# Chapter :- 13
## नाभिक [Nuclei]

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.1 :- निम्न को समझाइए :-
(1) परमाणु क्रमांक
(2) परमाणु द्रव्यमान
(3) न्यूक्लिऑन
(4) समस्थानिक
(5) समभारिक
(6) समन्यूट्रॉनिक

उत्तर :- (i) परमाणु क्रमांक :- किसी तत्व के परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटानों की संख्या को परमाणु क्रमांक कहते है। इसे Z से प्रदर्शित करते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

विशेष :- परमाणु मे इलेक्ट्रानों की संख्या सदैव प्रोटानो के बराबर होती है।

(2) परमाणु द्रव्यमान :- नाभिक में प्रोटानो एवं न्यूट्रानो की संख्या के योग को, उस परमाणु का परमाणु द्रव्यमान कहते है। इसे A से प्रदर्शित करते है

विशेष :- (i) यदि किसी तत्व का रासायनिक संकेत X हो, तो उस तत्व के नाभिक को $^{A}_{Z}X$ से प्रदर्शित किया जाता है।
उदाहरण $^{238}_{92}U$, यूरेनियम के नाभिक को प्रदर्शित करता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(ii) परमाणु द्रव्यमान का मात्रक :-
[Atomic mass unit] $1\ a.m.u. = 1.66 \times 10^{-27} kg$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(iii) प्रोटॉन का द्रव्यमान $(m_p) = 1.00727$ a.m.u.
(iv) न्यूट्रॉन का द्रव्यमान $(m_n) = 1.00865$ a.m.u.
(v) इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $(m_e) = 0.00055$ a.m.u.

(3) न्यूक्लियॉन :- नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनो और न्यूट्रॉनो को सम्मिलित रूप से न्यूक्लियॉन कहते है।

विशेष :- (i) नाभिक में न्यूट्रॉनो की संख्या प्रोटॉनो की संख्या के बराबर होती है तो नाभिक स्थायी होता है।
(ii) नाभिक में न्यूट्रॉनो की संख्या, व प्रोटॉनो की संख्या से अधिक हो तो नाभिक अस्थायी या रेडियोएक्टिव होता है।

(4). समस्थानिक :- एक ही तत्व के ऐसे परमाणु जिनके नाभिक में प्रोटॉनो की संख्या समान हो अर्थात् परमाणु क्रमांक समान हो लेकिन न्यूट्रॉनो की संख्या भिन्न - भिन्न होती है समस्थानिक कहलाते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

उदाहरण :- (i) H के तीन समस्थानिक है।

$^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$

(ii) ऑक्सीजन के तीन समस्थानिक होते है,

$^{16}_{8}O$ $^{17}_{8}O$ $^{18}_{8}O$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(iii) क्लोरिन के दो समस्थानिक होते है,

$^{35}_{17}C$ $^{37}_{17}C$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

समस्थानिक गुण :- (i) सभी समस्थानिक का आवृत सारणी में समान स्थान होता है।

(ii) सभी समस्थानिक के रासायनिक गुण समान होते है।

(iii) सभी समस्थानिक के भौतिक गुण अलग-अलग होते है।

(5) समभारिक :- विभिन्न तत्वो के ऐसे परमाणु जिनके नाभिक में न्यूक्लिऑनो की संख्या अर्थात द्रव्यमान संख्या समान हो परन्तु परमाणु क्रमांक अलग - अलग होता है समभारिक कहलाते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

उदाहरण :- $^{22}_{11}Na$, $^{22}_{10}Ne$ and $^{54}_{24}Cr$, $^{54}_{26}Fe$

# समभारिक के गुण :- (i) समभारिक का आवृत सारणी मे स्थान अलग-2 होता है।
(ii) सभी समभारिकों के रासायनिक एवं भौतिक गुण अलग- अलग होते है।

# दर्पण समभारी :- दो ऐसे नाभिक जिनके परमाणु भार तो समान होते है लेकिन परमाणु क्रमांक मे एक का अन्तर होता है दर्पण समभारी कहलाते है।

(i) $^{3}_{2}He$, $^{3}_{1}H$

(ii) $^{15}_{7}N$, $^{15}_{8}O$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(6) समन्यूट्रानिक :- विभिन्न तत्वो के ऐसे परमाणु जिनके नाभिको में प्रोटॉनो की संख्या अलग - अलग होती है लेकिन न्यूट्रानो की संख्या समान होती है समन्यूट्रॉनिक कहलाते है।

उदाहरण :- (i) $_{11}^{23}Na$ , $_{12}^{24}Mg$

(ii) $_{19}^{39}K$ , $_{20}^{40}Ca$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q. 2: नाभिकीय बल से आप क्या समझते हो ? इनकी विशेषताए ( गुण ) लिखिए ?

