14. కేంద్రకాలు

ముఖ్య విషయాలు

* కేంద్రంలోని ప్రోటాన్ల సంఖ్య పరమాణు సంఖ్య Z కేంద్రకంలోని ప్రోటాన్లు మరియు న్యూట్రాన్ల మొత్తం సంఖ్యనే ద్రవ్యరాశి సంఖ్య లేక న్యూకియాన్ సంఖ్య A అంటారు.

* ఒకే సంఖ్యలో ప్రోటాన్లను కలిగి ఉండి, వేర్వేరు సంఖ్యలో న్యూట్రాన్లను కలిగి ఉన్న కేంద్రాలను ఐసోటోప్‌ల అంటారు. ఒక కేంద్రకం యొక్క సుమారు వ్యాసార్ధాన్ని ఈ విధంగా వ్యక్తీకరించవచ్చు.

  $R \simeq (1.4\times10^{-15}\,m)\ A^{1/3}$

* కేంద్రకంలోని విడివిడి ప్రోటాన్ల, న్యూట్రాన్ల ద్రవ్యరాశుల మొత్తానికి, ఆ కేంద్రకం వాస్తవ ద్రవ్యరాశికి మధ్య ఉండే వ్యత్యాసాన్నే ద్రవ్యరాశిలోపం అంటారు.

* 1 పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణం = ${}_6C^{12}$ పరమాణువు యొక్క ద్రవ్యరాశి $\times\dfrac{1}{12}$ కు సమానం. 1పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణం విలువ $1.660565\times10^{-27}\,kg$ ఈ ద్రవ్యరాశి $931.5\,MeV$ శక్తికి తుల్యమవుతుంది.

* ద్రవ్రాశి తరుగుదల $\Delta m=\left[Zm_p+(A-Z)m_n\right]-M$ ఇందులో M_n = ఇచ్చిన కేంద్రకపు ద్రవ్యరాశి

*. సంపుటీకరణ భిన్నం $(packing\ fraction)=\dfrac{\Delta m}{A}=\dfrac{[Zm_p+(A-Z)m_n]-M_N}{A}$

$$\frac{\Delta m}{A}=\frac{[Zm_p+(A-Z)m_n]-M_N}{A}$$

* ఒక కేంద్రకాన్ని దాని అంశభాగాలైన ప్రోటాన్లు మరియు న్యూట్రాన్లుగా విడగొట్టడానికి కావలసిన శక్తినే కేంద్రక బంధనశక్తి అంటాం. ఈ బంధనశక్తి $(\Delta m)c^2$ కు సమానం. ఇక్కడ c శూన్యంలో కాంతివేగం, Δm అనేది కేంద్రకం యొక్క ద్రవ్యరాశిలోపం.

* ఒక పరమాణు కేంద్రంలోని ప్రోటాన్లు న్యూట్రాన్లు ఉంటాయి. ఈ రెండింటినీ కలిపి న్యూక్లియాన్లు అంటారు. కేంద్రకంలోని ప్రోటాన్ల సంఖ్యే పరమాణు సంఖ్య Z కేంద్రకంలోని ప్రోటాన్లు మరియు న్యూట్రాన్ల మొత్తం సంఖ్యనే ద్రవ్యరాశి సంఖ్య లేక న్యూకియాన్ సంఖ్య A అంటారు.

* ఒకే సంఖ్యలో ప్రోటాన్లను కలిగి ఉండి, వేర్వేరు సంఖ్యలో న్యూట్రాన్లను కలిగి ఉన్న కేంద్రాలను ఐసోటోప్‌ల అంటారు.

* ఒక కేంద్రకం యొక్క సుమారు వ్యాసార్ధాన్ని ఈ విధంగా వ్యక్తీకరించవచ్చు.

  $R=R_0A^{1/3}$ ఇక్కడ $R=1.4\times10^{-15}\,m$ మరియు $A=$ ద్రవ్యరాశి సంఖ్య

* అస్థిరమైన కేంద్రకాలు స్థిరత్వాన్ని పొందడానికై స్వచ్ఛందంగా $\alpha,\beta,\gamma-$ కిరణాలను వెలవరించే ప్రక్రియనే సహజరేడియో ధార్మికత అంటారు.

