அணு மற்றும் அணுக்கரு இயற்பியல்

இயற்பியல் – 2 | அலகு 9

பெயர் :

வகுப்பு : 12 பிரிவு :

பள்ளி :

தேர்வு எண் :

தாமின் புறுவது உலகின் புறக்கண்டு
காமுறுவர் கற்றறிந் தார்

தமக்கு இன்பம் தருகின்ற கல்வியறிவு உலகத்தாருக்கும் இன்பம் தருவதைக் கண்டு,
அறிஞர்கள் மேலும் மேலும் பலவற்றைக் கற்றிட விரும்புவார்கள்

webStrake

victory R. SARAVANAN. M.Sc, M.Phil, B.Ed.,
PG ASST (PHYSICS)
GBHSS. PARANGIPETTAI - 608 502

2 மற்றும் 3 மதிப்பெண் வினா – விடைகள்

1. கேதோடு கதிர்கள் என்றால் என்ன ?

- மின்னிறக்க குழாயினுள் அழுத்தம் 0.01 mm பாதரச அளவில் உள்ளபோது, ஆனோடிற்கும் கேதோடிற்கும் இடையே ***குரூக் இருண்ட பகுதி*** உருவாகிறது.
- இந்நிலையில் குழாயின் சுவர் பச்சை நிறத்தில் ***ஒளிர்கிறது.***
- இது கேதோடிலிருந்து வெளியேறும் ஒரு வகை கண்ணிற்குப் புலனாகாத கதிர்களால் ஏற்படுகிறது. இக்கற்றைகள் ***கேதோடு கதிர்கள்*** (*எலக்ட்ரான்கற்றை*) எனப்படும்.

2. கேதோடு கதிர்களின் பண்புகள் யாவை ?

கேதோடு கதிர்கள் :

- இவை அதிவேகத்துடன் நேர்கோட்டில் செல்கின்றன.
- இவை ஆற்றல் மற்றும் உந்தத்தைப் பெற்றுள்ளன.
- இவை மின் மற்றும் காந்தப்புலங்களால் விலக்கம் அடைகின்றன. இவ்விலக்க திசையானது, இவை ***எதிர்மின்துகள்கள்*** எனக் காட்டுகிறது.
- பொருள்கள் மீது கேதோடு கதிர்கள் விழும்போது வெப்பம் உருவாகிறது.
- இவை புகைப்படத் தகட்டை பாதிக்கின்றது.
- இவை ஒளிர்தலை ஏற்படுத்துகிறது.
- அதிக எடை கொண்ட பொருள் மீது இவை மோதும் போது, X – கதிர்கள் உருவாகின்றன.
- இவை வாயுக்களை அயனியாக்கம் செய்யும்.
- இவை ஒளியின் வேகத்தில் $\left(\frac{1}{10}\right)$ மடங்கு வரை செல்லும்.

3. மின்னூட்ட எண் வரையறு.

- ஓரலகு நிறைக்கான மின்னூட்ட மதிப்பு மின்னூட்ட எண் அல்லது நிறை–இயல்பு நிலை மின்னூட்டம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.
- இதன் அலகு $C\,kg^{-1}$

4. ரூதர்போர்டு ஆல்பா சிதறல் ஆய்வின் முடிவுகளைக் கூறுக

ரூதர்போர்டு ஆய்வின் முடிவுகள் :

- அணு ஒன்றின் மொத்த நேர்மின்னுட்டமும், அதன் மிகப்பெருமளவு நிறையும், $10^{-14}\,m$ அளவு கொண்ட அதன் மையப்பகுதியில் குவிந்துள்ளது. அப்பகுதி ***அணுக்கரு*** எனப்படும்.
- இதனை சுற்றியுள்ள வெற்றிடத்தில், எதிர்மின்னூட்டம் கொண்ட எலக்ட்ரான்கள் விரவப்பட்டுள்ளன.
- எதிர்மின்துகள்கள் நிலையாக இருந்தால், அவை சமநிலையில் இருக்க இயலாது. எனவே சூரியனைச் சுற்றி கோள்கள் வட்டப்பாதையில் இயங்குவதைப் போல், அணுக்கருவைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் இயங்குகின்றன.

5. மீச்சிறு – அணுகு தொலைவு வரையறு. அதற்கான கோவையைப் பெறுக.

வரையறை :

- அணுக்கருவை நோக்கி ஒரு ஆல்பா துகள் செல்லும் போது, குறிப்பிட்ட ஒரு புள்ளியை அது அடைந்து பின் சிறிது நேரம் நின்று பின் திரும்புகின்றது. இவ்வாறு 180° கோணத்தில் எதிரொளிப்பு அடைவதற்கு முன், ஆல்பா துகள் மற்றும் அணுக்கரு ஆகிய இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள சிறும தொலைவு மீச்சிறு–அணுகு தொலைவு எனப்படும்.

சமன்பாடு :

- மீச்சிறு–அணுகு தொலைவில் (r_0), ஆல்பா துகளின் இயக்க ஆற்றல் அனைத்தும் நிலை மின்னழுத்த ஆற்றலாக மாற்றப்படுகின்றது.

$$\frac{1}{2}\,m\,v_o^{\,2} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\,\frac{(2e)(Ze)}{r_o}$$

$$r_o = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\,\frac{2\,Z\,e^2}{\left(\frac{1}{2}m\,v_o^{\,2}\right)}$$

$$\boldsymbol{r_o = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\,\frac{2\,Z\,e^2}{E_K}} \qquad ----\ (1)$$

- இங்கு, $E_K \rightarrow$ ஆல்பாதுகளின் இயக்கஆற்றல்

6. மோதல் காரணி வரையறு.

- தங்க அணுக்கருவின் மையத்திற்கும், ஆல்பா துகள் அதிக தொலைவில் உள்ள போது அதன் (நீட்டிக்கப்பட்ட) திசைவேக வெக்டரின் திசைக்கும் இடைப்பட்ட செங்குத்துத் தொலைவானது, மோதல் காரணி (b) என வரையறுக்கப்படுகிறது.

7. ரூதர்போர்டு மாதிரியின் குறைபாடுகள் யாவை ?

(1) அணுவின் நிலைதன்மை :

- பண்டைய மின்னியக்கவியல் கொள்கையின் படி, முடுக்கப்பட்ட மின்துகள் மின்காந்தக் கதிர்களை உமிழ்கிறது. இதனால் அது ஆற்றலை இழக்கின்றது. எனவே, அதன் ஆரம் சிறிது சிறிதாக குறைந்து, சுருள்வட்டப் பாதையில் சென்று, இறுதியில் அணுக்கருவினுள் விழ வேண்டும். இதனால் அணு சிதைவுற வேண்டும்.
- ஆனால் இவ்வாறு நடைபெறாமல், அணுக்கள் நிலைத்தன்மையுடன் உள்ளன.
- எனவே ரூதர்போர்டு மாதிரி அணுக்களின் நிலைத்தன்மையை விளக்க முடியவில்லை.

(2) வரிநிறமாலை :

- இந்த மாதிரி படி, கதிர்வீச்சின் நிறைமாலை தொடர் வெளிவிடு நிறமாலையாக இருக்க வேண்டும்.
- ஆனால் சோதனை முடிவுகள், அணுக்கள் வரி நிறைமாலையையே வெளிவிடுகின்றன எனக் காட்டுகின்றது.

8. போர் அணு மாதிரியின் எடுகோள்கள் யாவை ?

எடுகோள் (1) :

- கூலூம் நிலைமின்னியல் கவர்ச்சி விசையினால் அணுக்கருவைச் சுற்றி ஓர் எலக்ட்ரான் வட்டப்பாதையில் இயங்குகின்றது.
- வட்டப்பாதையில் எலக்ட்ரான் இயங்கத் தேவையான மையநோக்கு விசையை இந்த கூலூம் விசை தருகிறது.

எடுகோள் (2) :

- எலக்ட்ரான்கள் குறிப்பிட்ட சில தனித்தனியான பாதைகளில் அணுக்கருவைச் சுற்றி வருகின்றன. இப்பாதைகளில் அவை மின்காந்த ஆற்றலை கதிர் வீசுவதில்லை. இவை நிலைத்தன்மை பெற்ற பாதைகள் ஆகும்.
- இத்தகைய நிலைத்தன்மை பெற்ற சுற்றுபாதைகளில், உள்ள எலக்ட்ரானின் கோண உந்தத்தின் (l) மதிப்பானது $\frac{h}{2\,\pi}$ – ன் முழு எண் மடங்காக இருக்கும்.
- இதன் சமன்பாடு வடிவம்,

$$\boldsymbol{l = n\,\frac{h}{2\,\pi} = n\,\hbar}$$

இங்கு, $n \rightarrow$ முதன்மை குவாண்டம் எண்

- இதுவே ***கோண உந்த குவாண்டமாக்கல்*** அல்லது ***குவாண்டமாக்கல் நிபந்தனை*** எனப்படும்.

எடுகோள் (3) :

- சுற்றுபாதைகளின் ஆற்றல் தொடர்ச்சியாக இல்லாமல், தனித்தனி மதிப்பகளைக் கொண்டுள்ளன. இதுவே ***ஆற்றலின் குவாண்டமாக்கல்*** எனப்படும்.
- இரு சுற்றுபாதைகளின் ஆற்றல் வேறுபாட்டுக்குச் சமமான ஆற்றல் கொண்ட ஃபோட்டானை உட்கவர்வதனாலோ அல்லது வெளிவிடுவதனாலோ எலக்ட்ரான் ஒரு சுற்றுப்பாதையிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு தாவ இயலும்.

$$\Delta E = E_f - E_i = h\,\nu = h\,\frac{c}{\lambda}$$

- இங்கு, $c \rightarrow$ ஒளியின் திசைவேகம்

9. கிளர்வு ஆற்றல் என்றால் என்ன ?

☞ எந்தவொரு குறைந்த ஆற்றல் நிலையிலிருந்தும் அதைவிட அதிக ஆற்றல் நிலைக்கு ஒரு எலக்ட்ரானை கிளர்வுறச் செய்ய தேவைப்படும் ஆற்றல் கிளர்வு ஆற்றல் எனப்படும்.