उत्तर :- नाभिकीय बल :- वे बल जो नाभिक के अन्दर न्यूट्रानो और प्रोटानो के मध्य कार्य करते है नाभिकीय बल कहलाते है।

इनकी खोज यूकावा नामक वैज्ञानिक ने की थी।

# विशेषताएँ :-

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(i) नाभिकीय बल, आकर्षण बल होता है।
(ii) ये बल आवेश पर निर्भर नही करते।
(iii) नाभिकीय बल, कूलाम बल एंव गुरुत्वाकर्षण बल की तुलना मे अत्यधिक शक्तिशाली होते है।
(iv) ये बल बहुत कम दूरी ($10^{-15}m$) तक ही लागू होते है।
(v) ये बल, केन्द्रिय बल नही है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.3:- रेडियोएक्टिव पदार्थ तथा रेडियोएक्टिवता को समझाइए?

उत्तर :- रेडियोएक्टिवता :- वे पदार्थ जिनके नाभिकों में स्वतः ही विकिरण उत्सर्जित होते रहते हैं रेडियोएक्टिव पदार्थ कहलाते हैं।

"किसी पदार्थ के नाभिक से स्वतः ही विकिरण उत्सर्जित होते रहने की घटना को रेडियोएक्टिवता कहते हैं"

विशेष :- (i) रेडियोएक्टिवता नाभिक का गुण है।

(ii) रेडियोएक्टिव पदार्थ से विकिरण उत्सर्जित होने पर पदार्थ के ताप, भौतिक एवं रासायनिक गुणों का कोई प्रभाव नहीं पड़ता

(iii) कोई भी रेडियोएक्टिव तत्व एक साथ α-कण तथा β-कण उत्सर्जित नहीं करता।

(iv) रेडियोएक्टिव घटना एक नाभिकीय प्रक्रम है।

(v) सन् 1896 में फ्रांसीसी वैज्ञानिक हेनरी बेकरल ने रेडियोएक्टिवता की खोज की थी।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

TBS by Deepak Sir

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.4:- α- कण, β- कण तथा γ- कण के गुणों की तुलना कीजिए।

| | गुण | α-किरणें | β-किरणें | γ-किरणें |
|---|---|---|---|---|
| 1. | प्रकृति | हीलियम नाभिक | तीव्रगामी इलेक्ट्रॉन | विद्युत चुम्बकीय तरंगे (फोटॉन) |
| 2. | विराम द्रव्यमान | $6.6 \times 10^{-27}$ kg | $9.1 \times 10^{-31}$ kg | शून्य |
| 3. | आवेश | $2e = 2 \times 1.6 \times 10^{-19}$ $= 3.2 \times 10^{-19}$ C | $-1.6 \times 10^{-19}$ C | उदासीन |
| 4. | आयनीकरण क्षमता | β-किरणों से 100 गुनी | α-किरणों से 1/100 गुनी तथा γ-किरणों से 100 गुनी | न्यूनतम |
| 5. | वेधन क्षमता | न्यूनतम | α-किरणों से 100 गुनी | β-किरणों से 100 गुनी |
| 6. | ऊर्जा | सबसे कम | अधिक | सर्वाधिक |
| 7. | फोटो ग्राफिक प्लेट पर प्रभाव | सबसे कम | अधिक | सर्वाधिक |
| 8. | विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्र का प्रभाव | विक्षेपित होती है | विक्षेपित होती है | अप्रभावित |