* $\alpha-$కణాలు, ధనాత్మక విద్యుదావేశిత కణాల్ని కలిగి ఉంటాయి. ఇందులోని ప్రతికణం హీలియం కేంద్రకమై ఉంటుంది. $\beta-$ కణాలు ఋణ విద్యుదావేశిత కణాలైన ఎలక్ట్రాన్లను కలిగి ఉంటాయి. $\gamma-$ కిరణాలు అత్యధిక శక్తి గల ఫోటాన్లను కలిగి ఉంటాయి.

* ఆ రేడియెధార్మిక ఐసోటోప్ యొక్క అర్ధ జీవితకాలం T అంటారు. $T=0.693/\lambda$, ఇక్కడ λ అనేది విఘటన స్థిరాంకం.

* ఒక సెకనులో జరిగే విఘటనాల సంఖ్యనే ఆ రేడియోధార్మక పదార్థం యొక్క క్రియాశీలత అంటారు. ఆరంభంలో ఉన్న అన్ని కేంద్రకాల మొత్తం జీవిత కాలాన్ని సంఖ్యతో భాగిస్తే వచ్చేది సగటు జీవిత కాలం $(\tau)=\tau=1/\lambda$.

*. కృత్రిమ పద్ధతులలో ఒక మూలకాన్ని వేరొక మూలకంగా పరివర్తన చేసే విధానాన్నే కృత్రిమ పరివర్తన అంటారు. దీనిని రూథర్‌ఫర్డ్ కనుక్కొన్నాడు.

* ఛాడ్విక్ ద్వారా న్యూట్రాన్ ఆవిష్కరణకు దారితీసిన కేంద్రక చర్య ${}_4^9Be+{}_2^4He\rightarrow+{}_6^{12}C+{}_0^1n+Q$.

www.sakshieducation.com

* ఒక భారయుత కేంద్రకం మధ్యస్థ ద్రవ్యరాశులు గల రెండు కేంద్రక శకలాలుగా విడిపోవడాన్నే కేంద్రక విచ్ఛిత్తి అంటారు.
*. కేంద్రకం యొక్క ద్రవ బిందు నమూనా ఆధారంగా కేంద్రక విచ్ఛిత్తిని విశదీకరిస్తారు.
* ^{235}U కేంద్రకం ఉష్ణీయ న్యూట్రాన్లు, అధికద్రుతి న్యూట్రాన్లు రెండింటితోను విచ్ఛిత్తి పొందుతుంది. కాని ^{232}Th న్యూట్రాన్లు సూత్రం అధికద్రుతి న్యూట్రాన్లతోనే విచ్ఛిత్తి నొందుతుంది. అయితే ^{239}Pu ఉష్ణీయ న్యూట్రాన్లు అధికద్రుతి నూట్రాన్లు రెండిటితోను విచ్ఛిత్తి నొందుతుంది.
* ఉష్ణీయ నూట్రాన్ల ద్వారా ^{235}U విచ్ఛిత్తి అయినపుడు ఒక్కొక్క విచ్ఛిత్తికి సరాసరి 2.5 న్యూట్రాన్లు వెలువడతాయి.
* ^{235}U లో ఒక విచ్ఛిత్తికి విడుదలయ్యే శక్తి $200\,MeV$. ఇది మొత్తం ద్రవ్యరాశిలో 0.1% ద్రవ్యరాశి శక్తిగా పరివర్తన చెందడంలో విడుదలయ్యే శక్తికి సమానం.
* విచ్ఛిత్తి జరిగినప్పుడు విడుదలయ్యే న్యూట్రాన్లను విడుదల చేస్తాయి. తక్షణ న్యూట్రాన్లు (*prompt neutrons*) అంటారు. ఈ విలంబన న్యూట్రాన్లను విడుదల చేస్తాయి. వీటిని విలంబన న్యూట్రాన్లు (*delayed neutrons*) అంటారు. ఈ విలంబన న్యూట్రాన్లు శృంఖల చర్యను నియంత్రించడంలోని ప్రముఖపాత్ర వహిస్తాయి.
* ఒక కేంద్రకం యొక్క విచ్ఛిత్తిలో ఉత్పత్తి అయ్యే న్యూట్రాన్లు తిరిగి తన పక్కనున్న ఇతర కేంద్రకాలలో విచ్ఛిత్తికి దోహదం చేస్తాయి. తద్వారా పెద్ద మొత్తంలో న్యూట్రాన్ల ఉత్పత్తి జరిగి విచ్ఛిత్తికర పదార్థమంతా (*fissonable material*) విఘటనం చెందే దాక కేంద్రక విచ్ఛిత్తి ప్రక్రియ కొనసాగుతుంది. దీనినే శృంఖల చర్యలు అంటారు.
* ప్రస్తుత సంఘటనలో ఉత్పత్తి అయిన న్యూట్రాన్ల సంఖ్యకు అంతకు ముందు సంఘటనలో ఉత్పత్తి అయిన న్యూట్రాన్ల సంఖ్యకు గల నిష్పత్తినే న్యూట్రాన్ ప్రత్యుత్పాదన కారకం (K) గా నిర్వచిస్తారు.