10. கிளர்வு மின்னழுத்தம் வரையறு.

☞ ஓரலகு மின்னூட்டம் பெற்ற மின்துகள் ஒன்றின் கிளர்வு ஆற்றல் கிளர்வு மின்னழுத்தம் எனப்படும்.

11. அயனியாக்க ஆற்றல் வரையறு.

☞ அணுவின் எலக்ட்ரான் ஒன்றினை அதிலிருந்து வெளியேற்றத் தேவைப்படும் சிறும ஆற்றல் பிணைப்பு ஆற்றல் அல்லது அயனியாக்க ஆற்றல் எனப்படும்.

12. அயனியாக்க மின்னழுத்தம் வரையறு.

☞ ஓரலகு மின்னூட்டத்திற்கான அயனியாக்க ஆற்றல் அயனியாக்க மின்னழுத்தம் எனப்படும்.

13. போர் அணு மாதிரியின் குறைபாடுகளை தருக.

<u>போர் அணு மாதிரியின் குறைபாடுகள்</u> :

☞ ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் போன்ற அணுக்களை தவிர பிற சிக்கலான அணுக்களுக்கு போர் அணு மாதிரி பொருந்துவதில்லை

☞ ஹைட்ரஜன் நிறமாலையின் வரிகளை உற்று நோக்கும் போது, ஒவ்வொரு வரியும் பல நுண்ணிய வரிகளினால் ஆனதாக உள்ளது. இது ***நுண் வரியமைப்பு*** எனப்படும். போர் கொள்கை இதற்கு விளக்கம் தரவில்லை

☞ நிறமாலை வரிகளின் செறிவில் காணப்படும் மாற்றங்களுக்கான விளக்கம் தரப்படவில்லை.

☞ அணுக்களில் எலக்ட்ரான்களின் பகிர்வு தொடர்பான முழுமையான விளக்கம் இக்கொள்கையால் தரப்படவில்லை.

14. அணு நிறை அலகு வரையறு.

☞ அணுநிறை அலகு (u) என்பது கார்பன் ஐசோடோப்பின் ($^{12}_{6}C$) நிறையில் 12 –ல் ஒரு பங்குக்கு சமமாகும்.

$$\mathbf{1\,u = 1.66 \; X \; 10^{-19}\; kg}$$

15. அணுக்கருவின் அளவுக்கான சமன்பாட்டை தருக.

☞ அணுக்கருவின் ஆரத்திற்கான சமன்பாடு,

$$\mathbf{R = R_O \, A^{\frac{1}{3}}}$$

இங்கு, $R_O = 1.2\,F$ $\quad [1\,F = 10^{-15}\,m]$

16. அணுக்கரு அடர்த்தி வரையறு.

☞ அணுக்கருவின் நிறைக்கும், அணுக்கருவின் பருமனுக்கும் இடையேயான விகிதம் அணுக்கரு அடர்த்தி எனப்படும்.

$$\boldsymbol{\rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R_O^3} = 2.3 \; X \; 10^{17}\; kg\, m^{-3}}$$

17. நிறை குறைபாடு என்றால் என்ன ?

☞ அணுக்கரு ஒன்றின் உண்மை நிறையானது, அதிலுள்ள நியூக்ளியான்களின் நிறைகளின் கூட்டுத்தொகையை விட குறைவாக இருக்கும்.

☞ கருத்துகள்களின் நிறைகளின் கூடுதலுக்கும், அணுக்கருவின் உண்மை நிறைக்கும் உள்ள வேறுபாடு நிறை குறைபாடு அல்லது நிறை இழப்பு (Δm) எனப்படும். $\boldsymbol{\Delta m = (Z\, m_p + N\, m_n) - M}$

18. பிணைப்பு ஆற்றல் வரையறு ?

☞ $\boldsymbol{Z}$ புரோட்டான்களும், $\boldsymbol{N}$ நியூட்ரான்களும் இணைந்து ஒரு அணுக்கருவை உருவாக்கும் போது மறையும் நிறையானது (Δm) ஆற்றலாக மாறி கருத்துகள்களை அணுக்கருவினுள் பிணைத்து வைக்கிறது. இதுவே பிணைப்பு ஆற்றல் ($\boldsymbol{BE}$) எனப்படும்.

$$\boldsymbol{BE = \Delta m\, c^2 = \left[(Z\, m_p + N\, m_n) - M\right] c^2}$$

19. ஒரு அணுநிறை அலகிற்கு (1u) சமமான ஆற்றலை கணக்கிடுக.

☞ ஐன்ஸ்டீன் நிறை – ஆற்றல் சமத்தன்மையைப் பயன்படுத்தி கணக்கிடப்பட்ட மதிப்பு,

$E = m\,c^2 = (1\,u)\; X\; (3\; X\; 10^8)^2$

$E = 1.66\; X\; 10^{-27} X\; 9\; X\; 10^{16} = 14.94\; X\; 10^{-11}\; J$

☞ $1\; eV = 1.602\; X\; 10^{-19}\; J$ என்பதால்,

$\boldsymbol{E = 931\; MeV}$

20. நியூக்ளியான் ஒன்றுக்கான பிணைப்பாற்றல் என்பதன் அர்த்தத்தை கூறுக.

☞ அணுக்கரு ஒன்றிலிருந்து ஒரு நியூக்ளியானை வெளியேற்றத் தேவைப்படும் ஆற்றல் ஒரு நியூக்ளியானுக்கான சராசரி பிணைப்பாற்றல் எனப்படும். இது அணுக்கருவின் நிலைத்தன்மையை அளவிடும்.

21. அணுக்கரு விசை என்றால் என்ன ?

☞ அணுக்கருவினுள் உள்ள புரோட்டான்களுக்கு இடையே செயல்படும் கூலூம் விலக்கு விசையை விட வலிமையான கவர்வு விசை ஒன்று செயல்பட்டு, கருத்துகள்கள் சிதறிப்போகாமல் அணுக்கருவைப் பிணைத்து வைத்திருக்கும். இந்த கவர்வு விசையே அணுக்கரு விசை எனப்படும்.

22. அணுக்கரு விசையின் பண்புகள் யாவை ?

<u>அணுக்கரு விசையின் பண்புகள்</u> :

☞ இதன் நெடுக்கம் மிகக் குறைவு. ஒரு சில பெர்மி தொலைவு வரை மட்டுமே செயல்படும்.

☞ இயற்கையிலேயே மிகவும் வலிமையானது அணுக்கரு விசையே ஆகும்.

☞ வலிமைமிக்க அணுக்கரு விசை ஒரு கவர்வு விசையாகும். இது அனைத்து ஜோடிகளுக்கும் இடையே சமவலிமையுடன் செயல்படுகிறது.

☞ அணுக்கரு விசையானது எலக்ட்ரான்களின் மீது செயல்படாததால், அது அணுவின் வேதியியல் பண்புகளை மாற்றியமைப்பதில்லை.

23. குறியீட்டு முறையில் பின்வருவனவற்றை எழுதுக.

(1) ஆல்பா சிதைவு, (2) பீட்டா சிதைவு, (3) காமா சிதைவு

(1) <u>ஆல்பா சிதைவு</u> :

☞ தனிமம் ஒன்று ஆல்பா துகளை ($^{4}_{2}He$) வெளியிட்டு சிதைவடையும் போது அதன் அணு எண் (Z) இரண்டும், நிறை எண் (A) நான்கும் குறையும்.

$$^{A}_{Z}X \;\longrightarrow\; ^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

☞ எடுத்துக்காட்டு,

$$^{238}_{92}U \;\longrightarrow\; ^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

(2) <u>பீட்டா சிதைவு</u>

(i) **<u>β^- சிதைவு</u> :**

☞ தனிமம் ஒன்று எலக்ட்ரானை e^- ($^{0}_{-1}e$) வெளியிட்டால் அது $\boldsymbol{\beta^-}$ சிதைவு எனப்படும். இதில் அதன் அணு எண் (Z) ஒன்று அதிகரிக்கும், நிறை எண் (A) மாறாது.

$$^{A}_{Z}X \;\longrightarrow\; {}_{Z+1}^{A}Y + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

☞ எடுத்துக்காட்டு,

$$^{14}_{6}C \;\longrightarrow\; ^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

(ii) **<u>β^+ சிதைவு</u> :**

☞ தனிமம் ஒன்று பாசிட்ரானை e^+ ($^{0}_{1}e$) வெளியிட்டால் அது $\boldsymbol{\beta^+}$ சிதைவு எனப்படும். இதில் அதன் அணு எண் (Z) ஒன்று குறையும், நிறை எண் (A) மாறாது.

$$^{A}_{Z}X \;\longrightarrow\; {}_{Z-1}^{A}Y + {}^{0}_{1}e + \nu$$

☞ எடுத்துக்காட்டு,

$$^{22}_{11}Na \;\longrightarrow\; ^{22}_{10}Ne + {}^{0}_{1}e + \nu$$

(3) <u>காமா சிதைவு</u> :

☞ கிளர்ச்சி நிலையில் உள்ள அணுக்கரு ஒன்று அடிநிலைக்கு திரும்பும் போது உயர் ஆற்றல் ஃபோட்டான்களை வெளிவிடுகின்றது. இது காமா சிதைவு எனப்படும்.

☞ காமா சிதைவில், அணு எண் மற்றும் நிறை எண்ணில் எவ்வித மாற்றமும் இருப்பதில்லை.

$$^{A}_{Z}\boldsymbol{X}^* \;\longrightarrow\; ^{A}_{Z}X + \text{காமா கதிர்கள் } (\gamma)$$

☞ எடுத்துக்காட்டு,

$$^{12}_{5}B \;\longrightarrow\; ^{12}_{6}C^* + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

$$^{12}_{6}C^* \;\longrightarrow\; ^{12}_{6}C + \gamma$$

24. சிதைவு ஆற்றல் என்றால் என்ன ?

