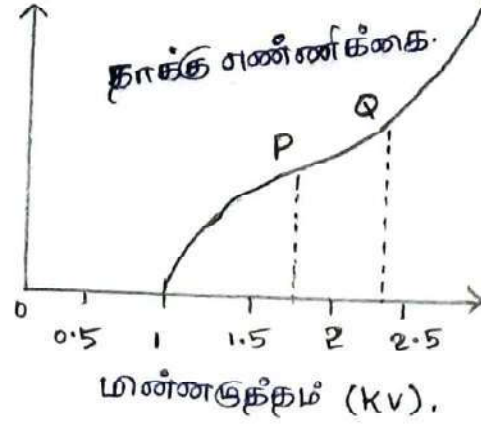
வுண மண்வாயான் அமைப்பும், ததில்  
 பயன்படுத்தும் வாயுவான் தன்மையும் திவவண்ணி  
 தவ்வகையான சூகளைக் கண்டறியப் பயன்படுகிறது என்பதை  
 ம்பாருத்ததாடும்.



செயற்பாடு :-

கிந்த எண்ணியின் செயற்பாட்டுத் தத்துவம் மிக எளியதாகும். எண்ணியினுள் ஒரு சூழ்பாத் துகள் நுழையும் போது, அயனியாக்கம் தோன்றுகிறது. திசுவயனிகள் திதனுள் உள்ள வாயுவை ஸ்க்கூறுகளுடன் மோதலடைவதால், பல மடங்காற்பு பெருகுகிறது. எலக்டிரான் சரிவு கையக் கம்பையை எதாக்கி நகடுகிறது. திது திதநரந்த மண்ணாட்டத் தாக்கவுக்கு திணையாகும். திதனால் மாறுநிலை மின்னடுத்தம் திதநரண குறைய, மின்னடை R-ன் முனைகட்கிடைய ஒரு திடீர் மண்ணிறக்கம் தோன்றுகிறது.

ஒரு பெருக்கி கொண்டு R-ன் முனைகளுக்கு திடைய தோன்றும் மின்னடுத்த வேறுபாடு பெருக்கப்படுகிறது. திசுவாறு பெருக்கப்பட மின்னடுத்தம் பெருகி ஒரு தியந்திர எண்ணி இயங்கச் செய்ப்படுகிறது. திசுவதமான ஒரு வற்றாத் துகளினைக் கூட பதிவு செய்ப்படியும். திடீர் மின்னாட்டத் தாக்கு அறையல் உள்ள அயனிகளை வெளியேற்றி வடகின்ற காரணத்தால், கிந்த எண்ணி அடுத்த துகளைப் பதிவு செய்வதற்கு தயாரண நிலையை உடன அடைந்து வருகிறது.



உணர்வு . நுழைவு வளைதொடு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த மின்னகூத்த மதிப்பை (1000 V) அகையும் போதுதான் கிரண்டாம் நிலை அயனியாக்கம் தொடங்குகிறது. உருக்கொடு பகுதியை தொடங்குகின்ற அயனிகளின் எமாதீத எண்ணிக்கைகளை வெளிவிக்கத்தில் அமைகிறது. தீயபகுதியை கிந்த எண்ணி , ஒரு வகித எண்ணியாகச் செயற்படுகிறது. கிந்தநிலையிலே ஆலபாத் துகள் போன்ற கனமான துகள்களை எண்ணலாம் .

கிந்த எண்ணியைப் பகுதிரண் மின்னிறக்கத் காலதீதையும் , மீண்டும் பழைய நிலையை அடைவதற்கான உருத்தீதையும் சார்ந்திருக்கும் . கிவவரு காலங்களை மீ குறைவாக கிடுந்தால் பகுதிரண் சிதிகமாமும் .

## UNIT - IV (RADIOACTIVITY)

### 1. Alpha particle spectra

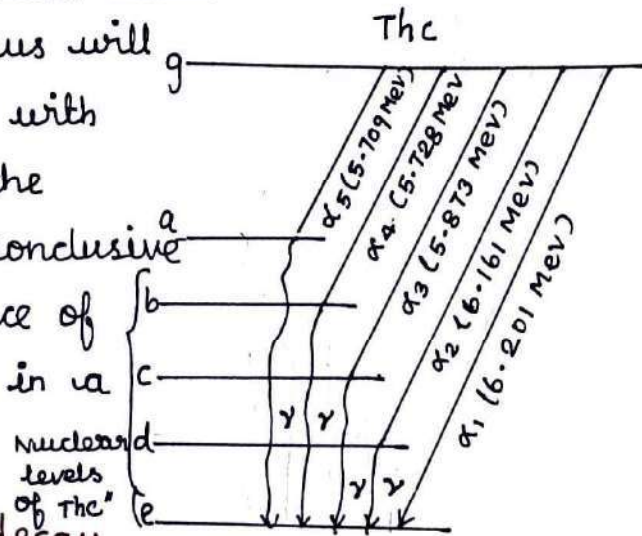
It was thought earlier that the nucleus of a radioactive substance emitted alpha particles of some fixed energy. By measuring the energies of  $\alpha$ -particles accurately using a magnetic spectrograph, it was shown that several radioactive nuclei emitted  $\alpha$ -particles, consider a ThC nucleus which within a narrow range. As an example, consider a ThC nucleus which decays into a ThC'' ( $_{81}\text{Pb}^{208}$ ) nucleus after emitting an  $\alpha$ -particle. ThC emits five groups of  $\alpha$ -particles with energies 5.709, 5.728, 5.873, 6.161 and 6.201 Mev. The emission of groups of  $\alpha$ -particles with different energies suggests that nuclei may exist in a number of discrete, excited energy states above the ground state. The parent nucleus decays from its ground state, to anyone of the several excited states or to the ground states of the daughter nucleus ThC formed as a result of disintegration of ThC exists in several excited energy states a, b, c, d, e. e is the ground state and a is the highest excited state of the daughter nucleus. Each excited state has got some energy which it gives up in the form of

$\gamma$  radiation during its transition to the ground state. When a parent nucleus goes from its ground state to the ground state of the daughter nucleus it emits during such a transition, an  $\alpha$ -particle of maximum energy. Any transition from the ground state of the parent nucleus to any one of the excited states

of the daughter nucleus will give rise to  $\alpha$ -particle with smaller energy. Thus, the

$\alpha$ -spectrum provides a conclusive evidence of the existence of discrete energy levels in a nucleus.

## 2. Theory of Alpha decay



only heavy nuclei with  $A > 200$  undergo  $\alpha$ -decay. The  $\alpha$ -particles emitted from nuclei have a discrete energy spectrum and consists of several groups. Usually the most intensive is the group with  $\alpha$ -particles of highest energy. The existence of several groups of  $\alpha$ -particles is called the fine structure of the  $\alpha$ -spectrum.

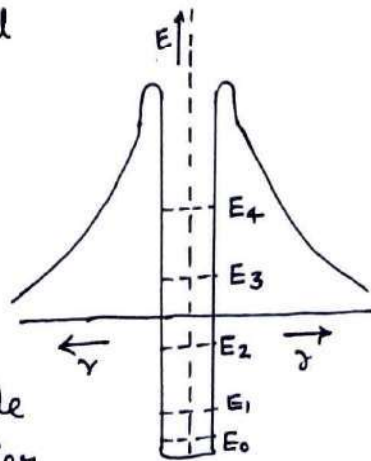
Before, emission, the  $\alpha$ -particles can be considered to be inside the nucleus. Coulomb's law is applicable when the  $\alpha$ -particle is outside the nucleus. When the  $\alpha$ -particle is inside the nucleus or very close to it, Coulomb's law does not hold good. For an  $\alpha$ -particle of charge  $2e$  and a nucleus of charge  $(Z-2)e$  separated by a distance  $r$ , the

potential energy is given by,

$$V_r = \frac{2e(z-2)e}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{2(z-2)e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Here  $(z-2)$  is the atomic number of the daughter nucleus. An attractive potential, called the potential well, represents the position, when  $r < r_0$  the  $\alpha$ -particles is within the potential well and it is bound by the nucleus. Here  $r_0$  is equal to the sum of the radii of the nucleus and the  $\alpha$ -particle.

According to wave mechanics, an  $\alpha$ -particles can have different energy levels  $E_0, E_1, E_2, \text{etc...}$ , within the potential well. Only an  $\alpha$ -particles at a level  $E_3$  or above can come out of the potential well. In the case of the radioactive elements, the height of the potential barrier is about 9 MeV. But uranium emits  $\alpha$ -particles of energy 4 MeV. Classical mechanics cannot explain how a particle having an energy of 4 MeV can come out of a well having a potential barrier of 9 MeV. The escape of an  $\alpha$ -particle from a radioactive nucleus can be explained on the basis of wave mechanics and schrodinger equation. According

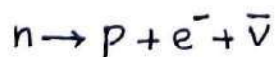


to it, it is possible for an  $\alpha$ -particle to leak through the potential barrier even through its K.E is less than the potential energy of the height of potential barrier. This probability of leaking of an  $\alpha$ -particle through the barrier is called tunnel effect.