  $K=1$ నియంత్రిత శృంఖల చర్యను సూచిస్తుంది. $K>1$ అనియంత్రిత శృంఖల చర్యను సూచిస్తుంది.

  $K<1$ అయితే శృంఖల చర్య కొనసాగలేదు.
* అధికద్రుతి న్యూట్రాన్లను ఉష్ణీయ శక్తి విలువలకు తగ్గించగలిగే అల్ప పరమాణు సంఖ్య గల ద్రవ్యాన్నే మితకారి (*Moderator*) అంటారు. ఉదాహరణ : భారజలం (D_2O), గ్రాఫైట్, బెరిలియం మొదలైనవి.
* రియాక్టర్ యొక్క క్రియాశీల గర్భంలో (*core*) విచ్ఛిత్తి కిరణంగా ఉత్పత్తి అయ్యే ఉష్ణాన్ని గ్రహించడానికి శీతలీకరణులను వాడతారు. అధిక పీడనాలలో ఉంచిన నీరు లేదా ద్రవీకృత సోడియంలను శీతలీకరణులుగా వాడతారు.
* కేంద్రక రియాక్టర్ యొక్క సామర్థ్యం $P=\left(\frac{n}{t}\right)E$. ఇక్కడ $E=$ ఒక్క విచ్ఛిత్తిలో విడుదలయ్యే శక్తి $n=$ ఒక సెకనులో జరిగే విచ్ఛిత్తుల సంఖ్య
* ఒక రియాక్టర్‌లో వ్యయమయ్యే (^{235}U) ఇంధనం కంటే ఉత్పత్తయ్యే (^{239}Pu) ఇంధనం ఎక్కువగా ఉంటే ఆ రియాక్టర్‌ను ప్రజనన రియాక్టర్ అంటారు.
* రెండు తేలికైన కేంద్రకాలు కలిసి ఒక భారకేంద్రకంగా ఏర్పడుతూ, శక్తిని విడుదల చేసే ప్రక్రియనే కేంద్రక సలీనం అంటారు.
* కేంద్రక సంలీన ప్రక్రియ అత్యధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద సంభవిస్తుంది. కాబట్టి దీనిని ఉష్ణ కేంద్రక (*thermonuclear*) చర్య అని అంటారు. నక్షత్రాలు శక్తికి మూల కారణం కేంద్రకం సంలీనమే.
* సూర్యుడి అంతర్గర్భ (*core*) ఉష్ణోగ్రత $2\times10^7\,K$ ఉండేటట్లు కార్బన్ - నైట్రోజన్ చక్రం యొక్క కేంద్రక సంలీన ప్రక్రియ శక్తిని విడుదల చేస్తుంది.
* రేడియో ఐసోటోప్ ల ఉపయోగాలు