- ஒரு சிதைவின் போது, சேய் அணுக்கரு மற்றும் விளை பொருள் ஆகியற்றின் மொத்த நிறையானது, தாய் அணுக்கருவின் நிறையை விடக் குறைவாக இருக்கும்.
- இந் நிறையில் காணப்படும் வேறுபாடு (Δm) ஆற்றலாக வெளிப்படுகின்றது. இந்த ஆற்றலுக்கு சிதைவு ஆற்றல் (Q) எனப்படும்.
- Q > 0 எனில், சிதைவு தன்னிச்சையானது.
  Q < 0 எனில், சிதைவு தன்னிச்சையாக நிகழாது.

25. ஆல்பா சிதைவின் போது நிலைதன்மையற்ற அணுக்கருவானது ஏன் $^{4}_{2}He$ அணுக்கருவை வெளிவிடுகின்றது ? அது ஏன் நான்கு தனித்தனி நியூக்ளியான்களை வெளிவிடுவதில்லை ?

- எடுத்துகாட்டாக $^{238}_{92}U$ அணுக்கருவானது நான்கு தனித்தனி நியூக்ளியான்களை வெளியிடுவதன் மூலம் $^{234}_{90}Th$ அணுக்கருவாகச் சிதைவுற்றால், இந்த நிகழ்வின் சிதைவு ஆற்றல் Q எதிர்குறி கொண்டதாக இருக்க வேண்டும்.
- ஆல்பா சிதைவிற்கு பிறகு உண்டாகும் விளைவுப் பொருள்களின் மொத்த நிறையானது, தாய் அணுக்கருவின் ($^{238}_{92}U$) நிறையை விட அதிகமாக இருக்கும் என்பதை காட்டுகிறது.
- ஆற்றல் மாறா விதியை இது மீறும் என்பதால் இத்தகைய நிகழ்வு இயற்கையில் ஏற்படாது.

26. பாசிட்ரான் பற்றி குறிப்பு வரைக.

- பாசிட்ரான் என்பது, எலக்ட்ரான் நிறையும் மற்றும் நேர் மின்னூட்டமும் கொண்ட எலக்ட்ரானின் எதிர்துகள் ஆகும்.

27. நியூட்ரினோவின் பண்புகள் யாவை ?

<u>நியூட்ரினோவின் பண்புகள்</u> :

- அதன் மின்னூட்டம் சுழி.
- அது எதிர் நியூட்ரினோ என்ற எதிர்துகளை பெற்றுள்ளது.
- இது மிகச் சிறிய நிறையை பெற்றுள்ளது.
- இது பருபொருளுடன் மிகமிகக் குறைந்த அளவே இடைவினை புரிவதால், அதனை கண்டுபிடிப்பது மிகவும் கடினம்.

28. கதிரியக்க சிதைவு விதியைக் கூறு.

- ஒரு குறிப்பிட்ட கணத்தில், ஓரலகு நேரத்தில் நடைபெறும் சிதைவுகளின் எண்ணிக்கை அதாவது சிதைவு வீதம் ஆனது, அக்கணத்தில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர்தவில் இருக்கும்.

29. கதிரியக்க செயல்பாடு வரையறு.

- ஒரு வினாடியில் சிதைவடையும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை கதிரியக்க செயல்பாடு அல்லது சிதைவு வீதம் (R) எனப்படும். $R = \frac{dN}{dt}$
- இதன் அலகு ***பெக்கரல் (Bq)*** மற்றும் ***கியூரி (Ci)***

30. ஒரு பெக்கரல் வரையறு.

- ஒரு பெக்கரல் என்பது, ஒரு வினாடிக்கு ஒரு சிதைவைத் தரும் கதிரியக்க தனிமத்தின் செயல்பாட்டைக் குறிக்கும்.

$$1\ Bq = 1 \text{ சிதைவுகள் / வினாடி}$$

31. ஒரு கியூரி வரையறு.

- ஒரு கியூரி என்பது, 1 கிராம் ரேடியம், 1 வினாடியில் உமிழும் சிதைவுகளின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாகும்

$$1\ Ci = 3.7\ X\ 10^{10} \text{ சிதைவுகள் / வினாடி}$$

32. அரை ஆயுட்காலம் வரையறு.

- தொடக்கத்தில் உள்ள அணுக்களில் , பாதியளவு அணுக்கள் சிதைவடைய ஒரு தனிமம் எடுத்துக்கொள்ளும் காலம் அதன் அரை ஆயுட்காலம் எனப்படும். $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.6931}{\lambda}$

33. சராசரி ஆயுட்காலம் வரையறு.

- ஒரு அணுக்கருவின் சராசரி ஆயுட்காலம் (τ) என்பது, அனைத்து அணுக்கருக்களின் ஆயுட்காலங்களின் கூடுதல் அல்லது தொகையீட்டிற்கும், தொடக்கத்தில் இருந்த மொத்த அணுக்கருக்களின் மொத்த எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள தகவு ஆகும். $\tau = \frac{1}{\lambda}$

34. அணுக்கரு பிளவு வரையறு.

- கனமான அணுவின் அணுக்கரு ஒன்று, இரு சிறிய அணுக்கருக்களுடன் அதிக அளவிலான ஆற்றலும் வெளிப்படும் விதம் பிளவுறும் நிகழ்வு அணுக்கரு பிளவு எனப்படும்.

35. அணுக்கரு பிளவு ஒன்றில் வெளிப்படும் ஆற்றலைக் கணக்கிடுக.

<u>ஒரு பிளவில் வெளிப்படும் ஆற்றல்</u> :

- கீழ்கண்ட பிளவு வினையைக் கருதுவோம்.

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\ ^{1}_{0}n + Q$$

- பிளவுக்கு முன் மொத்த நிறை

$^{235}_{92}U -$ நிறை	=	$235.045733\ u$
$^{1}_{0}n -$ நிறை	=	$1.008665\ u$
	=	$236.054398\ u$

- பிளவுக்கு பின் மொத்த நிறை

$^{141}_{56}Ba -$ நிறை	=	$140.9177\ u$
$^{92}_{36}Kr -$ நிறை	=	$91.8854\ u$
$3\ ^{1}_{0}n -$ நிறை	=	$3.025995\ u$
	=	$235.829095\ u$
எனவே நிறை இழப்பு Δm	=	$236.054398\ u$
	(−)	$235.829095\ u$
	=	$0.225303\ u$

- எனவே இப்பிளவில் வெளிப்படும் ஆற்றல்,

$$Q = \Delta m\ X\ 931\ MeV$$
$$Q = 0.225303\ \ X\ 931\ MeV$$
$$\boldsymbol{Q = 200\ MeV}$$

36. தொடர்வினை என்றால் என்ன ? அதன் வகைகள் யாவை ?

- அணுக்கரு பிளவு வினையில் உருவாகும் நியூட்ரான்கள் மீண்டும் மீண்டும் பிளவு வினையில் ஈடுபடும் போது, நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை பெருக்குத் தொடரில் பெருகிக்கொண்டே சென்று பிளவு வினை தொடர்ந்து நடைபெறும். இதுவே தொடர் வினை எனப்படும். இது இரண்டு வகைப்படும்.
  (1) கட்டுப்பாடற்ற தொடர்வினை
  (2) கட்டுப்பாட்டிலுள்ள தொடர்வினை

37. அணுக்கரு உலை என்றால் என்ன ?

- அணுக்கரு உலை என்பது தற்சார்புடைய மற்றும் கட்டுக்குள் இருக்கும் வகையில் அணுக்கரு பிளவு நடைபெறும் அமைப்பாகும்.
- இது அராய்ச்சி மற்றும் மின்திறன் உற்பத்தி அகியவற்றிக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

38. அணுக்கரு இணைவு வரையறு.

- இரண்டு அல்லது அதற்க மேற்பட்ட குறைந்த நிறை கொண்ட அணுக்கருக்கள் இணைந்து அதிக நிறை கொண்ட அணுக்கருவை உருவாக்கும் நிகழ்வு அணுக்கரு இணைவு எனப்படும்.

39. வெப்ப அணுக்கரு வினைகள் என்றால் என்ன ?

- குறைந்த நிறையுடைய இரண்டு அணுக்கருக்கள் ஒன்றை ஒன்று நெருங்கும் போது, கூலூம் விசையால் அவை விலக்கப்படும். இவ்விலக்கு விசையை ஈடு செய்ய, அவை போதுமான இயக்க ஆற்றலை கொண்டிருக்க வேண்டும்.
- சூழலின் வெப்பநிலை ஏறக்குறைய $10^{7}\ K$ ஆக அமையும்போது இது சாத்தியமாகும்.

- இவ்வுயர் வெப்பநிலையில் குறைந்த நிறையுடைய அணுக்கருக்கள் இணைந்து அதிக நிறையுடைய அணுக்கருவை உருவாக்குவதால், இந்நிகழ்வு வெப்ப அணுக்கரு இணைவு வினை எனப்படுகிறது.

40. விண்மீன்களில் ஆற்றல் எவ்வாறு உருவாகிறது ?

- விண்மீன்களின் வெப்பநிலை சுமார் $10^7\ K$ என்ற அளவில் உள்ளதால், இயற்கையாகவே அதில் அணுக்கரு இணைவு நடைபெறுகிறது.
- ஒவ்வொரு விண்மீன்களிலும் ஆற்றல் உருவாகும் நிகழ்வு ***ஒரு வெப்ப அணுக்கரு இணைவு வினையே*** ஆகும்.

41. புரோட்டான் – புரோட்டான் சுற்று பற்றி குறிப்பு வரைக.

- சூரியனின் உட்பகுதியின் வெப்பநிலை சுமார் $1.5\ X\ 10^7\ K$ ஆகும்.
- இவ்வுயர் வெப்பநிலையில், புரோட்டான் – புரோட்டான் இணைவு வினை ஏற்பட்டு சூரிய ஆற்றல் உருவாகிறது.
- இந்த இணைவு வினையால், ஒவ்வொரு வினாடியும் $6\ X\ 10^{11}\ kg$ ஹைட்ரஜன், ஹீலியமாக மாறுகிறது.