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.5 :- नाभिकीय विखण्डन एवं नाभिकीय संलयन में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

| नाभिकीय विखण्डन | नाभिकीय संलयन |
|---|---|
| 1. इस प्रक्रिया में एक भारी नाभिक लगभग समान द्रव्यमान के दो नाभिकों में विभक्त हो जाता है। | इस प्रक्रिया में दो हल्के नाभिक संयुक्त होकर भारी नाभिक बनाते हैं |
| 2. यह प्रक्रिया सामान्य ताप पर सम्भव है। | यह प्रक्रिया अत्यधिक ताप पर ही सम्भव है। |
| 3. विखण्डीय पदार्थ, रेडियोएक्टिव होता है। | संलयन योग्य पदार्थ रेडियोएक्टिव नहीं होता है। |
| 4. विखण्डनीय पदार्थ सीमित मात्रा में पाये जाते हैं। | संलयन योग्य पदार्थ प्रचुर मात्रा में पाये जाते हैं |
| 5. प्रति विखण्डन विमुक्त ऊर्जा अधिक (200 MeV) होती है | प्रति संलयन विमुक्त ऊर्जा कम होती है (24 MeV) |

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.6:- रेडियोएक्टिव विघटन तथा नाभिकीय विखण्डन में अन्तर लिखो।

उत्तर:-

| रेडियोएक्टिव विघटन | नाभिकीय विखण्डन |
|---|---|
| 1. रेडियोएक्टिव विघटन स्वतः होता है। | नाभिकीय विखण्डन स्वतः नहीं होता है। |
| 2. इस विघटन से दैनिक जीवन में कोई विशेष लाभ नहीं है। | इस विखण्डन से, दैनिक जीवन में ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है। |
| 3. इस विघटन में γ-किरणों के रूप में ऊर्जा मुक्त होती है जो कि कम होती है। | नाभिकीय विखण्डन में γ-किरणों के रूप में ऊर्जा मुक्त होती है जो कि बहुत अधिक होती है। |
| 4. इस विघटन की दर किसी भी प्रकार से नियंत्रित नहीं की जा सकती है। | इस विघटन की दर मंदकों द्वारा नियंत्रित की जा सकती है। |

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.7:- रेडियोएक्टिव विघटन (क्षय) का नियम लिखिए तथा सूत्र $N = N_0 e^{-\lambda t}$ निगमित कीजिए।

उत्तर:- रेडियोएक्टिव विघटन का नियम :- इस नियम के अनुसार

"किसी क्षण रेडियोएक्टिव नाभिकों के विघटन की दर, उस क्षण उपस्थित कुल नाभिकों की संख्या के समानुपाती होती है।"

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

व्यंजक :- यदि किसी क्षण $t$ पर दिए गए पदार्थ में नाभिकों की संख्या $N$ है तथा समय $t + dt$ पर संख्या घटकर $N - dN$ रह जाती है।

तो विघटन की दर $= -\frac{dN}{dt}$ होगी

नियमानुसार :-

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

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

जहाँ $\lambda$ - क्षय नियतांक

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

तब

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

दोनों पक्षों का समाकलन करने पर

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

$$\log N = -\lambda t + A \quad \text{--- (2)}$$

जहाँ $A$ एक नियतांक है

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

प्रारम्भ में $t = 0$
$N = N_0$

समी. (2) में मान रखने पर

$$\log N_0 = -\lambda \times 0 + A$$

या

$$\log N_0 = A$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

समी० ② में A का मान रखने पर

$$\log N = -\lambda t + \log N_0$$

$$\log N - \log N_0 = -\lambda t$$

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

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

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

उपरोक्त सूत्र से स्पष्ट है कि रेडियोएक्टिवता विघटन चरघातांकी होता है।

Q.8:- रेडियोएक्टिव पदार्थ के अर्द्धआयुकाल से आप क्या समझते हो। अर्द्ध आयु काल तथा क्षय नियतांक में सम्बन्ध स्थापित करो ?

उत्तर:- **अर्द्ध आयु काल** :- वह समय, जिसमें उसके नाभिकों की संख्या विघटन के कारण घटकर प्रारम्भिक मान की आधी रह जाती है। इसे T से दर्शाते हैं।

अर्द्ध आयु काल एवं क्षय नियतांक में सम्बन्ध :-

रेडियो एक्टिव विघटन के अनुसार :-

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{——} ①$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