  మెదడు లోని కంతుల చికిత్స $\rightarrow I^{131}$

  రక్త ప్రసరణ అధ్యయనం $\rightarrow Na^{24}$

  హృదయం పంపింగ్ సామర్థ్యం అధ్యయనం $\rightarrow I^{131}$

  థైరాయిడ్ గ్రంధి పనిచేసే విధానం పరిశీలన $\rightarrow I^{131}$

www.sakshieducation.com

కేన్సర్ నివారణ $\rightarrow Co^{60}$

రక్తంలోని లోపాల చికిత్స $\rightarrow P^{32}$

శిలాజాల వయస్సు నిర్ధారణ $\rightarrow C^{14}$

అతిస్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. ఐసోటోపులు, ఐసోబార్‌లు అంటే ఏమిటి?

జ: ఐసోటోప్‌లు :

ఒకే పరమాణు సంఖ్యను కలిగి ఉండే వేరు వేరు ద్రవ్యరాశి సంఖ్యలను కలిగి ఉండే కేంద్రాలను ఐసోటోప్‌లు అంటారు.

ఉదా : Hydrogen $_1H^1,\ _1H^2,\ _1H^3$

Oxygen $_8O^{16},\ _8O^{17},\ _8O^{18}$

ఐసోబార్‌లు :

ఒకే ద్రవ్యరాశి సంఖ్యను వేరు వేరు పరమాణు సంఖ్య గల కేంద్రక మూలకాలను ఐసోబార్‌లు అంటారు.

ఉదా : $_1H^3\ \&\ _2H^3,\ _3Li^7\ \&\ _4Be^7$

2. ఐసోటోన్‌లు, ఐసోమర్‌లు అంటే ఏమిటి?

జ: ఐసోటోన్‌లు :

ఒకే న్యూట్రాన్ సంఖ్య కలిగి ఉండి వేరు వేరు పరమాణు సంఖ్య మరియు ద్రవ్యరాశి సంఖ్యలను కలిగి ఉండే కేంద్రక మూలకాలను ఐసోటోన్‌లు అంటారు.

ఉదా : $_{20}Ca^{40}$ మరియు $_{19}K^{39}$; $_{29}Cu^{63}$ మరియు $_{30}Zn^{64}$.

ఐసోమర్‌లు :

ఒకే న్యూట్రాన్ సంఖ్య, ప్రోటాన్ సంఖ్యలను కలిగి ఉండి వేరు వేరు శక్తి స్థాయిలను కలిగి ఉండే కేంద్రక మూలకాలను ఐసోమార్‌లు అంటారు.

ఉదా : యురేనియం X_2 అనగా $_{92}U^{234}_{X2}$ మరియు యురేనియం Z అనగా $_{92}U^{234}_{Z}$

3. పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణం $(a.m.u)$ అంటే ఏమిటి? దానికి తుల్యమైన శక్తి ఏమిటి?

జ: కార్బన్ పరమాణువు $^{12}_{6}C$ ద్రవ్యరాశిలో $\frac{1}{12}$ వంతు ద్రవ్యరాశిని పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణం అంటారు.

$1a.m.u = \frac{1}{12} \times {}^{12}_{6}C$ పరమాణు ద్రవ్యరాశి $= 1.66 \times 10^{-27} kg$

$a.m.u$ కు సమానమైన శక్తి $= 931.5 MeV$

4. A_1, A_2 ద్రవ్యరాశి సంఖ్యలు గల రెండు కేంద్రకాల వ్యాసార్థాల నిష్పత్తి ఎంత?

జ: $\frac{R_1}{R_2} = \left[\frac{A_1}{A_2}\right]^{\frac{1}{3}} \quad \left[\because R = R_0 A^{1/3}\right]$

5. సహజ రేడియోధార్మికతను ప్రదర్శించే చాలా కేంద్రకాలు ఎక్కువ ద్రవ్యరాశి సంఖ్య కలిగినవి. ఎందుకు?