படி – 1 : $^1_1H + ^1_1H \longrightarrow ^2_1H + ^0_1e + \nu$

படி – 2 : $^1_1H + ^2_1H \longrightarrow ^3_2He + \gamma$

படி – 3 : $^3_2He + ^3_2He \longrightarrow ^4_2He + ^1_1H + ^1_1H$

- இவ்வினையானது பொதுவாக கீழ்கண்டவாறு எழுதப்படுகிறது.

$$4\ ^1_1H \longrightarrow ^4_2He + 2\ ^1_1H + 2\ ^0_1e + 2\ \nu\ + 27\ MeV$$

42. நியூட்ரான் மற்றும் புரோட்டான் ஆகியவை எந்த துகள்களினால் ஆனவை ?

- அதாவது புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும் ***குவார்க்குகள்*** என்ற துகள்களால் ஆனவை என முன்மொழியப்பட்டது.
  (1) ஒரு புரோட்டான் இரண்டு மேல் குவார்க்குகள் மற்றும் ஒரு கீழ் குவார்க்காலும் ஆக்கப் பட்டிருக்கிறது.
  (2) ஒரு நியூட்ரான் இரண்டு கீழ் குவார்க்குள் மற்றும் ஒரு மேல் குவார்க்காலும் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது.

5 மதிப்பெண் வினா – விடைகள்

1. எலக்ட்ரானின் மின்னூட்ட எண்ணைக் கண்டறிய உதவும் ஜே. ஜே. தாம்சன் ஆய்வினை விவரிக்கவும்.

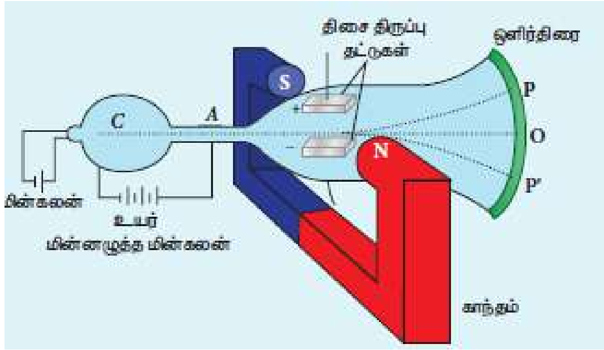
மின்னூட்ட எண் – ஜே.ஜே. தாம்சன் ஆய்வு :

- எலக்ட்ரானின் ஓரலகு நிறைக்கான மின்னூட்ட மதிப்பு, மின்னூட்ட எண் (e/m) என வரையறுக்கப்படுகிறது.

தத்துவம் :

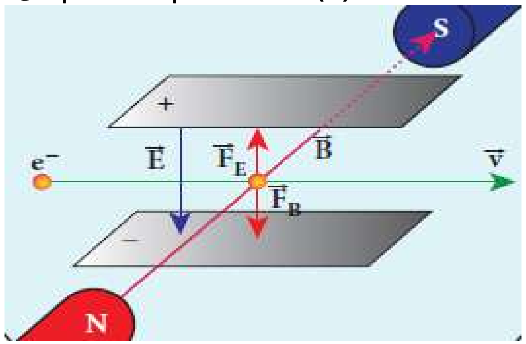
- கேதோடு கதிர்கள் (எலக்ட்ரான்கற்றை) மின் மற்றும் காந்தப்புலங்களால் விலக்கமடையும் என்பது இந்த ஆய்வின் தத்துவமாகும்.

அமைப்பு :



- இது ஒரு உயர் வெற்றிட மின்னிறக்கக் குழாய் ஆகும்
- இதில் கேதோடிலிருந்து (C) வெளியேறும் கேதோடு கதிர்கள், ஆனோடில் (A) உள்ள சிறு துளை வழியே குறுகிய கற்றையாக செல்கின்றன.
- இது ஒளிர் திரையில் படும் போது, திரையில் ஒரு ஒளிர்வு புள்ளி தோன்றுகிறது.
- ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக செயல்பபடும் மின் மற்றும் காந்தப்புலக்களுக்கு இடையில் மின்னிறக்கக் குழாய் உள்ளது.

கேதோடு கதிர்களின் திசை வேகம் (v):



- கேதோடு கதிர்களின் மின்னூட்டம் e என்க.
- விலக்கத் தகடுகளுக்கிடையே செயல்படும் மின்புலம் E –ஆல் கேதோடு கதிர்கள் மீது செயல்படும் மேல்நோக்கிய மின்புல விசை, $F_E = e\ E$
- தளத்திற்கு குத்தாக செயல்படும் காந்தபுலம் B –ஆல் கேதோடு கதிர்கள் மீது செயல்படும் கீழ்நோக்கிய காந்தப்புல விசை, $F_B = e\ B\ v$
- விலக்கமடையாத சமநிலையில்,

$$F_E = F_B$$
$$e\ E = e\ B\ v$$
$$v = \frac{E}{B} \qquad --- (1)$$

முறை (1) – மின்னூட்ட எண்ணைக் கண்டறிதல் :

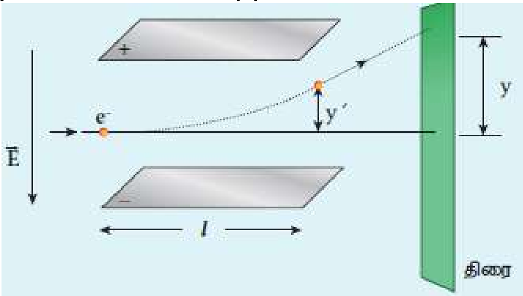
- கேதோடுக்கும், ஆனோடுக்கும் இடையே செயல்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு V என்க.
- இதனால் கேதோடு கதிர்கள் முடுக்கப்படுவதால், அது பெறும் மின்னழுத்த ஆற்றல் (eV), இயக்க ஆற்றலாக மாறுகிறது. எனவே

$$eV = \frac{1}{2}\ m\ v^2$$
$$\therefore \quad \frac{e}{m} = \frac{1}{2}\frac{v^2}{V} = \frac{1}{2}\frac{E^2}{V\ B^2}$$

- இச்சமன்பாட்டின் மூலம் பெறப்பட்ட மின்னூட்ட எண் மதிப்பு,

$$\frac{e}{m} = 1.7\ X\ 10^{11}\ C\ kg^{-1}$$

முறை (2) – சீரான மின்புலத்தால் மட்டும் விலக்கம் :



- காந்தப்புலத்தை நிறுத்தினால் ($B = 0$) மின்புலத்தால் மட்டும் மேல்நோக்கி விலக்கம் (y) ஏற்படும்.
- எலக்ட்ரானின் நிறை $m –$ எனில், மின்புலத்தால் மேல்நோக்கிய திசையில அது பெறும் முடுக்கம்,

$$a_E = \frac{F_E}{m} = \frac{e\ E}{m}$$

- மேல்நோக்கிய தொடக்க திசைவேகம் ; $u = 0$

☞ மின்புல தகடுகளின் நீளம் l – எனில், மின்புலத்தை கடக்க ஆகும் காலம்,

$$t = \frac{l}{v}$$

☞ எனவே மின்புல தகடுகளின் முடிவில், கேதோடு கதிர்கள் அடையும் மேல்நோக்கிய முடுக்கம்,

$$y' = u\,t + \frac{1}{2}\,a\,t^2 = 0 + \frac{1}{2}\,a_E\,t^2$$

$$y' = \frac{1}{2}\,\frac{e\,E}{m}\left(\frac{l}{v}\right)^2 = \frac{1}{2}\,\frac{e\,E}{m}\,\frac{l^2}{v^2}$$

$$y' = \frac{1}{2}\,\frac{e\,E}{m}\,\frac{l^2\,B^2}{E^2}$$

$$\boldsymbol{y' = \frac{1}{2}\,\frac{e}{m}\,\frac{l^2\,B^2}{E}} \qquad ----\ (2)$$

☞ எனவே திரையில் ஏற்படும் விலக்கம்,

$$y \propto y' \qquad (or) \qquad y = C\,y'$$

$C \rightarrow$ தகவு மாறிலி

☞ சமன்பாடு (2) –ஐ பயன்படுத்த,

$$y = C\,\frac{1}{2}\,\frac{e}{m}\,\frac{l^2\,B^2}{E}$$

$$\boldsymbol{\frac{e}{m} = \frac{2\,y\,E}{C\,l^2\,B^2}} \qquad ------\ (3)$$

☞ மதிப்புகளை பிரதியிட்டு கணக்கிடப்பட்ட மின்னூட்ட எண்ணின் மதிப்பு,

$$\boldsymbol{\frac{e}{m} = 1.7\ X\ 10^{11}\ C\ kg^{-1}}$$

<u>முறை (3) – சீரான காந்தப்புலத்தால் மட்டும் விலக்கம்</u> :

☞ மின்புலத்தை நிறுத்தினால் ($E = 0$) காந்தப்புலத்தால் மட்டும் கீழ்நோக்கி விலக்கம் ஏற்படும்.

☞ காந்தப்புலத்தால் எலக்ட்ரான் மீது செயல்படும் காந்தவிசையாது மைய நோக்கு விசையாக மாறி எலக்ட்ரான் கற்றையை அரைவட்டப்பாதையில் செலுத்துகிறது. எனவே

$$e\,v\,B = \frac{m\,v^2}{R}$$

$$e\,B = \frac{m\,v}{R}$$

$$e\,B = \frac{m\left(\frac{E}{B}\right)}{R} = \frac{m\,E}{B\,R}$$

$$\boldsymbol{\frac{e}{m} = \frac{E}{B^2\,R}} \qquad ----(4)$$

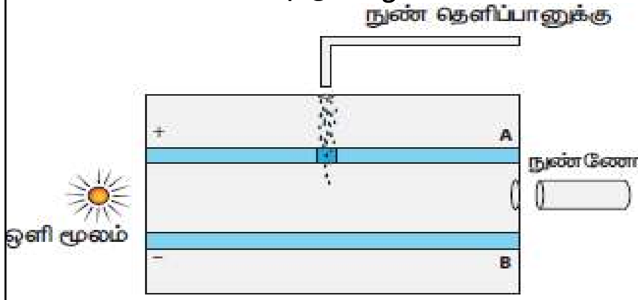
☞ மின்னூட்ட எண் கீழ்கண்டவற்றை சாா்ந்திராது.