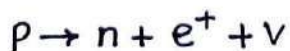
### 3. The neutrino theory of beta decay

In 1934, Fermi developed a theory to explain the continuous  $\beta$ -ray spectrum. This theory is called neutrino theory of  $\beta$ -decay. According to this theory, a  $\beta$ -particle and a neutrino are created in the nucleus and both are emitted simultaneously. The total energy of these two particles is a constant which is equal to the end-point energy observed in the  $\beta$ -ray spectrum. This maximum energy is shared by the  $\beta$ -particle, the neutrino and also by the recoiling nucleus. The electron will carry the maximum energy when the energy of the neutrino is zero. In all other cases electron will carry an energy less than maximum. The sum of the energies carried by the electron and the neutrino will always be the same. This energy may be shared by the two particles in any proportion. Hence it explains the continuous  $\beta$ -ray spectrum.

When the nucleon shifts from the neutron quantum state to the proton quantum state, electron and antineutrino are emitted. This process is represented by

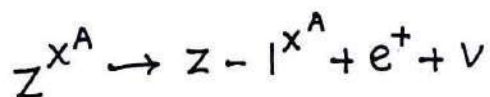
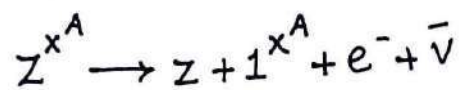


In ordinary beta decay it is an antineutrino that is emitted. positron emission corresponds to the conversion of a nuclear proton into a neutron, a positron, and a neutrino:



positron emissions leads to a daughter nucleus

of lower atomic number  $Z$  while leaving the mass number  $A$  unchanged. Thus negative and positive beta decay may be represented as



The electron, neutrino and product nucleus share among them the energy, angular momentum and linear momentum available from the nuclear transitions. Thus, the neutrino theory of  $\beta$ -decay successfully explains the continuous energy spectrum of  $\beta$ -rays.

Example: which of the following isobars would you expect to be  $\beta^-$ .

#### 4. Nuclear Isomerism

There are nuclei which have the same atomic and mass numbers but differ from one another in their nuclear energy states and exhibit differences in their internal structure. These are called isomers.

The existence of nuclear isomers is called nuclear isomerism. The excited nucleus  ${}_{38}^{87}\text{Sr}$  is an isomer of  ${}_{38}^{87}\text{Sr}$ . The difference between the nuclear isomers is attributed to a difference of nuclear energy states. One isomer represents the nucleus in its ground state, whereas the other is the same nucleus in an excited state of higher energy. The phenomenon of nuclear isomerism was discovered by O.



Hahn in 1921, he found that  $UX_2$  and  $UZ$  both have the same atomic number and the same mass number but have different half-lives and emit different radiations.  $UX_2$  has 0.394 MeV more energy in its nucleus than  $UZ$ . Both these nuclei are formed out of  $UX_1$  by  $\beta$ -decay.  $UX_2$  has a half-life of 1.17 minutes and  $UZ$  has a half-life of 6.7 hours. The higher energy isomer  $UX_2$  may directly decay to  $U_{II}$  by  $\beta$ -emission with a half-life of 1.17 minutes, or it may first come to the lower energy isomer by emitting a  $\gamma$ -ray of energy 0.394 MeV and then decay to  $U_{II}$  by  $\beta$ -emission with a half-life of 6.7 hours.

Nuclear isomerism has also been detected in artificial radioactive substance. Many isomeric pairs have been produced by bombarding radio-nuclides with neutrons.

### Internal conversion

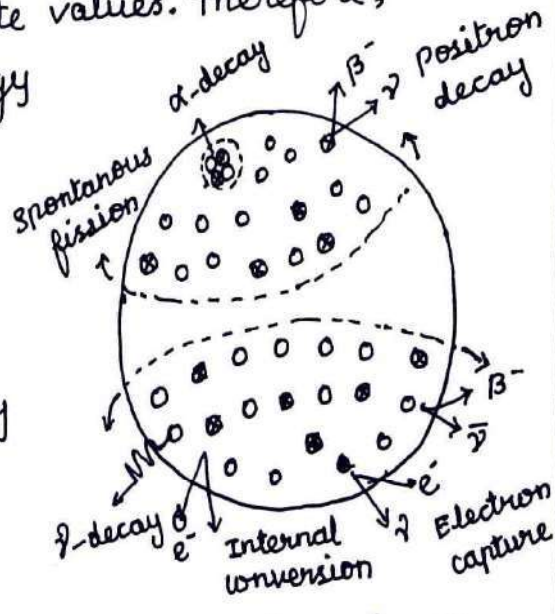
When a nucleus passes from a higher excited state to the ground state the difference in energy of the two states is emitted as a  $\gamma$ -rays. As an alternative to  $\gamma$ -decay, an excited nucleus, in some cases, may return to its ground state by giving up its excitation energy to one of the orbital electrons around it. The emitted electron has a K.E equal to the lost nuclear excitation energy minus the binding energy of the electron in the atom. (I.e)

$$\text{K.E of the ejected electron} = E_e - W$$

where  $E_e$  = the available excitation energy or

$W$  = binding energy of the ejected electron in its shell of origin.

This process is called internal conversion. The emitted electron is called a conversion electron. Thus internal conversion and emission of a  $\gamma$ -ray from the nucleus are two alternate ways of accomplishing the same nuclear transition. The internal conversion is not a two step process in which a  $\gamma$ -rays photon is first emitted and then it knocks out an orbital electron. It is in better accord with experiment to regard internal conversion as representing a direct transfer of excitation energy from a nucleus to an orbital electron. Hence, internal conversion is a single step process in which the excited nucleus interacts directly with the orbital electron. The energy of the ejected electron has discrete values. Therefore, the corresponding  $\beta$ -particle energy spectrum is a line spectrum having discrete energies. Fig illustrates the various kinds of disintegration process that radioactive nuclei may undergo. The nucleus is represented as an assembly of protons and neutrons. A proton is indicated by a cross, and a neutron by an open circle.



5. Law of Radioactive Disintegration

Let  $N$  be the Number of atoms present in a particular disintegration at a given instant  $t$ . Then the rate of decrease  $-dN/dt$  is proportional to  $N$ .

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad \dots \dots (1)$$

Here  $\lambda$  is a constant known as the disintegration constant or decay constant of the radioactive element. It is defined as the ratio of the amount of the substance which disintegrates in a unit time to the amount of substance present.

$$\text{Eq. (1) can be written as } \frac{dN}{N} = -\lambda dt.$$

$$\text{Integrating, } \log_e N = -\lambda t + C \quad \text{----- (2)}$$

Let the number of radioactive atoms initially present be  $N_0$ .

$$\text{Then, when } t=0, N=N_0$$

$$\therefore \log_e N_0 = C$$

Substituting for  $C$  in (2), we get,  $\log N = -\lambda t + \log N_0$

$$\log_e \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

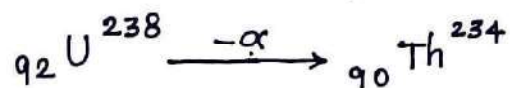
$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{----- (3)}$$

This equation shows that the number of atoms of a given radioactive substance decreases exponentially with time.

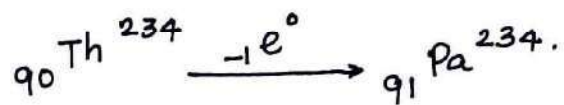
### Soddy Fajan's Displacement Law

(1) In all known radioactive transformations either an  $\alpha$  or  $\beta$ -particle. (i.e. never both or more than one of each kind) is emitted by the atom.

(2) When a radioactive atom emits an  $\alpha$ -particle a new atom is formed whose mass number is less by four units and atomic number less by two units than those of the parent atom.



(3) When a radioactive atom emits a  $\alpha$ -particle, the new atom formed has the same mass number but the atomic number is increased by one unit.



### b. Mean life

The mean-life of a radioelement is defined as the ratio of the total life time of all the radioactive atoms to the total number of such atoms in it.