జ: సాపేక్షంగా ఒక న్యూక్లియాన్‌కు బంధనశక్తి $7.6 MeV$ కన్నా తక్కువ కలిగి, ఆవర్తన పట్టికలో సీసం కు అవతలగల భార కేంద్రకాలు సహజ రేడియోధార్మికతను ప్రదర్శిస్తాయి. అందువల్ల ఎక్కువ స్థిరత్వాన్ని పొందుతాయి.

6. ఒక కేంద్రకం నుంచి $\alpha -$కణం వెలువడిన తరవాత, ఆ కేంద్రకంలోని న్యూట్రాన్ల నిష్పత్తి పెరుగుతుందా? తగ్గుతుందా? స్థిరంగా ఉంటుందా?

జ: పెరుగుతుంది.

www.sakshieducation.com

ఉదా: ${}^{238}_{92}U \xrightarrow{{}^{4}_{2}He} {}^{234}_{90}U$

హీలియం ఉద్గారంనకు ముందు న్యూట్రాన్‌లు మరియు

ప్రోటాన్‌ల నిష్పత్తి $= \dfrac{A-Z}{Z} = \dfrac{238-92}{92} = \dfrac{144}{92} = 1.57$

హీలియం ఉద్గారం తరువాత, న్యూట్రాన్‌లు మరియు ప్రోటానుల నిష్పత్తి $= \dfrac{A-Z}{Z} = \dfrac{234-90}{90} = 1.6$

కావున న్యూట్రాన్‌ల మరియు ప్రోటాన్‌ల నిష్పత్తి పెరుగుతుంది.

7. కేంద్రకం ఎలక్ట్రాన్‌లను కలిగి ఉండదు. కాని ఎలక్ట్రాన్‌లను ఉద్గారం చేయగలదు. ఏవిధంగా?

జ: కేంద్రకంలోని ఒక న్యూట్రాన్, ప్రోటాన్‌గా మారినప్పుడు ఒక ఎలక్ట్రాన్ విడుదలవుతుంది.

8. విఘటన స్థిరాంకం ప్రమాణాలు, మితులు ఏమిటి?

జ: ప్రమాణం = (సెకను)$^{-1}$

మితులు $= M^0L^0T^{-1}$.

9. $\beta-$ క్షయంలో విడుదలయ్యే ఎలక్ట్రాన్‌లన్నీ ఎందువల్ల ఒకే శక్తిని కలిగి ఉండవు?

జ: ఒక న్యూట్రాన్, ప్రోటాన్‌గా మారినపుడు ఒక ఎలక్ట్రాన్ మరియు న్యూట్రినో ఉద్గారమవుతాయి. అందువల్ల ఎలక్ట్రాన్‌లన్నీ ఒకే శక్తి కలిగి ఉండవు.

$${}_0n^1 \rightarrow {}_1H^1 + {}_{-1}e^0 + \nu$$

10. కేంద్రక చర్యలను ఉత్పత్తి చేయడానికి న్యూట్రాన్‌లు అత్యుత్తమ ప్రక్షేపకాలు. ఎందుకు?

జ: న్యూట్రాన్ ఆవేశరహిత కణం.ఇది విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్రంలో అపవర్తనం చెందదు. కావున కేంద్రక చర్యలను ఉత్పత్తి చేయడానికి న్యూట్రాన్‌లు అత్యుత్తమ ప్రక్షేపకాలు.

11. న్యూట్రాన్‌లు అయనీకరణాన్ని కలిగించలేవు. ఎందుకు?

జ: న్యూట్రాన్‌లు ఆవేశరహిత కణాలు. కావున అవి అయనీకరణాన్ని కలిగించలేవు.

12. విలంబన న్యూట్రాన్‌లు అంటే ఏమిటి?

జ: కేంద్రక విచ్ఛిత్తిలో కొంత సమయం తర్వాత ఉద్గారమయ్యే న్యూట్రాన్‌లను విలంబన న్యూట్రాన్‌లు అంటారు.

13. ఉష్ణీయ న్యూట్రాన్‌లు అంటే ఏమిటి? వాటి ప్రాముఖ్యత ఏమిటి?