(1) பயன்படுத்தப்படும் வாயு

(2) மின்வாய்களின் இயல்பு

2. எலக்ட்ரானின் மின்னூட்ட மதிப்பைக் கண்டறிய உதவும் மில்லிகன் எண்ணெய்த் துளி ஆய்வினை விவரிக்கவும்.

<u>மில்லிகன் எண்ணெய்த் துளி ஆய்வு</u> :



☞ A மற்றும் B என்பவை 20 cm விட்டம் கொண்ட வட்டவடிவ உலோக தட்டுகள். இவை 1.5 cm இடைவெளியில் பிரித்து வைக்கப்பட்டுள்ளன.

☞ இந்த அமைப்பு கண்ணாடி சுவர் கொண்ட கலனால் சூழப்பட்டுள்ளன.

☞ இத்தட்டுகளுக்கு இடையே உயர் மின்னழுத்த வேறுபாடு (சுமார் 10 kV) அளிக்கப்படுகிறது

☞ மேல்தட்டு A –யில் ஒரு சிறு துளை இடப்பட்டுள்ளது. அதற்கு மேற்புறம் எண்ணெய் தெளிக்கும் நுண்தெளிப்பான் வைக்கப்பட்டுள்ளது

☞ .நுண்தெளிப்பான் உதவியுடன் கிளிசரின் போன்ற அதிக பாகுநிலை கொண்ட திரவம் தெளிக்கப்படும் போது, அவை சிறு துளிகளாக மாறி, ஈா்ப்பு விசையினால் துளை வழியே கீழே விழுகின்றன.

☞ இத்துளிகள் ஒளியூட்டப்பட்டு, நுண்னோக்கி மூலம் நோக்கப்படுகிறது.

☞ X – கதிர்களை காற்றின் வழியே செலுத்தி, சில எண்ணைய் துளிகளை எதர் மின்துகளை பெருமாறு செய்யலாம்.

☞ தகுந்தவாறு மின்புலத்தை மாற்றியமைத்து, எண்ணெய் துளியை மேல் நோக்கியோ அல்லது கீழ்நோக்கியோ நகர செய்யலாம், அல்லது அந்தரத்தில் நிலை நிறுத்தலாம்.

(1) <u>எண்ணெய் துளியின் ஆரம் காணல்</u> :

☞ மின்புலம் இல்லா நிலையில், எண்ணெய் துளி ஈா்ப்பு விசையால் கீழ்நோக்கி முடுக்கம் அடைகிறது.

☞ காற்றின் பாகியல் விசை மேல்நோக்கி செயல்படுவதால், அது சீரான திசைவேகத்தை அடையகிறது. இதுவே ***முற்று திசைவேகம்*** எனப்படும். இதனை v என்க.

☞ எண்ணெய் துளியின் தனித்த பொருள் விசைபடம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

☞ எண்ணெய் துளியின் ஆரம் $= r$
எண்ணெய் துளியின் அடர்த்தி $= \rho$
காற்றின் அடர்த்தி $= \sigma$

☞ எண்ணெய் துளியின் மீது கீழ்நோக்கிசெயல்படும் புவிஈா்ப்பு விசை,

$$F_g = m\,g = \rho\,V\,g = \rho\left[\frac{4}{3}\,\pi\,r^3\right]g$$

☞ இடம்பெயர்ந்த காற்றினால் மேல்நோக்கி செயல்படும் மிதப்பு விசை,

$$F_b = m'\,g = \sigma\,V\,g = \sigma\left[\frac{4}{3}\,\pi\,r^3\right]g$$

☞ காற்றின் பாகியல் விசையாது, எண்ணெய் துளி இயங்கும் திசைக்கு எதிர்திசையில் செயல்படும். ஸ்டோக் விதிப்படி பாகியல் விசை,

$$F_v = 6\,\pi\,r\,\eta\,v$$

☞ விசை படத்திலிருந்து,

$$F_g = F_b + F_v$$

$$\rho\left[\frac{4}{3}\,\pi\,r^3\right]g = \sigma\left[\frac{4}{3}\,\pi\,r^3\right]g + 6\,\pi\,r\,\eta\,v$$

$$\rho\left[\frac{4}{3}\,\pi\,r^3\right]g - \sigma\left[\frac{4}{3}\,\pi\,r^3\right]g = 6\,\pi\,r\,\eta\,v$$

$$\frac{4}{3}\,\pi\,r^3\,(\rho - \sigma)g = 6\,\pi\,r\,\eta\,v$$

$$\frac{r^3}{r} = \frac{18}{4}\,\frac{\pi\,\eta\,v}{\pi\,(\rho - \sigma)g}$$

$$r^2 = \frac{9\,\eta\,v}{2\,(\rho - \sigma)g}$$

$$\boldsymbol{r = \left[\frac{9\,\eta\,v}{2\,(\rho - \sigma)g}\right]^{\frac{1}{2}}} \quad --(1)$$

(2) <u>மின்னூட்ட மதிப்பைக் காணல்</u> :

☞ தகடுகளுக்கு இடையே E - என்ற மின்புலம் செயல்படும் போது, எதிர்மின்னூட்டம் பெற்ற எண்ணெய் துளி மீது மேல் நோக்கிய மின்விசை (F_E) செயல்படுகிறது.

- மின்புலத்தை சரிசெய்து, பார்வை புலத்தில் உள்ள ஏதேனும் ஒரு துளி நிலைநிறுத்தப்படுகிறது. அந்நிலையில் அத்துளியின் மீது பாகுநிலை விசை செயல்படாது.
- இந்நிலையின் தனித்த விசைபடம் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

- இப்படத்திலிருந்து,

$$F_g = F_b + F_E$$

$$\rho\left[\frac{4}{3}\pi r^3\right]g = \sigma\left[\frac{4}{3}\pi r^3\right]g + q\,E$$

$$(or) \quad q\,E = \rho\left[\frac{4}{3}\pi r^3\right]g - \sigma\left[\frac{4}{3}\pi r^3\right]g$$

$$q\,E = \frac{4}{3}\pi r^3(\rho - \sigma)g$$

$$q = \frac{4}{3\,E}\pi r^3(\rho - \sigma)g$$

- சமன்பாடு (1) –ஐ பிரதியிட,

$$q = \frac{4}{3\,E}\pi\left[\frac{9\,\eta\,v}{2\,(\rho - \sigma)g}\right]\left[\frac{9\,\eta\,v}{2\,(\rho - \sigma)g}\right]^{\frac{1}{2}}(\rho - \sigma)g$$

$$q = \frac{18}{E}\pi\,[\eta\,v]\left[\frac{\eta\,v}{2\,(\rho - \sigma)g}\right]^{\frac{1}{2}}(\rho - \sigma)g$$

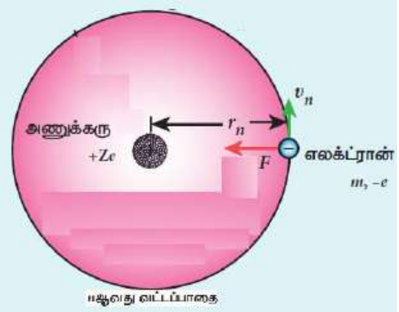
$$\boldsymbol{q = \frac{18}{E}\pi\left[\frac{\eta^3\,v^3}{2\,(\rho - \sigma)g}\right]^{\frac{1}{2}}} \quad ---(2)$$

- இந்த ஆய்வை பலமுறை செய்து, கணக்கிடப்பட்ட எண்ணெய் துளியின் மின்னூட்ட மதிப்பு, $(-1.6\,X\,10^{-9})$ என்ற அடிப்படை மதிப்பின் முழு எண் மடங்காக இருப்பதை கண்டறிந்தார். இந்த அடிப்படை மதிப்பே எலக்ட்ரானின் மின்னூட்ட மதிப்பு (*e*) ஆகும். எனவே,

$$\boldsymbol{e = -1.6\,X\,10^{-9}\;C}$$

3. போர் அணுமாதிரியைப் பயன்படுத்தி, ஹைட்ரஜன் அணுவின் ஆரம் மற்றும் ஆற்றலுக்கான கோவைகளை தருவிக்கவும்.

<u>***n* – வது வட்டபாதையின் ஆரம்**</u> :



- நிலையாக உள்ள அணுக்கருவை, சுற்றி வரும் எலக்ட்ரான் ஒன்றை கருதுவோம்.
- அணு எண் $= Z$
  அணுக்கருவின் மின்னூட்டம் $= +Z\,e$
  எலக்ட்ரான் மின்னூட்டம் $= -e$
  எலக்ட்ரானின் நிறை $= m$
- கூலூம் விதிப்படி,

$$\vec{F}_{கூலூம்} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(+Z\,e)(-e)}{r_n^2}\hat{r}$$

$$\vec{F}_{கூலூம்} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Z\,e^2}{r_n^2}\hat{r}$$

- மைய நோக்கு விசையானது,

$$\vec{F}_{மையநோக்கு} = -\frac{m\,v_n^2}{r_n}\hat{r}$$

- சமநிலையில்,

$$\vec{F}_{கூலூம்} = \vec{F}_{மையநோக்கு}$$

$$-\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Z\,e^2}{r_n^2}\hat{r} = -\frac{m\,v_n^2}{r_n}\hat{r}$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Z\,e^2}{r_n^2} = \frac{m\,v_n^2}{r_n} \quad ------ (1)$$

$$r_n = \frac{(4\pi\varepsilon_0)\,m\,v_n^2\,r_n^2}{Z\,e^2}$$

$$r_n = \frac{(4\pi\varepsilon_0)\,m^2\,v_n^2\,r_n^2}{Z\,e^2 m}$$

$$r_n = \frac{(4\pi\varepsilon_0)\,[m\,v_n\,r_n]^2}{Z\,e^2 m}$$

- போர் எடுகோளின் படி, கோண உந்தமானது,

$$l_n = m\,v_n\,r_n = n\frac{h}{2\pi} = n\,\hbar$$

- எனவே,

$$r_n = \frac{(4\pi\varepsilon_0)\,[l_n]^2}{Z\,e^2 m}$$

$$r_n = \frac{(4\pi\varepsilon_0)\left[\frac{nh}{2\pi}\right]^2}{Z\,e^2 m}$$

$$r_n = \frac{(4\pi\varepsilon_0)\,n^2\,h^2}{Z\,e^2 m\,X\,4\pi^2}$$

$$\boldsymbol{r_n = \left[\frac{h^2\varepsilon_0}{\pi\,m\,e^2}\right]\frac{n^2}{Z}} \quad ---- (2)$$