Value of mean life:

Let  $N_0$  be the total Number of radioactive atoms in the beginning. Let  $N$  be the Number of atoms of that element after time  $t$ . Then  $N = N_0 e^{-\lambda t}$ .

$$\therefore \text{Total life of } dN \text{ atoms} = (dN)t$$

$$\therefore \text{Total life time of all } N_0 \text{ atoms} = \int_0^{\infty} t \cdot dN$$

$$\text{Now, mean life} = \bar{T} = \frac{\text{total life-time}}{\text{Total number of atoms}} = \frac{\int_0^{\infty} t \cdot dN}{N_0}$$

$$\text{Now, } N = N_0 e^{-\lambda t}.$$

$$\therefore \frac{dN}{dt} = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{or } dN = -\lambda N_0 e^{-\lambda t} \cdot dt.$$

$$\text{Hence, } \bar{T} = \frac{\int_0^{\infty} t \lambda N_0 e^{-\lambda t} \cdot dt}{N_0} = \lambda \int_0^{\infty} t e^{-\lambda t} \cdot dt.$$

$$\bar{T} = \lambda \left[ \frac{t e^{-\lambda t}}{-\lambda} - \int \frac{e^{-\lambda t} \cdot dt}{-\lambda} \right]_0^{\infty}$$

$$= \lambda \left[ \frac{t e^{-\lambda t}}{-\lambda} - \frac{e^{-\lambda t}}{-\lambda^2} \right]_0^{\infty} = \lambda \left( \frac{1}{\lambda^2} \right) = \frac{1}{\lambda}$$

$$\therefore \bar{T} = \frac{1}{\lambda}$$

Thus, the mean life ( $\bar{T}$ ) of a radioactive substance is the reciprocal of the decay constant ( $\lambda$ ).

### Half-life period:

The half-life period of a radioactive substance is defined as the time required for one-half of the radioactive substance to disintegrate.

value of half-life period:

We know the relation

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

If  $T_{1/2}$  be the half-life period, then at  $T = T_{1/2}$ ,  $N = N_0/2$

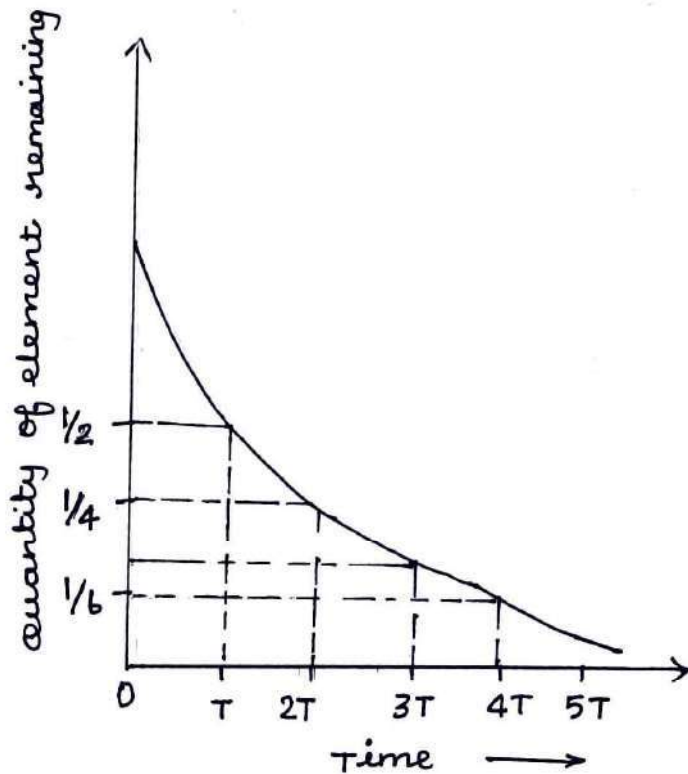
$$\therefore \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}$$

$$\text{(or)} e^{\lambda T_{1/2}} = 2$$

$$\text{(or)} \lambda T_{1/2} = \log_e 2$$

$$T_{1/2} = \frac{\log_e 2}{\lambda}$$

$$T_{1/2} = \frac{0.6931}{\lambda}$$



## 7. The Age of the earth

The age of the earth is estimated from the relative abundance of the two isotopes of uranium,  $U^{238}$  and  $U^{235}$ . The half-lives of  $U^{238}$  and  $U^{235}$  are  $4.5 \times 10^9$  years and  $7 \times 10^8$  years respectively. Assume that at the beginning when the earth was formed the proportions of the two isotopes were equal.

$$\therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{99.3}{0.7} = \frac{N_0 e^{-\lambda_1 t}}{N_0 e^{-\lambda_2 t}} = e^{(\lambda_2 - \lambda_1) t}$$

where,

$$\lambda_1 = \frac{0.6931}{4.5 \times 10^9} \text{ and } \lambda_2 = \frac{0.6931}{7 \times 10^8}$$

$$\therefore \log_e \left( \frac{99.3}{0.7} \right) = (\lambda_2 - \lambda_1) t$$

$$\therefore t = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \log_e \left[ \frac{99.3}{0.7} \right]$$

$$= \frac{1}{\left( \frac{0.6931}{7 \times 10^8} \right) - \left( \frac{0.6931}{4.5 \times 10^9} \right)} \log_e \left( \frac{99.3}{0.7} \right)$$

$$= 5.93 \times 10^9 \text{ years}$$

This value agrees nearly with that given by astronomical evidence for the age of the universe.

## UNIT - IV (RADIOACTIVITY)

### அணுவியக்க கார்பன் வயதுக் கணிப்பு:- [Radio carbon dating]

\* பூநிலா - ஐசோடோப்புகள் அரை ஆயுள் கொண்டவை.  
 இது அதன் நிலையை சார்ந்ததல்ல. இப்பண்பு வயதுக் கணிப்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.  $^{14}_6$  எனும் கார்பன் - ஐசோடோப்பு சரித்திரச் சான்றுகளின் வயது கணிப்பில் பயன்படுகிறது. இதன் அரை ஆயுள் 5730 ஆகும். இதனைப் பயன்படுத்தி பூமியின் வயதுக் கணக்கிடலாம்.

\* அணைக்கரிமங்கள் அடம் உயர் ஆற்றல் காலமிக் கதிர்களால் கார்பன் - 14 அணுக்களில் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. இது கதிரியக்கம் கொண்டது. இதன் அரை ஆயுள் 5600 ஆகும். கார்பன் - 14 தோற்றுவிக்கப்படுவதாவும் சிதைவடைவதாவும் அணுக்களில் கதிரியக்க சமநிலை நிலவி வருகிறது. உயர் அளவு உடைதலும் உணவிடங்களும் சிவாசிக் கும் காற்றிலுள்ள கார்பன் - 14 ஐ அறிந்து கொள்கின்றன. ஒவ்வொரு உயிர்வாழும் திசுக்களிலும் கார்பன் - 12 இல் உள்ள கதிரியக்க கார்பன் - 14 கின் அளவு மிகச் சிறிய அளவில் அதாவது  $10^{-6}\%$  தான் உள்ளது. ஆனால் திசுக்களில் நேரத்திலுள்ள கார்பன் - 14 சிதைவுறத் தொடங்குகிறது. ஆகவே ஒடு பொருளிலுள்ள  $n$  அணைக்கரிமங்களான கார்பன் - 14 அணு

- \* 5600 ஆண்டுகள் கழித்து  $\frac{n}{2}$  அணுக்களாகவும்
- \* 11200 ஆண்டுகள் கழித்து  $\frac{n}{4}$  அணுக்களாகவும் மாறுகிறது.

\* தீவீ வாறாக கதிரியக்களும் குறைந்த தொண்டை உருகிறது. எனவே திறந்த பொருளையுள்ள கார்பன் -14 தின் விடுதலான அதன் திறந்த காலத்தைக் கணிக்க உதவுகிறது. தீவீ வாறாக ஒரு பழங்காலப் பொருளின் உய்தினை நிர்ணயிக்க முடிகிறது. எனவே மனிதனைப் பற்றிய அறிவியலைக் கணக்கும் வல் ஆரங்களுக்கு இது ஒரு கதிரியக்க கழகாரமாக விளங்குகிறது. கிதற்கு சீரடியோ கார்பன் உயது கணப்பு என்கு பெயர்.

\* இந்த தீவீ உபே மண்ணியல் துறையில் யுரேனியம் -238 மரீமம் காரியம் -206 திவகணின் மதிப்புகளைக் தொண்டு யுனியன் உயது கணிக்கப்படுகிறது.

\* தாவரங்கள், உலங்கிகள் திறக்கும் போது  $C^{14}$  ஐசோடோப்பு எடுத்துக் தொண்டை கிழத்திக் தொள்கின்றன. ஆனால் அதற்கு முன்னால் அவற்றையே காணப்பட சீரடியோ கார்பன் தைரஜன் -14 ஆக சிதைவடைகிறது. 5600 ஆண்டுகள் கழித்து பாதிவாவு கார்பன் தான் சிதைவடையாமல் திடுக்கும். 11200 ஆண்டுகள் கழித்து கால்படுதி சிதைவடையாமல் சீர்தி திடுக்கும். சீரடியோ கார்பனைக்  $C^{14}$  சாதாரண கார்பனைக்கும்  $C^{12}$  திடயலவன வகிதங்களைக் தொண்டு பழங்கால பொருளின் உய்தினை நிர்ணயிக்க முடியும்.