జ: **ఉష్ణీయ న్యూట్రాన్‌లు:**

సుమారు $0.025eV$ గతిశక్తిగల న్యూట్రాన్‌లను నెమ్మది న్యూట్రాన్‌లు (లేదా) ఉష్ణీయ న్యూట్రాన్‌లు అంటారు.

ప్రాముఖ్యత:

ఉష్ణీయ న్యూట్రాన్‌లతో తాడనం చేసినపుడు మాత్రమే ^{235}U విచ్ఛిత్తి చెందుతుంది.

14. నియంత్రిత శృంఖల చర్య, అనియంత్రిత శృంఖల చర్యలలో న్యూట్రాన్ ప్రత్యుత్పాదక గుణకం విలువ ఎంత?

జ: **నియంత్రిత శృంఖల చర్య:**

ప్రత్యుతాదన గుణకం $K = 1$

అనియంత్రిత శృంఖల చర్య:

ప్రత్యుతాదన గుణకం $K > 1$

15. కేంద్రక రియాక్టర్‌లో నియంత్రణ కడ్డీల పాత్ర ఏమిటి?

జ: న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ నియంత్రణ కడ్డీలు న్యూట్రాన్‌లను శోషణం చేసుకుని, విచ్ఛిత్తి రేటును నియంత్రణలో ఉంచుతాయి.ఉదా: కాడ్మియం, బోరాన్.

16. కేంద్రక సంలీన చర్యలను, ఉష్ణకేంద్రక చర్యలు అని ఎందుకంటారు?

జ: కేంద్రక సంలీన చర్య చాలా ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద జరుగుతుంది. కావున దీనిని ఉష్ణకేంద్రక చర్య అంటారు.

17. బెకరల్, క్యూరీలను నిర్వచించండి.

జ: **బెకరల్ :**

ఒక సెకనులో జరిగే ఒక విఘటనం (లేదా) క్షయంనే బెకరల్ అంటారు.

www.sakshieducation.com

బెకరల్ = $\frac{\text{1 ఘటనం లేక క్షయం}}{\text{సెకను}}$

క్యూరీ :

ఒక సెకనుకు 3.7×10^{10} విఘటనం (లేదా) క్షయంలనే క్యూరీ అంటారు,

$1 = \frac{3.7\times10^{10}\text{ క్షయాలు}}{\text{సెకను}} = 3.7\times10^{0}$ బెకరల్

18. శృంఖల చర్య అంటే ఏమిటి?

జ: శృంఖల చర్య:

ఒక కేంద్రకం యొక్క విచ్ఛిత్తిలో ఉత్పత్తి అయ్యే న్యూట్రానులు తిరిగి ఇతర కేంద్రకాలతో విచ్ఛిత్తికి దోహదం చేస్తాయి. దీనివలన పెద్ద మొత్తంలో న్యూట్రాన్ల ఉత్పత్తి జరిగి కేంద్రక విచ్ఛిత్తి ప్రక్రియ కొనసాగుతుంది. దీనినే శృంఖల చర్య అంటారు.

19. ఒక కేంద్రక రియాక్టర్‌లో మితకారి పాత్ర ఏమిటి?

జ: వేగవంతమైన న్యూట్రాన్‌లను మందగమనము చేయుటకు మితకారులను ఉపయోగిస్తారు. బారజలము, శుద్ధమైన గ్రాఫైట్, బెరిలియం వంటి పదార్థాలను మితకారులుగా ఉపయోగిస్తారు.

20. నాలుగు ప్రోటాన్‌లు సంలీనం చెందుతూ ఒక హీలియం కేంద్రకంగా ఏర్పడేటప్పుడు విడుదలయ్యే శక్తి ఎంత?

జ: $4\,{}_1^1H \rightarrow {}_2^4He + 2\,{}_1^0e + 26.7MeV$

$26.7\ MeV$ శక్తి విడుదలవుతుంది.