यदि पदार्थ का अर्द्ध आयु काल T हो तब

$$t = T$$

एवं $N = \frac{N_0}{2}$

समी. ① से

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T}$$

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

पलटने पर

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

या $2 = e^{\lambda T}$

दोनों पक्षो में log लेने पर

$$\log_e 2 = \log_e e^{\lambda T}$$

$$\log_e 2 = \lambda T$$

या $T = \frac{\log_e 2}{\lambda}$

या $\boxed{T = \frac{0.693}{\lambda}}$

यही आवश्यक सम्बन्ध है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

:- इलेक्ट्रॉन वोल्ट और परमाणु द्रव्यमान मात्रक में सम्बन्ध

Q.9:- 1 a.m.u. (atomic mass unit) और 1eV में सम्बन्ध स्थापित करो।

उत्तर:-

1 a.m.u. और 1 eV में सम्बन्ध :-

हम जानते है कि

$$1 amu = 1.66 \times 10^{-27} kg$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$E = \Delta m \times c^2$$

$$E = 1.66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$E = 1.66 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16} \quad \{\because c = 3 \times 10^8 m/s\}$$

$$E = 1.49 \times 10^{-11} \text{ जूल}$$

$$E = \frac{1.49 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-19}} eV$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$E = 931 \times 10^6 eV$$

$$E = 931 MeV$$

$$\boxed{1 amu = 931 MeV}$$

Q.10:- द्रव्यमान क्षति से आप क्या समझते हो?

उत्तर:- द्रव्यमान क्षति :- जब प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन मिलकर नाभिक बनाते है तो नाभिक का वास्तविक द्रव्यमान, उनके द्रव्यमानो के योग से सदैव कम होता है इस द्रव्यमान अंतर को द्रव्यमान क्षति कहते है। इसे $\Delta m$ से प्रदर्शित करते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

द्रव्यमान क्षति का कारण :- द्रव्यमान क्षति का मुख्य कारण बंधन ऊर्जा है।
जब दो नाभिक एक-दूसरे के सम्पर्क में आते है तो ये ऊर्जा का उत्सर्जन करते है फलस्वरूप द्रव्यमान में कमी हो जाती है।

द्रव्यमान क्षति का सूत्र :-

द्रव्यमान क्षति :- $[Z \times m_p + (A-Z) \times m_n] - M$

जहाँ :- $Z$ - प्रोटोनो की संख्या
$(A-Z)$ - न्यूट्रानो की संख्या
$m_p$ - 1 प्रोटोनो की संख्या
$m_n$ - 1 न्यूट्रॉन का द्रव्यमान
$M$ - नये बने नाभिक का द्रव्यमान

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.11:- नाभिक की बंधन ऊर्जा से आप क्या समझते है इसका सूत्र लिखिए ?

उत्तर:- बंधन ऊर्जा :- किसी नाभिक को उसके अवयवी न्यूक्लिऑनो में विभक्त करने के लिए आवश्यक ऊर्जा को बंधन ऊर्जा कहते है।
दूसरे शब्दो में, द्रव्यमान क्षति के कारण जो ऊर्जा उत्पन्न होती है उसे बंधन ऊर्जा कहते है।

सूत्र :- बंधन ऊर्जा $E = \Delta m \times c^2$

प्रति न्यूक्लिऑन बंधन ऊर्जा

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$E = \frac{\Delta m}{A} \times c^2$$

विशेष :- नाभिक की बंधन ऊर्जा जितनी अधिक होती है, नाभिक उतना ही स्थायी होता है।

Q.12:- 1 ग्राम पदार्थ जब ऊर्जा में बदलता है तो उसका मान क्या होगा ?

उत्तर:- दिया है $m = 1$ gram.

$$m = \frac{1}{1000} \text{ kg}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$m = 10^{-3} \text{ kg}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

हम जानते है :-

$$E = mc^2$$

$$E = 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$= 10^{-3} \times 9 \times 10^{16}$$

$$= 9 \times 10^{13} \text{ जूल}$$ **Ans**

Q.13:- 10 लाख किलो वाट घण्टा ऊर्जा, द्रव्यमान में कितनी है

उत्तर:- दिया है

$$E = 10,00,000 \text{ KWH}$$

$$E = 10^6 \times 3.6 \times 10^6$$

$$E = 3.6 \times 10^{12}$$

हम जानते है

$$E = mc^2$$

$[\because c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}]$

$$3.6 \times 10^{12} = m \times (3 \times 10^8)^2$$

$$3.6 \times 10^{12} = m \times 9 \times 10^{16}$$

$$m = \frac{3.6 \times 10^{12}}{9 \times 10^{16}}$$

$$m = 0.4 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$\boxed{m = 4 \times 10^{-5} \text{ kg.}}$$

**Ans.**

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286