\* உணக்கல் உல், மரம், பண்டிய ஆடைகள், தொல் பொருளிகள் கூடாரத் தீயில் சீர்தியுள்ள கரி ஆகியவற்றின் உயது தீர் முறையில் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.



## கதிரியக்கம் [Radio activity] :-

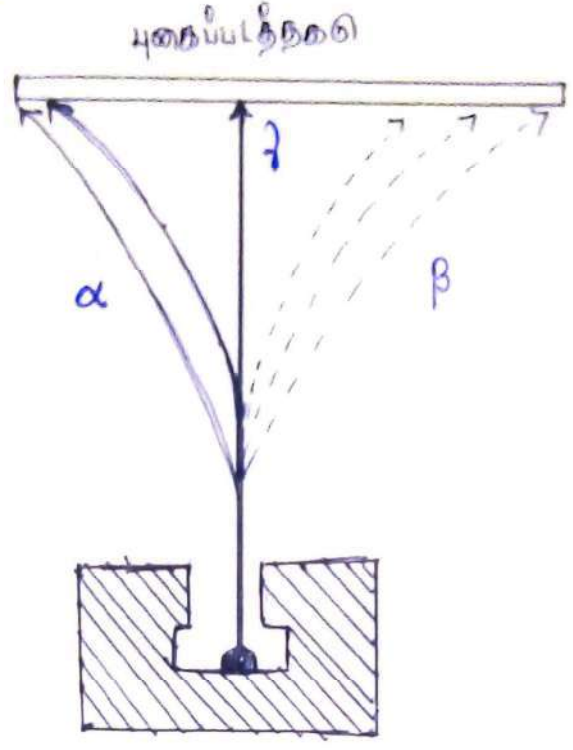
\* 1896 ல் பெக் கரல் யுரேனியம் தனிமச் செயலாக மென்சீவிலும் கதிரியக்கப் புதைப்பல் துகல்களையும் பாதிப்பதைக் கண்டார். திகீகதிரீகறை பெக்கரல் கதிரீகன் என அழைத்தாரீகன். பின்பு டோரியம், திவற்றின் கூலெப் பெருகெகும் யுரேனியம் போகீனடி செயற்பவது கண்ணைப்பலது. யுரேனியம், டோரியம் போகீனடிவற்றுவநிது, தனிமச் செயலாக டோனீகிகிற கதிரீகீசின கதிரியக்கம் என்பர். நுதர்போரீசெகழ யும் கதிரியக்கம் பற்றி கிராயீந்தாரீகன். கதிரியக்கம் காரணமாக ஓடு தனிமமாதது, வேறொடு தனிமமாக மாறுவதையும் கண்டாரீகன். கதிரியக்கத்தின் போது டோனீக வகையான கதிரீகன் மென்சீவில்கிள்கு. அவை,

- \* அல்பாகீ கதிரீ [alpha ray]
- \* பீடெகீ கதிரீ [beta ray]
- \* காமகீ கதிரீ [gamma ray]

டோனீக வகையான கதிரீகன் மென்சீவிலுவதை தீகீககண்ட சோதனை மேல் கபலலாம்.

\* காரீய உடுகையல் உள்ள ஓடு சிறிய துகளையில் கதிரியக்கப் பெருகீ அவக்கீபபலெகீகது. படத்தில் படத்தளத்தினை செங்கீத்துத் திசையல் மென்சீவில காதீப்புவல் செயற்படுதீப்பகிறது. கிவ்வகையல் படுவதும் மென்சீவிலமாக்கீப்பல உறுய்குள் அவக்கீபபல ஓடு புதைப்பல் துகலம் அவக்கீபபலெகீகது. கதிரீகீசுப் பெருகீவநிது ஓடுகிகிற கற்றுகன் கீண்ட நெரம் புதைப்பல் துகலுடன் கீது விடுமாறு செய்ய வேணீடும். புதைப்பல் துகல்கள் கிபீகைப் பகீகம் விலகல் அடைல் திருக்கீடும். திவற்றின் விவகவகிந்து, கிவை நெரிமீகீகபலம் பெற்ற துகல்கள் எகீபது தெரிகிறது.

\* விவகல் தொவாக திவிபுதாய் திவந்நன் நனற சதிகயாக திநக்திம். டேடாக் கதிர்கன் வலக்தகப் பக்தம் விவகல் அனபகிறது. திவந்நின் விவகலவகிந்த திவ வதர் திண்ணைம் வகலன்வெனது. அன்பதும், திவந்நன் நிறை நிறைவு அன்பதும் வதனவு, திடமாக் கதிர்கன் காந்தப் புலத்தன் விவகலவதரிவை. சூகலவ திவ வன் நடுகிவைத் து கண்ணாதிம்.

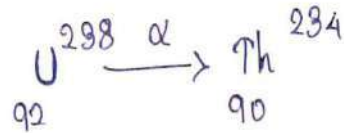


கதிரியக்க விதிகள்: [Laws of Radioactivity]

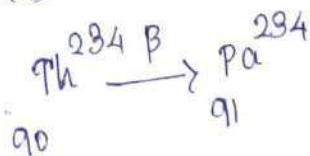
\* கதிரியக்கப் பிததவன் டுபாது சூல்பா சூல்வது டேடாக் கதிர்கன் வெனவடுகின்றன. திவ்வாறு கதிரியக்கத்தைத் தொற்றுவக்திம் டுல அணுவினை தாயணு [Parent atom] அன்பர். கதிரியக்கத்தை வெனியிடல் பன் தித்தனிமம் வேறு தனிமமாக மாடுகிறது. திதனை டேயணு அன்பர். 1913ல் காடி கதிரியக்கத்தைத் வதனவாக சூராய்க்கு, சூடு அனிய விதியனைத் கண்ணாந்நாரர். திவ்விதியை பெயர்க்கி விதி அன்பர். திதனைக் கிழ்க்கண் டவாறு கூறலாம்.

\* எல்லா கதிரியக்க மாற்றங்களின் போதும் ஒரு ஆல்பா அல்லது பீட்டா துகள் வெளிவருகிறது. ஒரு போதும் திடு துகள் களொ அல்லது அதற்கு எதிர்ப்பு உருவாகவில்லை.

\* கதிரியக்க அணு ஒரு ஆல்பா துகளை உமிழும் போது தோண்டுகின்ற செயலின் நிறை எண் நான்கும், அணு எண் திரைமும் குறைகிறது.



\* ஒரு கதிரியக்க அணு பீட்டா துகளை உமிழும் போது தோண்டுகின்ற செயலின் நிறை எண் மாறுவதில்லை. ஆனால் அணு எண் ஒன்று அதிகமாகிறது.



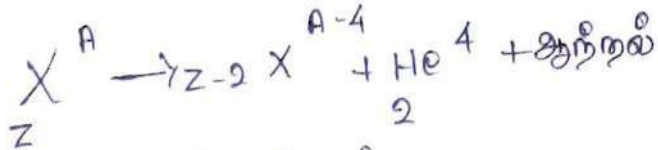
அரை ஆயுட்காலம் & நினைவு மாறியம் [half-life period and decay constant] :-

\* கதிரியக்கத்தில் ஏதாவது ஒரு நேரத்தில் நினைவுகிறது. அணுக்களின் எண்ணிக்கை, அந்த நேரத்திலுள்ள மொத்த அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும். திடு எண் சிம திடவெளிக் காலத்தில் கதிரியக்க அணுக்களின் சமபகுதி நினைவுகிறது எனக் கூறலாம்.

ஏதாவது ஒரு நேரம்  $t$ ல் கதிரியக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கை  $N_t$  எனில், அணுக்கள் நினைவு வீதம்  $-dn/dt$  ஆகும்.

## ஆல்பாக் கதிர்கள் [Alpha ray]:

\* ஆல்பாக் துகள் என்பது ஒரு ஹீலியம் அணுவாகும். ஒரு தனிமம் ஆல்பாக் துகளின் உட்கூறுபொது புதிய தனிமத்தின் நிறை எண்ணில் நான்கில் அணு எண்ணில் திரண்டில் குறைகிறது. ஆல்பாக் கதிர் திசைநிலை கிழக்கிலாவது எடுதலாம்.