స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. పరమాణు సాంద్రత కంటే కేంద్రక సాంద్రత ఎందుకు ఎక్కువగా ఉంటుంది? కేంద్రక ద్రవ్యం సాంద్రత, అన్ని కేంద్రకాలకు సమానంగానే ఉంటుందని చూపండి.

జ: 1) కేంద్రకం యొక్క ఘనపరిమణం కన్నా పరమాణు ఘనపరిమాణం ఎక్కువ.

కాని సాంద్రత $\propto \frac{1}{\text{ఘనపరిమాణం}}$

$\therefore$ కేంద్రకం యొక్క సాంద్రత పరమాణువు కన్నా ఎక్కువ

2) కేంద్రకం ద్రవ్యరాశి $=$ న్యూక్లియాన్‌ల సంఖ్య $(A)\times$ న్యూక్లియాం ద్రవ్యరాశి $(m) = Am$

కేంద్రకం ఘనపరిమాణం $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi (R_0 A^{1/3})^3$

$$= \frac{4\pi R_0 A}{3} = 1.2\times10^{-45} m\ A.\left[\because R_0 = 1.2\times10^{15} m\right]$$

కేంద్రక సాంద్రత $(\rho) = \frac{\text{కేంద్రక ద్రవ్యరాశి}}{\text{కేంద్రకం ఘనపరిమాణం}}$

$$= \frac{Am}{\frac{4}{3}\pi R_0^3 A} = \frac{3m}{4\pi R_0^3}$$

అనగా కేంద్రక సాంద్రత, ద్రవ్యరాశి సంఖ్య పై ఆధారపడదు. కావున అన్ని కేంద్రకాలకు సాంద్రత సమానం.

2. న్యూట్రాన్ ఆవిష్కరణ మీద ఒక లఘుటీక రాయండి.

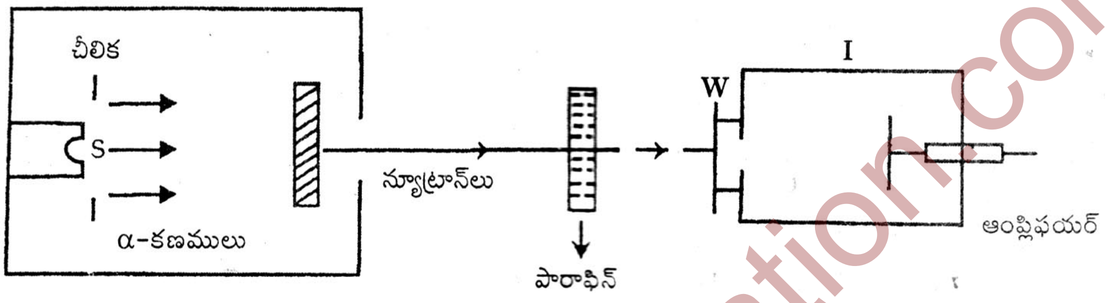
జ: న్యూట్రాన్ ఆవిష్కరణ :

మొట్టమొదట న్యూట్రాన్ ఉనికిని రూథర్‌ఫర్డ్ 1920 వ సంవత్సరములో ఊహించెను. 1932 లో ఛాడ్విక్ న్యూట్రాన్‌ను ఆవిష్కరించెను. 1930 సం॥లో బోథే, బెకర్ అను జర్మన్ శాస్త్రవేత్తలు, బోరాన్, బెరిలియంలను పొలోనియం నుండి వెలువడే $5\,MeV$ శక్తి గల కణాలచే తాడించినపుడు అధికంగా చొచ్చుకొనిపోయే శక్తి గల వికిరణం విడుదలయినట్లు గుర్తించిరి. ఈ వికిరణం విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్రాల ప్రభావాలకు లోను కాదు కనుక ఏ విద్యుత్ ఆవేశము లేని వికిరణముగా భావించారు. కనుక ఇవి అధిక శక్తి గల γ కిరణాలుగా భావించారు.