- $\boldsymbol{\varepsilon_0, h, m, e}$ மற்றும் $\boldsymbol{\pi}$ ஆகியவை மாறிலிகள்.

$$\boldsymbol{r_n = a_0\frac{n^2}{Z}} \quad ---- (3)$$

இங்கு, $a_0 = \frac{h^2\varepsilon_0}{\pi\,m\,e^2} = 0.529\,A^\circ \rightarrow$ போர் ஆரம்

- ஹைட்ரஜன்அணுக்கு (Z = 1), n –வது சுற்றுபாதையின் ஆரம்,

$$\boldsymbol{r_n = a_0\,n^2} \quad ---- (4)$$

- n = 1, முதல் சுற்றுபாதைக்கு (அடிநிலை)

$$r_1 = a_0 = 0.529\,A^\circ$$

- n = 2, இரண்டாவது சுற்றுபாதைக்கு (முதல் கிளர்வு நிலை)

$$r_2 = 4\,a_0 = 4\,X\,0.529\,A^\circ = 2.116\,A^\circ$$

- n = 3, மூன்றாவது சுற்றுபாதைக்கு (இரண்டாவது கிளர்வு நிலை)

$$r_3 = 9\,a_0 = 9\,X\,0.529\,A^\circ = 4.761\,A^\circ$$

- ஆகவே, சுற்றுபாதையின் ஆரம், $\boldsymbol{r_n \propto n^2}$

<u>***n* – வது வட்டபாதையில் எலக்ட்ரானின் திசைவேகம்**</u> :

- போரின் கோண உந்த குவாண்டமாக்கல் நிபந்தனையின் படி,

$$m\,v_n\,r_n = n\frac{h}{2\pi}$$

$$m\,v_n\,a_0\frac{n^2}{Z} = n\frac{h}{2\pi}$$

$$\boldsymbol{v_n = \frac{h}{2\pi\,m\,a_0}\frac{Z}{n}} \quad --- (5)$$

- எனவே, $\boldsymbol{v_n \propto \frac{1}{n}}$ (அதாவது) முதன்மை குவாண்டம் எண் அதிதகித்தால், எலக்ட்ரானின் திசைவேகம் குறையும்.. எனவே கிளர்வு நிலைகளை விட அடிநிலையில் உள்ள எலக்ட்ரானின் திசைவேகம் பெருமம் ஆகும்.

n – வது வட்டபாதையில் எலக்ட்ரானின் மொத்த ஆற்றல் :

☞ நிலை மின்னியல் விசை ஒரு ஆற்றல் மாற்றா விசைஇ

☞ n–வது சுற்றுப்பாதையின் நிலைமின்னழுத்த ஆற்றல்,

$$U_n = \frac{1}{4\pi\varepsilon_O}\frac{(+Ze)(-e)}{r_n} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_O}\frac{Ze^2}{r_n}$$

☞ n–வது சுற்றுப்பாதையில் எலக்கட்ரானின் இயக்க ஆற்றல்,

$$KE_n = \frac{1}{2}\,m\,v_n^2 = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{4\pi\varepsilon_O}\frac{Ze^2}{r_n}\right] \qquad [by\ eqn(1)]$$

☞ இதிலிருந்து, $\boldsymbol{U_n = -2\ KE_n}$

☞ n–வது சுற்றுப்பாதையின் மொத்த ஆற்றல்,

$$E_n = U_n + KE_n = -2\,KE_n + KE_n = -KE_n$$

$$E_n = -\frac{1}{8\pi\varepsilon_O}\frac{Ze^2}{r_n}$$

☞ சமன்பாடு (2) ன் படி, $r_n = \left[\frac{h^2\varepsilon_O}{\pi m e^2}\right]\frac{n^2}{Z}$. எனவே

$$E_n = -\frac{1}{8\pi\varepsilon_O}\frac{Ze^2}{\left[\frac{h^2\varepsilon_O}{\pi m e^2}\right]\frac{n^2}{Z}}$$

$$\boldsymbol{E_n = -\frac{m e^4}{8\varepsilon_O^2 h^2}\frac{Z^2}{n^2}} \qquad ---- \quad (6)$$

☞ ஹைட்ரஜன் அணுவுக்கு (Z = 1), எனவே

$$\boldsymbol{E_n = -\frac{m e^4}{8\varepsilon_O^2 h^2}\frac{1}{n^2}} \qquad ---- \quad (7)$$

☞ சமன்பாடு (7) – ல் உள்ள எதிர்குறி, அணுக்கருவுடன் எலக்ட்ரான் பிணைக்கப்பட்டுள்ளதை காட்டுகிறது.

☞ $\boldsymbol{\varepsilon_O, h, m, e}$ ஆகிய மதிப்புளை பிரதியிட்டு eV அலகில் எழுதினால்,,

$$\boldsymbol{E_n = -\frac{13.6}{n^2}\ eV}$$

☞ n = 1, எனில், $\boldsymbol{E_1 = -13.6\ eV}$
n = 2, எனில், $\boldsymbol{E_2 = -\ 3.4\,eV}$
n = 3, எனில், $\boldsymbol{E_3 = -\ 1.51\,eV}$

☞ எனவே n – மதிப்பு அதிகரிக்கும் போது, மொத்த ஆற்றலும் அதிகிக்கும்.

☞ அதாவது அணுக்கருக்கு மிக அருகில் அமைந்த சுற்றுப்பதையின் ஆற்றல் சிறுமமாகும். எனவே அது ***அடி நிலை ஆற்றல்*** (சிறுமநிலை ஆற்றல்) எனப்படுகிறது.

☞ எனவே ஹைட்ரஜனின் அடிநிலை ஆற்றல் $\boldsymbol{-13.6\ eV}$ ஆகும். இது ரிட்பெர்க் எனும் ஒரு அலகாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

4. ஹைட்ரஜன் அணுவன் நிறமாலை தொடர்களை விளக்குக.

ஹைட்ரஜன் அணுவன் நிறமாலை தொடர்கள் :

☞ m – வது வட்ட பாதையிலிருந்து, n – வது வட்ட பாதைக்கு எலக்ட்ரான் தாவும் போது உமிழப்படும் கதிர்வீச்சின் அலை எண் (அலைநீளத்தின்தலைகீழி),

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right]$$

☞ இங்கு$R \rightarrow$ ரிட்பெர்க் மாறிலி $(R = 1.097\ X\ 10^7\ m^{-1})$

☞ $m > n$ என்ற நிபந்தனையில் ஐந்து நிறமாலை தொடர்கள் இங்கே விளக்கப்பட்டுள்ளன.

(1) **லைமன் வரிசை :**

☞ $n = 1$ மற்றும் $m = 2, 3, 4, ...$

☞ அலைஎண்,

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2}\right]$$

☞ இவை புற ஊதாப் பகுதியில் அமையும்.

(2) **பாமர் வரிசை :**

☞ $n = 2$ மற்றும் $m = 3, 4, 5, ...$

☞ அலைஎண்,

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right]$$

☞ இவை கண்ணுறு பகுதியில் அமையும்.

(3) **பாஷன் வரிசை :**

☞ $n = 3$ மற்றும் $m = 4, 5, 6, ...$

☞ அலைஎண்,

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2}\right]$$

☞ இவை அருகமை அகச்சிவப்பு பகுதியில் அமையும்.

(4) **பிராக்கெட் வரிசை :**

☞ $n = 4$ மற்றும் $m = 5, 6, 7, ...$

☞ அலைஎண்,

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{4^2} - \frac{1}{m^2}\right]$$

☞ இவை அகச்சிவப்பு பகுதியின் மையத்தில்அமையும்.

(5) **ஃபண்ட் வரிசை :**

☞ $n = 5$ மற்றும் $m = 6, 7,8, ...$

☞ அலைஎண்,

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{m^2}\right]$$

☞ இவை நீண்ட அகச்சிவப்பு பகுதியில்அமையும்.

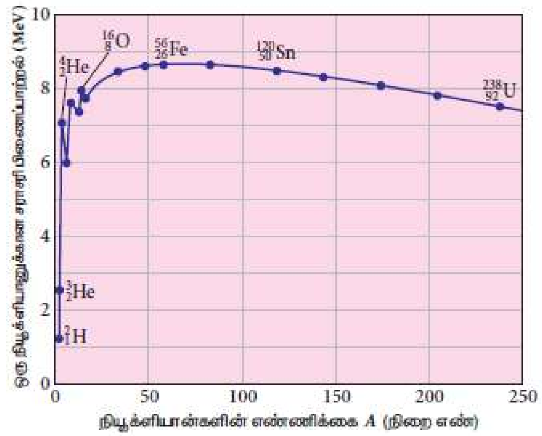
5. நிறை எண்ணை பொருத்து சராசரி பிணைப்பாற்றலின் மாறுபாட்டை வரைபடத்துடன் விளக்கி அதன் இயல்புகளை விளக்குக.

பிணைப்பு ஆற்றல் வளைகோடு :

☞ ஒரு நியூக்ளியானுக்கான சராசரி பிணைப்பாற்றல் என்பது, அணுக்கரு ஒன்றிலிருந்து ஒரு நியூக்ளியானை வெளியேற்றத் தேவைப்படும் ஆற்றலாகும். அதாவது

$$\overline{BE} = \frac{BE}{A} = \frac{[(Z\,m_P + N\,m_n) - M_A]\,c^2}{A}$$

☞ A – மதிப்பை X – அச்சிலும், $\overline{BE}$ – மதிப்பை Y – அச்சிலும் கொண்டு பெறப்படும் வரைபடம் பிணைப்பாற்றல் வளைகோடு எனப்படும்.