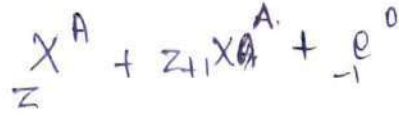


## ஆல்பாக் கதிர்களின் பண்புகள்:-

- \* ஆல்பாக் துகள்கள் நேர்மின்னூட்டம் கொண்ட துகள்களாகும். கிவற்றின் நிறை எண் 4, அணு எண் (அவ்வது) மின் சுமை 2.
- \* ஆல்பாக் துகள்களின் மீது மின்புலமோ அல்லது காந்தப்புலமோ செயற்படுத்தும் போது அவைகளைப் பிழைக்கிறது.
- \* துத்தநாக சல்பைடு, பேரியம், பிளாட்டினம் சயனைடு போன்றவற்றின் மீது விடும் போது ஒளிர்வுகளை ஏற்படுத்துகிறது.
- \* புதைப்படி தகடுகளை பாதிக்கிறது.
- \* வாயுவின் வடியாதச் செயல்பொது, அடிநிற அயனியாக்கம் அடையச் செய்கிறது. கிவற்றின் அயனியாக்கும் திறன் மிக அதிகமாகும்.
- \* ஆல்பாக் கதிர்களின் திசைவேகம்  $1.4 \times 10^8$  வி.கி.மீ.  $2 \times 10^7$  உரை அமைகிறது.
- \* கனமான தனிம அணுக்களால் ஆல்பாக் கதிர்கள் திசைநிலைகிறது.
- \* ஒரு பொருளின் மீது விடும்போது உட்புறமே ஏற்படுத்துகிறது.
- \* மெல்லிய காசுதம் உலோகத் தகடுகள் கிவற்றைத் தடுத்தி விடும். 0.01 செ.மீ தடிமன் கொண்ட அலுமினியத் தகடு, திசைநிலை போதுமானது.

## பீட்டா கதிர்கள்:- [Beta ray]

\* பீட்டா துகள் அணு ஒரு அதிவேக எலக்ட்ரானாகும். ஒரு தனிமம் பீட்டா கதிர்னை உமிழும் போது தோண்டுகின்ற புதிய தனிமத்தின் நிறை அண் மாறுவதில்லை. ஆனால் அணு அண் அன்று அதிகரிக்கிறது. பீட்டா கதிர் சிதைவினைக் கீழ்க்கண்டவாறு அடிகலாம்.



## பீட்டா கதிர்களின் பண்புகள்:-

- \* பீட்டா கதிர்கள், எதிர்மின்னாட்டம் பெற்ற துகள்களாகும்.
- \* பீட்டா கதிர்களின் மீது காந்தப்புலம் அல்லது மனிப்புலம் செயற்படுத்தும் போது விலகலடைகிறது.
- \* புனகப்படித் தகடுகளைத் பாதிக்கிறது.
- \* சூத்திராக கல்தயடு போன்ற பெருகுகளின் மீது கிடும்போது குளிர்நிலைத் தோற்றமளிக்கிறது.
- \* பீட்டா துகள்களின் அயனியாக்கத்திறன் • சூல்பா துகள்களை விடக் குறைவு.

\* பீட்டா துகள் ஒளியின் திசைவேகத்தில் 99% ஐ பெற்றிருக்கும்.

\* பீட்டா கதிர்களின் ஊடுருவுத்திறன் • சூல்பா கதிர்களை விட 100 மடங்காகும்.

## காமா கதிர்கள்:- [Gamma ray]

\* காமா கதிர்கள் மின்னாட்டமற்ற நடுநிலைத் துகள்களாகும்.

## காமா கதிர்களின் பண்புகள்:-

- \* இவை ஒளியின் திசைவேகத்தில் செல்லும் மின்காந்த அலைகள் ஆகும்.

\* காமாக் கதிர்களின் மீது காந்தரீபியமோ அல்லது மினியுமோ செயற்படுத்தும் போது, கிடை உலகலதவதில்லை.

\* திவற்றின் அலைநீளம்  $10^{-10}$  மீ முதல்  $10^{-11}$  மீ வரை கிடுக்டிம்.

\* திவற்றின் உள்கொடி திறன், ஸ்டீலாக் கதிரைவிட 100 மடங்காடும்.

\* கிடை ஒளிபடத் தகடடை பாதிக்கும்.

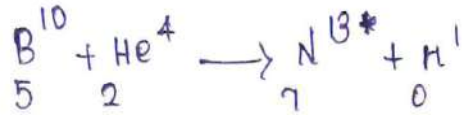
\* வாயுக்களை அயனியாக்கம் செய்யும் ஆனால் திவற்றின் அயனியாக்கத் திறன் மிகக் குறைவாடும்.

செயற்கைக் கதிரியக்கம்:- [Artificial Radioactivity]

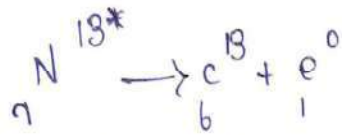
\* தியூரி, ஜோலியட் ஸ்பைர்தர்ன் 1934ல் செயற்கைக் கதிர் தியக்கத்தைக் கண்டறிந்தார்கள். கிஸ்சான தனிமங்களை ஆல்பாத் துகள்கள் கொண்டு தாக்கும் போது போறான், அயுமினியம் போன்ற கிஸ்சான தனிமங்கள் ஆல்பாத் துகள் கொண்டு தாக்கப்படன. கிலக்குத் தனிமங்களின் மீது உடும் ஆல்பாக்கதிர்கள் நீக்கப்பட மனியும் அவை கதிர்வீச்சுகள் உழிப்படுவதைக் கண்டார்கள். காந்த விலக்குத் தோதனை மூடும், அயனியாக்க குறைப்படியும், திக்கதிர் வீச்சுகளின் மின்னாடமும், நிறையும் கண்டறியப்பட்டது. திக்கதிர் வீச்சு நேர்மன்கூடமும், ஸ்கட்டரான்குடு கிணையான நிறையும் கொண்டுபிடித்தும் தெரிய வந்தது. தித்துகள்கள் பாசிட்ரான் என அழைக்கப்படுகிறது.

\* தியூரியும், ஜோலியடும் திக் நிகழ்வை விளக்கினார்கள். கிஸ்சான தனிமம் ஆல்பாத்துகள் கொண்டு தாக்கப்படும் போது அவை சிதைவுற்று குடு நிறையற்ற அணுக்ககு தோன்றுகிறது. கிடை தன்னிச்சையாக கதிர்வீச்சினை வெளிவிட்டு சிதைவுகுகிறது.

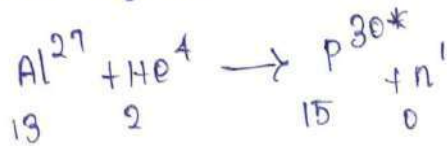
பொரானில் கீழ்க்கண்ட அணுக்கருவளை ஏற்படுத்திற்று.



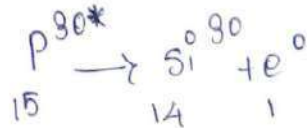
திருவி. தைரஜன் கதிரியக்கம் தொண்டது. திவை பாசிடிரானை உமிழ்ந்து நிலையான கார்பானாக திதைவுறுகிறது.



அயுமினியம் கீழ்க்கண்ட அணைக்கீடு உட்படுகிறது.



${}_{15}^{30}\text{P}^*$  ஒரு பாசிடிரானை உமிழ்ந்து சிலிகானாகத் திதைவுறுகிறது.



\* திவசான துனிமங்களைச் செயற்கை அணு மாற்றத்திற் பெறப்பட சில ஓசாடூபப்புகள் கதிரியக்கம் தொண்டதாக திருந்தது. திருநிகழ்வானை துண்டப்பட கதிரியக்கம் அல்லது செயற்கை கதிரியக்கம் அன்பர். கதிரியக்கமற்ற திவசான துனிமங்களை செயற்கை முறைப்படி கதிரியக்கத் துனிமங்களை மாற்றும் நிகழ்வானை செயற்கைத் கதிரியக்கம் அன்பர். செயற்கைத் கதிரியக்கமும், திவற்கை கதிரியக்கமும் சிதைவு அதிகலகு உட்படது. திவற்கைத் கதிரியக்கம் ஆல்பா, பீட்டா, காமாக் கதிர்களை உள்ளடக்கியது மற்றும் உமிழும் துண்டை உடைய திண்டு உடையவை. செயற்கை கதிரியக்கம் அலகீடூன், நியூட்ரான், பாசிடிரான் அல்லது காமாக் கதிர்களை உமிழ்கின்றது.

## UNIT - V (NUCLEAR FISSION AND FUSION)

### 1. Nuclear Fission

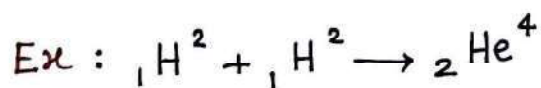
The process of breaking up of the nucleus of a heavy atom into two, more or less equal fragments with the release of a large amount of energy is known as fission.

### 2. Chain Reaction

A chain reaction is a self-propagating process in which number of neutrons goes on multiplying rapidly almost in geometrical progression during fission till whole of fissile material is disintegrated.

### 3. Nuclear Fusion

In this process, two or more light nuclei combine together to form a single heavy nucleus.



### 4. Uses of nuclear reactors

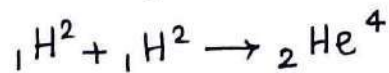
- (1) Nuclear power
- (2) production of radioisotopes
- (3) Scientific research



## Nuclear Fusion

In this process, two or more light nuclei combine together to form a single heavy nucleus. For example, when four hydrogen nuclei are fused together, a helium nucleus is formed.