☞ இந்த வரைபடத்திலிருந்து பெறப்பட்ட முடிவுகள்,

(1) A – மதிப்பு அதிகரிக்க அதிகரிக்க, $\overline{BE}$ – மதிப்பும் முதலில் அதிகரித்து, $A = 56$ (இரும்பு) அணுக்கருவிற்கு **8.8 MeV** என்ற பெரும மதிப்பை அடைகிறது.

(2) $A = 40$ இலிருந்து 120 வரையிலான அணுக் கருக்களின் $\overline{BE}$ மதிப்பு சராசரியாக $\boldsymbol{8.5\,MeV}$ ஆகும். இவை அதிக நிலைதன்மையுடனும், கதிரியக்கத்தன்மை இல்லாமலும் உள்ளன.

(3) $A > 120$ கொண்ட தனிமங்களுக்கு, $\overline{BE}$ மதிப்பு மெதுவாக குறைந்து கொண்டே வந்து, யுரேனியத்திற்கு **7.6 MeV** என்ற மதிப்பை அடைகிறது. இவை நிலைதன்மை இல்லாத மற்றும் கதிரியக்க தன்மையோடு உள்ளன.

(4) குறைந்த நிறை எண் கொண்ட இரண்டு லேசான அணுக்கருக்கள் இணைந்து கனமான

அணுக்கருவாக மாறும்போது, இறுதி அணுக்கருவின் $\overline{BE}$ மதிப்பு தொடக்க அணுக்கருக்களின் $\overline{BE}$ மதிப்பை விட அதிகமாக இருக்கும். எனவே இரு லேசான தனிமங்கள் இணையும் போது, அதிக அளவு ஆற்றல் வெளிவிடப்படுகின்றது. இதுவே ஹைட்ரஜன் குண்டின் தத்துவமாக விளங்குகிறது.

(5) இதேபோல் கனமான தனிமத்தின் அணுக்கருவைப் பிளவு செய்து இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இடைநிலை மதிப்புடைய அணுக்கருக்களை உருவாக்கும் போதும் ஏராளமான ஆற்றல் வெளிப்படுகின்றது. இது அணுகுண்டின் தத்துவமாகும்.

6. கதிரியக்க சிதைவு விதியினை தருவிக்க.

<u>கதிரியக்க சிசைவு விதி</u> :

- ஒரு குறிப்பிட்ட கணத்தில், ஓரலகு நேரத்தில் நடைபெறும் சிதைவுகளின் எண்ணிக்கை அதாவது சிதைவு வீதம் ஆனது, அக்கணத்தில் உள்ள அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர்தகவில் இருக்கும். இதுவே கதிரியக்க சிதைவு விதியாகும்.

<u>விளக்கம்</u> :

- கதிரியக்க தனிமத்தில் தொடக்கத்தில் ($t = 0$) உள்ள அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கை N_O என்க.
- t – நேரத்திற்கு பிறகு மீதமுள்ள அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கை N என்க.
- dt – நேரத்தில் சிதைவடையும் அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கை dN எனில், சிதைவு வீதம் $\frac{dN}{dt}$ ஆகும். எனவே கதிரியக்க சிதைவு விதிப்படி,

$$\frac{dN}{dt} \propto N$$

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

இங்கு, λ → சிதைவு மாறிலி

- நேரம் செல்ல செல்ல, அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கை (N) குறையும் என்பதை எதிர்குறி காட்டுகிறது.
- சமன்பாடு (1) –லிருந்து,

$$\frac{dN}{N} = -\lambda\, dt$$

- தொகையிட,

$$\int_{N_O}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt$$

$$[\ln N]_{N_O}^{N} = -\lambda t$$

$$[\ln N - \ln N_O] = -\lambda t$$

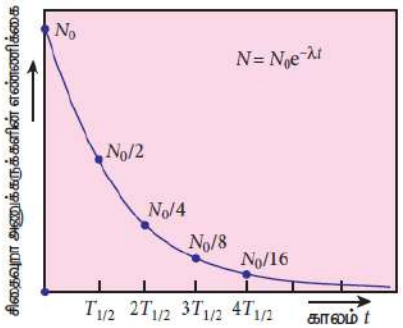
$$\ln\left[\frac{N}{N_O}\right] = -\lambda t$$

- அடுக்கு குறியீட்டில் மாற்ற கிடைப்பது,

$$\frac{N}{N_O} = e^{-\lambda t}$$

$$\boldsymbol{N = N_O\, e^{-\lambda t}} \qquad --- \quad (2)$$

- சமன்பாடு (2) – லிருந்து t – நேரத்திற்கு பிறகு சிதைவடையாமல் இருக்கும் அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கையை கண்டறியலாம்.
- மேலும் அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கை நேரத்தைப் பொருத்து அடுக்குக்குறி முறைப்படி குறைகிறது.
- அனைத்து கதிரியக்க அணுக்கருக்களும் சிதைவடைய முடிவிலா காலம் ஆகும்.



7. கதிரியக்க தனிமத்தின் அரைஆயுட்காலம் மற்றும் சராசரி ஆயுட்காலத்திற்கான சமன்பாட்டை தருவிக்கவும்.

<u>அரை ஆயுட்காலம்</u> :

- கதிரியக்க தனிமத்தில், தொடக்கத்தில் உள்ள அணுக்களில் பாதியளவு அணுக்கள் சிதைவடைய எடுத்துக்கொள்ளும் காலம் அரை ஆயுட்காலம் ($T_{\frac{1}{2}}$) எனப்படும்.
- கதிரியக்க சிதைவு விதிப்படி, $N = N_O\, e^{-\lambda t}$
- $t = T_{\frac{1}{2}}$ எனில், $N = \frac{N_O}{2}$ ஆகும். எனவே

$$\frac{N_O}{2} = N_O\, e^{-\lambda T_{\frac{1}{2}}}$$

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

$$(or) \quad e^{\lambda T_{\frac{1}{2}}} = 2$$

- மடக்கை காண்க,

$$\lambda T_{\frac{1}{2}} = \ln 2$$

$$\boldsymbol{T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.6931}{\lambda}}$$

- எனவே $t = 0$ நேரத்தில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை $\boldsymbol{N_O}$ எனில்,

(1) முதல் அரைஆயுட்காலத்தில் சிதைவடையாமல் மீதமுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை = $\frac{N_O}{2}$

(2) 2–வது அரைஆயுட்காலத்தில் சிதைவடையாமல் மீதமுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை = $\frac{N_O}{4}$

(3) எனவேபொதுவாக, n–வது அரைஆயுட்காலத்தில் சிதைவடையாமல் மீதமுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை $N = \frac{N_O}{2^n}$

<u>சராசரி ஆயுட்காலம் (τ)</u> :

- ஒரு அணுக்கருவின் சராசரி ஆயுட்காலம் என்பது, அனைத்து அணுக்கருக்களின் ஆயுட்காலங்களின் கூடுதலுக்கும், தொடக்கத்தில் இருந்த மொத்த அணுக்கருக்களின் மொத்த எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள தகவு ஆகும்.
- கதிரியக்க தனிமத்தின் சிதைவு மாறிலி λ –எனில், சராசரி ஆயுட்காலம்,

$$\boldsymbol{\tau = \frac{1}{\lambda}}$$

- சராசரி ஆயுட்காலமும், சிதைவு மாறிலியும் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்தகவில் இருக்கும்.

<u>அரைஆயுட்காலம் மற்றும் சராசரி ஆயுட்காலம் – தொடர்பு</u>

- அரை ஆயுட்காலம்,

$$\boldsymbol{T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.6931}{\lambda}}$$

- சராசரி ஆயுட்காலம்,

$$\boldsymbol{\tau = \frac{1}{\lambda}}$$

- இரண்டையும் ஒப்பிட,

$$\boldsymbol{T_{\frac{1}{2}} = \tau\, \ln 2 = 0.6931\, \tau}$$

8. கார்பன் காலக்கணிப்பு பற்றி விளக்குக.

<u>கார்பன் காலக்கணிப்பு</u> :

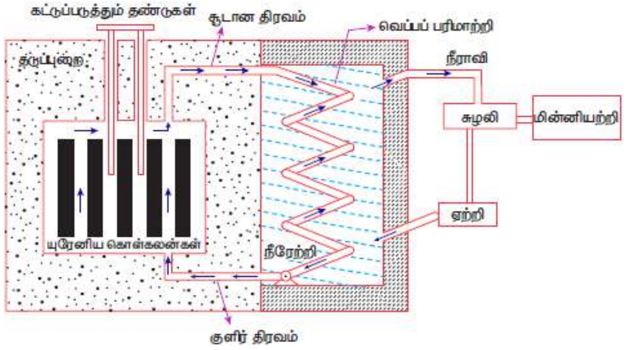
- பீட்டா சிதைவின் ஒரு முக்கிய பயன்பாடு கதிரியக்க கார்பன் காலக்கணிப்பு ஆகும்
- இது பழங்காலப் பொருள்களின் வயதை கண்டறியப் பயன்படுகிறது.
- வாழும் உயிரினங்கள் அனைத்தும் காற்றிலிருந்து CO_2 – வை உட்கவர்ந்து, கரிம மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகின்றன.
- உட்கவரப்பட்ட CO_2– வில் பெரும்பகுதி ${}^{12}_{6}C$ ஆகவும் , மிக மிக சிறிய பகுதி கதிரியக்க ${}^{14}_{6}C$ ஆகவும் உள்ளது.

- இதில் $^{14}_{6}C$ – ன் அரை ஆயுட்காலம் ***5370 ஆண்டுகள்***
- வளிமண்டலத்தில் உள்ள கார்பன் – 14 தொடர்ந்து சிதைவடைகிறது. ஆனால் விண்ணிலிருந்து வரும் காஸ்மிக் கதிர்களால் வளிமண்டலத்தில் கார்பன் –14 தொடர்ந்து உருவாகிறது.
- இதனால் $^{14}_{6}C$ மற்றும் $^{12}_{6}C$ – க்கு இடையேயான விகிதம் மாறாமல் இருக்கும்.
- மரங்கள், மனிதர்கள் அல்லது எந்த ஒரு உயிரினமும் வளிமண்டலத்திலிருந்து தொடர்ந்து CO_2 –வை உட்கவர்வதால், வாழும் உயிர் ஒன்றில் காணப்படும் $^{14}_{6}C$ மற்றும் $^{12}_{6}C$ விகிதம் ஏறக்குறைய மாறிலியாக இருக்கும்.
- ஆனால் அவ்வுயிரினம் இறந்த பிறகு, CO_2 உட்கவர்வது நின்று விடுகிறது. எனவே $^{14}_{6}C$ சிதைவு காரணமாக இறந்த உயிரின்த்தின் உடலில் உள்ள $^{14}_{6}C : ^{12}_{6}C$ விகிதம் நாளடைவில் குறையத் துவங்கும்.
- இதேபோல், மண்ணுக்குள் புதைந்த ஒரு பழங்கால மரத்தின் மாதிரிப் பொருள் ஒன்று தோண்டி எடுக்கப்பட்டு, அதன் $^{14}_{6}C : ^{12}_{6}C$ விகிதம் அறியப்பட்டால் அம்மரத்தின் வயதைக் கணக்கிட முடியும்.

9. படத்தின் உதவியுடன் அணுக்கரு உலை வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்கவும்.

<u>அணுக்கரு உலை</u> :

- முழு கட்டுப்பாட்டுடன், தற்சார்புடைய வகையில் அணுக்கரு பிளவு நடைபெறும் அமைப்பு அணுக்கரு உலை எனப்படும்.
- உலகின் முதல் அணுக்கரு உலை அமெரிக்கா நாட்டின் சிகாகோ நகரில் கட்டப்பட்டது.
- இதில் உருவாகும் ஆற்றல் ஆராய்ச்சி தேவைகளுக்கோ அல்லது மின்திறன் உற்பத்திக்கோ பயன்படுத்தப்படுகிறது.



<u>அமைப்பு</u> :

(1) <u>எரிபொருள்</u> :

- $^{235}_{92}U$ அல்லது $^{239}_{94}Pu$ பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் எரிபொருள் ஆகும்.
- இயற்கை யுரேனியத்தில் 0.7% அளவே $^{235}_{92}U$ உள்ளது. எனவே இது செறிவூட்டப்பட்டு அதில் 2 - 4 % அளவு $^{235}_{92}U$ இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது.

(2) <u>நியூட்ரான் மூலம்</u> :

- தொடர்வினையை துவக்க, நியூட்ரான் மூலம் தேவைப்படுகிறது.
- புளூட்டோனியம் அல்லது பொலோனியத்துடன் பெரிலியம் கலந்த கலவை நியூட்ரான் மூலமாக செயல்படுகிறது.

(3) <u>தணிப்பான்கள்</u> :

- பிளவை வினையில் வெளிப்படும் வேக நியூட்ரான்கள் மற்றொரு அணுக்கருவை பிளவை அடைய செய்ய மிகக் குறைந்து வாய்ப்பே உள்ளது. எனவே தொடர்வினை ஏற்பட குறைவேக நியூட்ரான்கள் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.
- வேக நியூட்ரான்களை, குறைவேக நியூட்ரானாக மாற்ற உதவும் பொருள் தணிப்பான் எனப்படும்.
- பொதுவாக நீர், கனநீர் மற்றும் கிராபைட் ஆகிய பொருள்கள் தணிப்பான்களாக பயன்படுத்த படுகின்றன.

(4) <u>கட்டுப்படுத்தும் தண்டுகள்</u> :

- அணுக்கரு பிளவு வினை நடைபெறும் வீதத்தை சரிசெய்வதற்கு அல்லது கட்டுக்குள் வைப்பதற்கு பயன்படும் அமைப்பு கட்டுப்படுத்தும் தண்டுகள் எனப்படும்.
- பிளவை வினையில் உருவாகும் அதிகப்படியான நியூட்ரான்களை உட்கவர்தல் மூலம் பிளவு வினை கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.
- பொதுவாக காட்மியம் அல்லது போரான் ஆகியவை கட்டுபடுத்தும் தண்டுகளாக பயன்படுகின்றன.

(5) <u>குளிரவிக்கும் அமைப்பு</u> :

- அணுக்கரு உலையின் உள்ளகத்தில் உருவாகும் வெப்பத்தை நீக்க குளிர்விக்கும் அமைப்பு பயன்படுகிறது.
- குளிர்விப்பானாக பயன்படும் பொருள் மிக அதிக தன்வெப்ப ஏற்புத்திறனையும், அதிக அழுத்தத்தில் அதிக கொதிநிலையையும் பெற்றிருக்க வேண்டும்.
- பொதுவாக நீர், கனநீர் மற்றும் திரவ சோடியம் போன்றவை குளிர்விப்பானக செயல்படுகிறது.
- குளர்விப்பானால் உட்கவர்ந்த வெப்பமானது, நீராவி இயற்றிக்கு கடத்தப்படுகிறது.
- நீராவியினால் சுழலிகள் இயக்கப்பட்டு மின்உற்பத்தி உலைகளில் மின்னாற்றல் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

(6) <u>தடுப்பு அமைப்பு</u> :

- தீமை விளைவிக்கும் கதிர்வீச்சிலிருந்து நம்மை பாதுகாத்துக்கொள்ள 2 - 2.5 m தடிமனுள்ள கற்காரையினால் ஆன சுவரானது அணுக்கரு உலையைச் சுற்றி அமைக்கப்படுகிறது.

10. இயற்கையில் உள்ள அடிப்படை துகள்களைப் பற்றி விளக்குக.

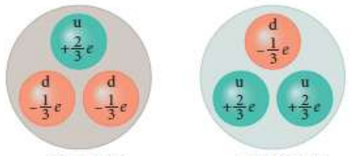
<u>அடிப்படை துகள்கள்</u> :

- தொடக்கத்தில் புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் மற்றும எலக்ட்ரான்கள் ஆகியவையே பருபொருள்களின் அடிப்படை துகள்கள் என நம்பப்பட்டு வந்தது.
- ஆனால் 1964 – ம் ஆண்டு, முர்ரே கெல்மேன் மற்றும் ஜார்ஜ் ஸ்வேக் என்பவர்கள், புரோட்டான்களும் மற்றும் நியூட்ரான்களும் அடிப்படை துகள்கள் அல்ல, அவை ***குவார்க்குகள்*** என்ற துகள்களால் ஆனவை என்ற கருத்தினை முன்மொழிந்தார்.
- எனவே குவார்க்குகளே அடிப்படை துகள்களாக கருதப்படுகின்றன. ஆனால் எலக்ட்ரான்கள் வேறு எந்த துகள்களாலும் உருவாக்கப்படாததால் அவை அடிப்படை துகள்களாகவே கருதப்படுகின்றன.
- 1968 –ல் அமெரிக்காவில் உள்ள ஸ்டான்போர்டு துகள் முடுக்கி மையத்தில் குவார்க்குகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன.
- குவார்க்கின் வகைகள்,
  - (1) மேல் குவார்க்
  - (2) கீழ் குவார்க்
  - (3) கவர்வு குவார்க்
  - (4) புதுமை குவார்க்
  - (5) உச்சி குவார்க்
  - (6) அடி குவார்க்
- இவற்றின் எதிர்த்துகளும் உள்ளன.
- குவார்க்குகள் அனைத்துமே பின்ன மதிப்புடைய மின்னூட்டங்களைப் பெற்றுள்ளன.
- எடுத்துகாட்டாக,

  மேல் குவார்க்கின் மின்னூட்ட மதிப்பு $= +\frac{2}{3}e$

  கீழ் குவார்க்கின் மின்னூட்ட மதிப்பு $= -\frac{1}{3}e$

- குவார்க் மாதிரியின்படி,
  - (1) ஒரு புரோட்டான் இரண்டு மேல் குவார்க்குகள் மற்றும் ஒரு கீழ் குவார்க்காலும் ஆக்கப் பட்டிருக்கிறது.
  - (2) ஒரு நியூட்ரான் இரண்டு கீழ் குவார்க்குள் மற்றும் ஒரு மேல் குவார்க்காலும் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது.



நியூட்ரான் புரோட்டான்

11. இயற்கையின் அடிப்படை விசைகள் பற்றி குறிப்பு வரைக.

இயற்கையின் அடிப்படை விசைகள் :

(1) ஈர்ப்பு விசை :

- இரு நிறைகளுக்கு இடையே செயல்படும் விசை ஈர்ப்பு விசை எனப்படும்.
- சூரியனின் ஈர்ப்பு விசையாலேயே அனைத்து கோள்களும் சூரியனை சுற்றி வருகின்றன.
- நாம் பூமியில் இருப்பதற்கு புவியின் ஈர்ப்பு விசை காரணமாக உள்ளது.

(2) மின்காந்த விசை :

- இரு மின்துகள்களுக்கு இடையே செயல்படும் விசை மின்காந்த விசை எனப்படும்.
- இது ஈர்ப்பு விசையை விட வலிமையானது.
- நாம் புவியின் பரப்பில் இருத்தலுக்கு புவிப்பரப்பிலுள்ள அணுக்களுக்கும், நம் பாதத்திலுள்ள அணுக்களுக்கும் இடையேயுள்ள மின்காந்த விசை காரணமாக உள்ளது.

(3) அணுக்குரு விசை :

- இரு நியூக்ளியான்களுக்கு இடையே செயல்படும் மிக வலிமையான விசை அணுக்கரு விசை எனப்படும்.
- அணுக்கருவின் நிலைதன்மைக்கு அணுக்கரு விசையே காரணமாகும்.
- நம் உடலிலுள்ள அணுக்கள் நிலைத்தன்மையுடன் இருப்பதற்கு அணுக்கரு விசை தேவைப்படுகிறது.

(4) மென் அணுக்கரு விசை :

- இது அணுக்கரு விசையை விடக் குறைந்த தொலைவுகளில் செயல்படக்கூடியது.
- பீட்டா சிதைவு மற்றும் விண்மீன்களில் ஆற்றல் உருவாதல் ஆகிய நிகழ்வுகளில் இந்த விசை முக்கிய பங்காற்றுகிறது.