Example: Mass of  ${}^2_1\text{H} = 2.014102 \text{ u}$ ;  ${}^4_2\text{He} = 4.002604 \text{ u}$ .



The initial mass of 2 deuterium atoms =  $2 \times 2.014102 = 4.028204 \text{ u}$ .

Mass of helium atom =  $4.002604 \text{ u}$ .

Decrease in mass =  $4.028204 - 4.002604 = 0.025600 \text{ u}$ .

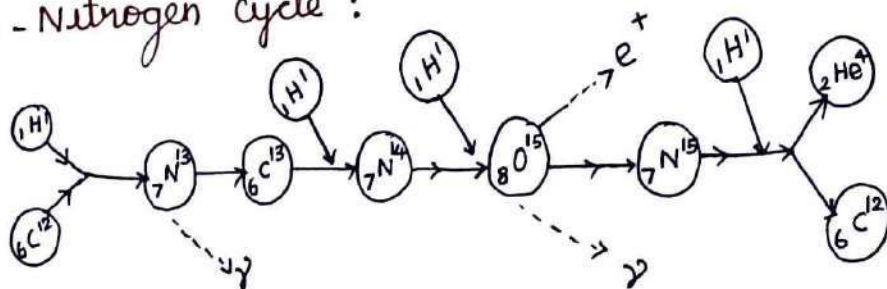
$\therefore$  Energy released =  $0.025600 \times 931.3 \text{ MeV} = 23.84 \text{ MeV}$

Thus the energy released in fusion is 23.84 MeV

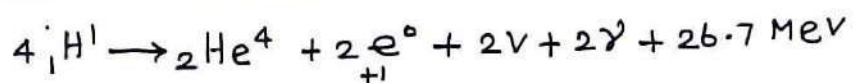
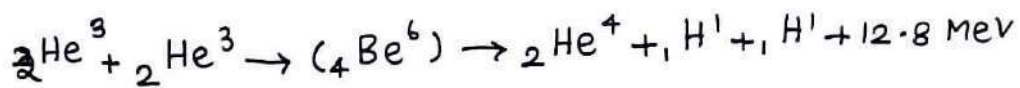
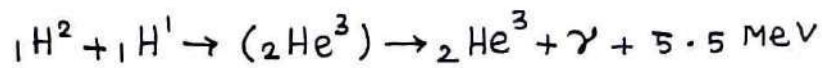
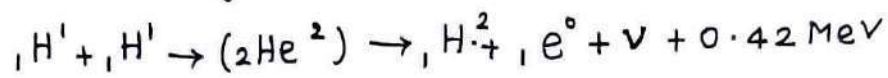
## Source of stellar Energy

The temperatures of the stars are very high and they radiate tremendous amount of energy. The sun is one of the innumerable stars. The sun radiates  $3.8 \times 10^{26}$  joules of energy each second. The origin of such a tremendous amount of energy is neither chemical nor gravitational. The fusion of protons is supposed to release the energy in the sun and in other stars.

Carbon - Nitrogen cycle :



Proton-proton cycle :



### Thermonuclear Reactions

The source of stellar energy is fusion. This suggests that a large amount of energy can be obtained by nuclear fusion. But it is not easy to fuse the light nuclei into a single nucleus. The main difficulty in the fusion of nuclei is the electric force of repulsion between the positively charged nuclei. Fusion is possible when the KE of each of the nuclei is large enough to overcome the repulsion. Fusion reactions can take place only at very high temperature. Only at these very high temperatures, the nuclei are able to overcome their mutual coulomb repulsion and enter the zone of nuclear attractive forces. Hence these reactions are called **thermonuclear reactions**.

A star is able to control thermonuclear fusion in its core because of its strong self-gravity. The thermonuclear reactions in the core of the sun cause high temperatures which generates strong outward pressures; these act against the sun's own gravity; preventing it from contracting, and holding it

in equilibrium. The equation of stellar structure, set up by A.S. Eddington, relates the gravitational force in the star to the progressive changes of pressure from its centre outwards, the magnitude of pressure to density and temperature, and the fall of temperature outwards to the flow of energy from the interior to the surface. The large mass of an astronomical system makes gravity the most important factor in determining its behaviour.

### Hydrogen bomb :

Hydrogen bomb is a device which makes use of the principle of nuclear fusion. The very high temperature required for an uncontrolled thermonuclear reaction is obtained by the detonation of an atom bomb. In this weapon, hydrogen is the core. The fission bomb produces a very high temperature, at which thermonuclear reactions start resulting in the fusion of hydrogen nuclei to form helium. Greater energy per unit mass is obtained from a hydrogen bomb than from a nuclear fission bomb.

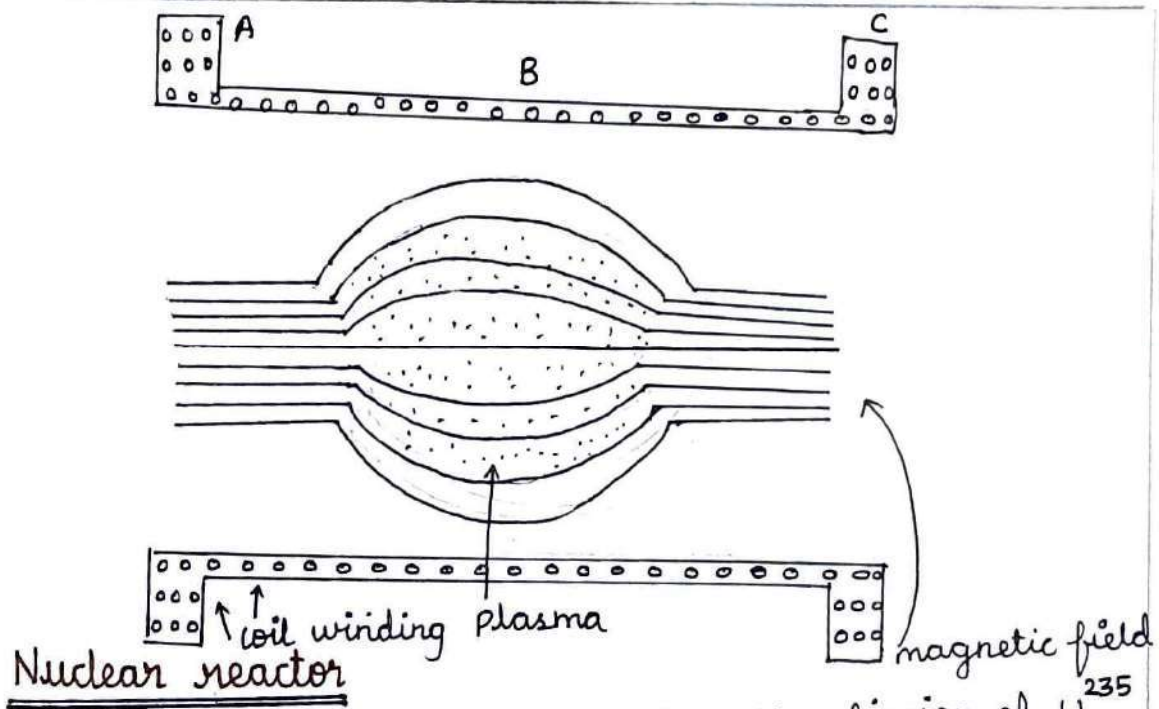
### Controlled thermonuclear reactions :

A large amount of energy is released in a fraction of a second in a hydrogen bomb. If the thermonuclear reaction could be controlled to take place more slowly

the energy released can be used for constructive purposes. We know that very high temperatures are needed to bring about a nuclear fusion process. The main problem is to produce such a high temperature. At this temperature the gas is highly ionised and is called plasma. One of the severe engineering problems is the design of a "container" in which a reaction can take place. Since almost any container under high pressure to initiate a fusion reaction. Since almost any container would melt in the presence of a plasma, attempts are being made to contain and control plasmas trapped in a specially shaped magnetic field.

Nuclear fusion as an energy source will be a boon to humanity in various ways for the following reasons:

- (1) Hydrogen is available everywhere on this planet in various forms.
- (2) The lightness of the reactant nuclei makes the energy yield per unit mass of the reacting material much greater than that in nuclear fission process.
- (3) A fusion reactor does not leave behind as in fission reactor radioactive waste, the disposal of which poses a tremendous problem.



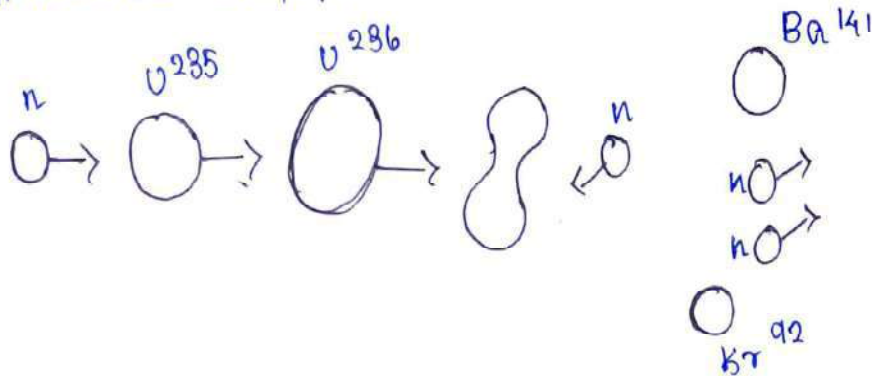
Nuclear reactor

We know that during the fission of  $U^{235}$  a large amount of energy is released. The atom bomb is due to an uncontrolled chain reaction. A very large amount of energy is liberated within an extremely small interval of time. Hence it is not possible to direct this energy for any useful purpose. But in a nuclear reactor, the chain reaction is brought about under controlled conditions. If the chain reactions is put under control, after some time a steady state is established. Under a steady state, the rate of energy production also attains a constant level. Such a device in which energy is released at a given rate is known as a nuclear reactor.

# UNIT - V (NUCLEAR FISSION AND FUSION)

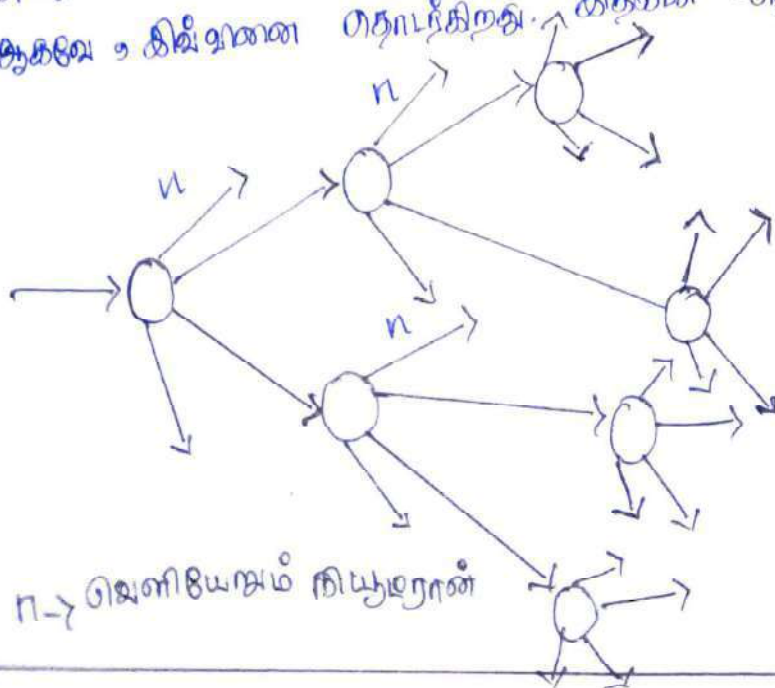
அணுக்கி பிளவை:- [Nuclear fission]

\* சில நியூட்ரான்களும், அதிகமான ஆற்றலுடன் வெளி உலகை பருவான தனிமம், சிர்ண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட திரவமான தனிமங்களாகப் பிளவுபடுதலை "அணுக்கி பிளவை" என்பர்.



தொடர்ச்சி பிளவை:- [chain reaction]

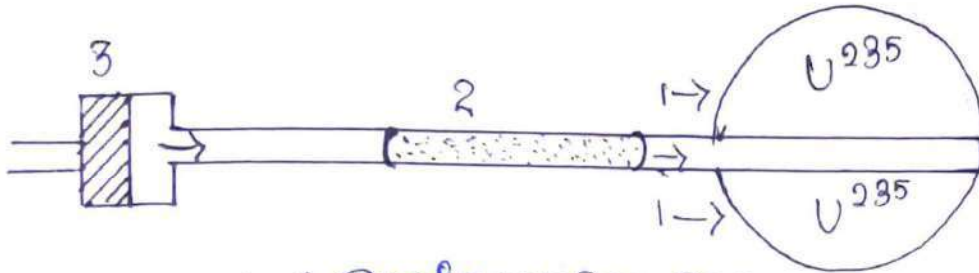
\* அணுக்கி பிளவையின் போது சராசரி 2.5 நியூட்ரான்கள் வெளிப்படுகின்றன. சில நியூட்ரான்கள் உட்கவரப்படுகின்றன. மற்றவை அணுக்கி பிளவை மீண்டும் தொடர்ச்சியாக ஏற்படுத்துகிறது. சூதகலம், கிழிவுகளை தொடர்கிறது. கிதனை "தொடர்ச்சி பிளவை" என்பர்.



$n \rightarrow$  வெளிப்பாடும் நியூட்ரான்

## அணு குண்டு:- [Atom bomb]

\* வியந்தகயல் கிடைக்கும் யுரேனியம் 99.28%  $U^{238}$  ஐயும் 0.72%  $U^{235}$  ஐயும் கொண்டிருக்கும். இது மிக சிறந்த ஆற்றலை வெளிப்படுத்துவதற்கு பயன்படும். அணு குண்டில் வெடிக்கக்கூடிய வகையில் அணுக்கள் வினை அதிக ஆற்றலை மிகக் குறைந்த வேகத்தில் வெளிப்படுத்தும் நிலையில் அமை வேண்டும்.



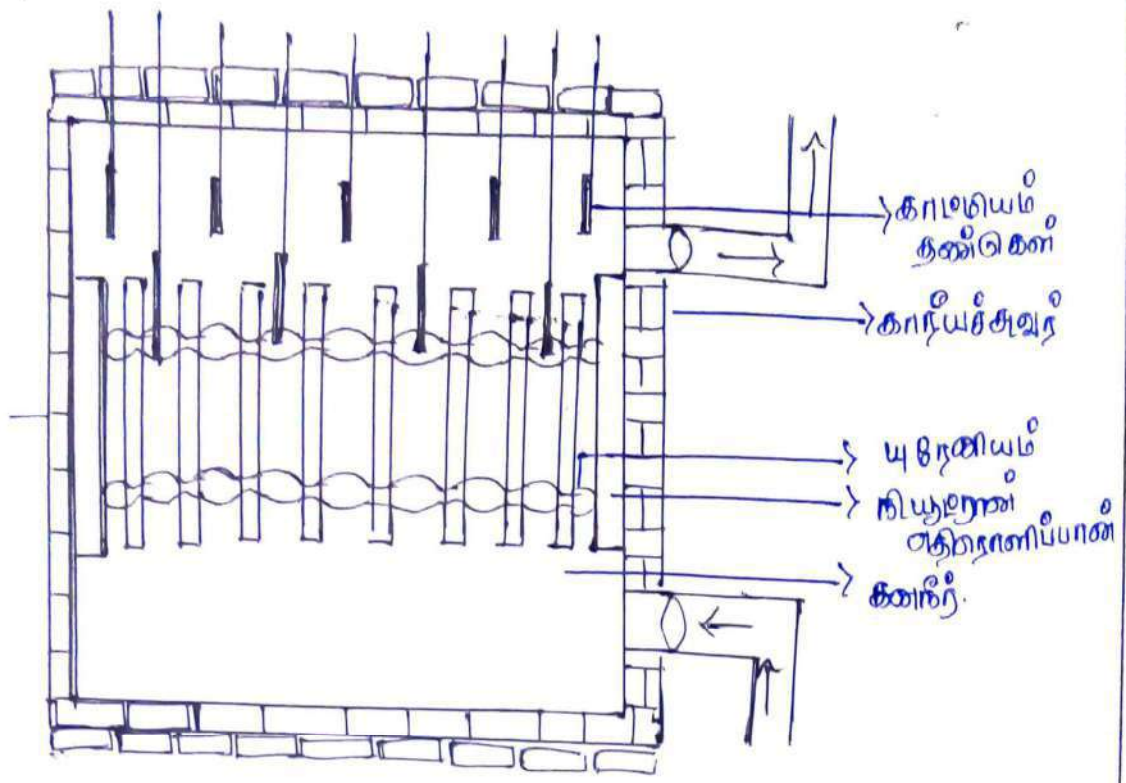
- \* 1 குறைந்த மாறுகிவை நிறை
- \* 2 உருளை வடிவ நிறை
- \* 3 வெடிக்கிற தாதனம்.

\* குண்டு வெடிக்கும் போது பல மில்லியன் டிகிரி வெப்பநிலையும் பல மில்லியன் அண்டைம அளவுகளும் உருவாகிறது. மிக அதிக அளவில் கதிரியகீகத் தனிமங்களும் வெளிவருகின்றன. குண்டு வெடிக்கும் போது வெப்பநிலை உயர்கிறது. தித்தகய அணு குண்டு குறண்டாம் உலகப் போரில் ஐப்பாண்ட் நாகசாகி • ஹிரோஷிமா நகரங்களில் வெடிக்கப்பட்டு பெரும் சூதும் பாதிப்பை ஏற்படுத்தியது.

## அணுக்கரு உலை:- [Nuclear Reactor]

\* அணுக்கரு உலை என்பது மருமையான கட்டுப்பாட்டோடு கரிசார்பு உடைய அணுக்கரு குதாப்தவணை நிகடும் அமைப்பாகும்.

\* முதலாவது அணுக்கரு உலை U.S.A கில் உள்ள சிகாகோ அணுமடத்தில் 1942ல் நிகழப்படிது.



அணுக்கிடு உலையின் முக்கியமான பகுதிகள்:-

- \* மொஷ்கிபெரம் பொருள்கள்
- \* நியூட்ரான் டூவம்
- \* சுனிப்பான்
- \* காம்பெரெந்தும் கட்டுகள்
- \* கொரீப்பான்
- \* நியூட்ரான் சுதிரநாணிப்பான்
- \* குவீபு அறைகள்

அணுக்கிடு உலையின் பயன்கள்:-

- \* அணுக்கிடு உலையிலிருந்து வெளியாகும் சூற்றல் உயிப்ப ஷாத்திம் வெளியாகுகிறது.
- \* அணுக்கிடு உலை நியூட்ரானின் டூவாக சிடுப்பதினால் நியூட்ரான் அளிப்பு அனைத்து பற்றி சிராய்ச்சுதற்றிப் பயன்படுகிறது.
- \* ரேடியோ ஓசோபேரீயுகள் உருவாக்கப் பயன்படுகிறது.



திரிதயாவிபுள்ள அணுக்கரு உலைகள்:-

- \* அப்பரா
- \* கனடா- திரிதய உலை
- \* ரஜர்ஸிமா
- \* புர்ஸிமா

அணுக்கரு இணைவு :- [Nuclear Fusion]

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்படும் திரிதயான அணுக்கருக்களை இணைப்பதன் மூலமாக புதிய அணுக்கரு உண்டாவதை அணுக்கரு இணைவு என்றழைக்கப்படுகிறது.

விண்வெளி ஆற்றல் :- [source of stellar energy]

\* திரிதயான அணுக்கருக்கள் இணைந்து சூன் அணுக்கருவை உருவாக்கும் துகறியினால் ஏற்படும் விண்வெளி ஆற்றலாகும். சூரியனின் உட்பகுதி வெப்பநிலை  $14 \times 10^7$  K ஆகும். துகறியினால் வெப்பநிலை  $10^8$  K அளவில் உள்ளது. சூரியனில் அடையியல்பும் மொத்த ஆற்றலாக  $5.8 \times 10^{26}$  கிலோ வாட் அளவு கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. அணுக்கரு இணைவே அத்தகைய வெப்பநிலைக்குக் காரணமாகும். புரோட்டான்கள் சேர்ந்து ஹீலியம் உட்கருவை உண்டாக்குகின்றன. இந்த அணுக்கரு வினைகள் கார்பன் திரிதயா அணுவாக மாற்றப்படுகின்றன.

\* சூரியனின் உட்பகுதியின் வெப்பநிலை  $14$  மில்லியன் ஆகும். இந்த வெப்பநிலையில் நான்கு புரோட்டான்கள் இணைந்து ஹீலியம் அணுக்கருவாக மாறுகிறது.

வெப்ப அணுக்கரு உடையனின் சீழ்நீதி:- [Thermonuclear Reactions]

\*  $U^{235}_{92}$  உட்கரு வெப்ப நியூட்ரான்களைப் பிளக்கப்படுவதாக

தொண்டுவாம். திரிபிளபீயஸ் உருவாகும் வேக நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை

V. திதே போன்ற  $U^{238}_{92}$  பிளவுநீறு கூடுதல் வேக நியூட்ரான்களை

உருவாக்குகின்றன. நியூட்ரான்களில் ஓர்பகுதி திவ்வதை மிதிப்பாடு E

எனும் காரணி தொண்டு விளக்கப்படுகிறது. திதவே வேக பிளப்பு

காரணி எனப்படுகிறது.  $E > 1$  எனும் நிலையில் தேவையான நியூட்ரான்கள்

V E ஆகும். E அப்போதும் 1.03 மதிப்பு கொண்டது. நீண்ட

நேரம் நிலைத்திருக்கும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மேலும் வெப்ப

சூற்றைப் பெறும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை  $V < E$  ஆகும்.

$$\Rightarrow v \epsilon p f \left[ \frac{\partial f}{\partial a} \right]$$

$$\text{திப்போது } v \left[ \frac{\partial f}{\partial a} \right] = \eta$$

$$k = \eta \epsilon p f$$

$$k_{\infty} = \eta \epsilon p f$$

அணுகரு இணை :- [Atom Bomb]

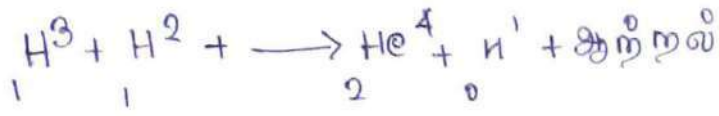
வெடிமரசு இணை :- [Hydrogen Bomb]

\* வெடிமரசு இணை திவ்வதை திவ்வதை அணுக்கருக்கள்

திவ்வதை ஓர்பகுதி மிக அதிகமான வெடி சூற்றை வெளிப்படுகிறது.

• அணுக்கடு திணையு  $10^{16}$  போன்ற உயர்வெப்பநிலையல் தான் குற்படுல். எனவே அணுக்கடு திணையு குற்படுவதற்கு இன் அலற்றின் வெப்பநிலை பல மில்லியன் டிகிரிகளுக்கு உயர்த்தப்பட வேண்டும். அணுக்கடு திணையுஅற்றித் தேவையான வெப்பநிலை அணுக்கடு பிளவு அணையின் சூலமாகப் பெறப்படுகின்றது.

\* முதலல் அணுகுண்டு ஒன்றை வெடித்து 50 மில்லியன் டிகிரி வெப்பநிலை குற்படுத்தப்படும். அணுகுண்டு வெடிப்புக்கடுதில் டியூட்டிரானியம், டிரிடேலானியம் வெக்கப்படுகடுக்கும். சாதகமான வெப்பநிலையல் அணுக்கடு திணைப்பை தடுப்பாடற்ற குறையில் குற்படுத்தினால் கிக அதிக அளயல் வெடிப ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. அறநேரன் குண்டில் குற்படும் திணைப்பு அணைய கீழ்க்கண்ட சமன்பாடால் அடுகலாம்.



\* கடுயஅற்றின் கிணறக்கிச் சமனாகவோ அல்லது அதிகமாகவோ கடுகடுகடு. அலற்றின் தற்குழந்தி டிகிரி  $\frac{1}{2}$  டிரேடடான் தலிர டற்ற அல்லாப் பெரியான்களும் கிலையற்றவை • பெரியான்கள் கடு வணகப்படுல்.

\* நியூக்ளியான்கள்

\* அறப்பிரான்கள்.

பிளாஸ்மா:- [plasma]

பருப்பொருள்கள் டிரீஸ் நிறையான நிலை கொண்டிருக்கின்றன. அவை,

- \* திடப்பொருள்
- \* திரவப்பொருள்
- \* வாயுப்பொருள்

\* திடப்பொருள் அடர்த்தி அதிகமான திண்துகள்கள் நன்றாகப் பிணைக்கப்பட அமைப்பாகும். ஆகவே கிடை ஒரு குறிப்பிடப்படாத அளவு கொண்டிருக்கும். திரவப் பொருள் அடர்த்தியான திண்துகள்கள் பொருள்களால் ஆனது. ஆகவே கிடை எந்தக் கதாங்குலத்தும் உள்ளதாக, அதன் அளவுப் பெருகிறது, குறைந்த அடர்த்தி கொண்ட அணுக்களின் சேர்க்கையே வாயுவாகும். விவற்றிந்தி குறிப்பிடப்படாத அளவுப் பொருளை கிடைவாகும். அதற்கு அடுத்ததாக ஒரு புதிய நிலை உள்ளதாக கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. பொருளின் நான்காவது நிலையை பிளாஸ்மா என்பர்.

\* வாயு இருவதும் மின்சூழல் துகள்கள் தோன்றுகின்றன. வாயு இருவதும் மின்சூழல் பெற்ற துகள்களால் அமைகிறது. ஆகவே வாயுவானது நான்காவது நிலையை அடைகிறது. திரிநிலையை பிளாஸ்மா என்பர்.

## REFERENCES :

1. MODERN PHYSICS – R.MURUGESHAN, S.CHAND & CO LTD
2. அணுக்கரு இயற்பியல் – A.SUNDRAVELU SAMY, PRIYA PUBLICATIONS