www.sakshieducation.com

$${}_4Be^9 + {}_2He^4 \rightarrow [{}_6C_{13}] \rightarrow {}_6C^{13} + \gamma$$

పై చర్యలో లభ్యమయ్యే శక్తి $14\,Mev$ ఈ శక్తిని C_6^{13} మరియు γ ఫోటాన్‌లు పంచుకొనును. కనుక అవి $14\,Mev$ కంటె స్వల్పంగా తక్కువ శక్తిని కలిగి యుండును. శోషణ పద్ధతులలో ఫోటాన్ శక్తి $7\,Mev$ గా నిర్ధారించిరి. తర్వాత క్యూరీ, జూలియట్‌లు ఈ వికిరణమును హైడ్రోజను సంబంధమైన పదార్థాలు పారఫిన్‌ల మైనము, నీరు, కాగితముల ద్వారా పంపినప్పుడు ఎక్కువ శక్తి గల ప్రోటాన్‌లు ఉద్గారమైనట్లు కనుగొనిరి. ఈ ఉద్గార ప్రోటాన్‌ల శక్తి $7.5\,Mev$ అయితే $7.5\,Mev$ శక్తి గల ప్రోటాన్‌ల ఉద్గారమునకు $64\,Mev$ శక్తి గల γ ఫోటాన్‌లు అవసరం కాని పై ప్రయోగంలో $\gamma-$ ఫోటాన్‌ల శక్తి $64\,Mev$ కంటే తక్కువ అని తెలుసుకొనిరి. బెరిలియం నుండి వెలవడే వికిరణ శక్తి, అదే వికిరణము హైడ్రోజన్ సంబంధమైన పదార్థాలపై పతనమైనప్పుడు వేరుగా వున్నట్లు భావించిరి.



1932 లో ఛాడ్విక్ వీటిని ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశి గల తటస్థ కణాలు కనుగొనెను. ఈ తటస్థ కణాలనే న్యూట్రాన్‌లు అంటారు.

$${}_4Be^9 + {}_2He^4 \rightarrow [{}_6C^{13}] \rightarrow {}_6C^{12} + {}_0n^1 + Q$$ (ఇక్కడ $Q =$ వెలువడిన శక్తి)

ఛాడ్విక్ ప్రయోగపు అమరిక పటములో చూపబడినది. జనకము S (పొలోనియం) నుండి α కణాలు ఉద్గారమగుచున్నవి. ఈ α కణాలు బెరీలియం పొరను తాకునట్లు చేయబడుచున్నవి. బెరిలియం నుండి వెలువడే కణాలు పారఫిన్ మైనపు దిమ్మె పై పతనమగుచున్నవి. దాని నుండి అధిక శక్తి గల ప్రోటాన్‌లు ఉద్గారమగును. ఈ ప్రోటాన్‌లను అయనీకరణ పేటిక ద్వారా పంపబడును. ప్రోటాన్‌ల ద్వారా ఏర్పడే అయనీకరణ ప్రవాహమును ఎలక్ట్రోమీటరు ద్వారా కొలవబడును. ఆ విధంగా ఛాడ్విక్ న్యూట్రాన్‌లను ఆవిష్కరించెను.

3. న్యూట్రాన్ ధర్మాలు ఏమిటి?

జ: న్యూట్రాన్ ధర్మాలు:

1) న్యూట్రాన్‌లు తటస్థ కణములు అగుటచే అవి విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్రాలలో విక్షేపం చెందవు

2) న్యూట్రాన్‌కు చొచ్చుకుపోయే శక్తి చాలా ఎక్కువ మరియు అయనీకరణం చేసే సామర్థ్యం చాలా తక్కువ

3) కేంద్రకం లోపల ఉన్న న్యూట్రాన్ స్థిరంగా ఉండును. అయితే కేంద్రకం వెలుపల ఉండే ఒక వియుక్త న్యూట్రాన్ స్థిరంగా ఉండలేక ప్రోటాన్, ఎలక్ట్రాన్ మరియు విరుద్ధ న్యూట్రినో $(\bar{v})$ లుగా క్షయమవుతుంది. ఒక వియుక్త న్యూట్రాన్ యొక్క సరాసరి జీవిత కాలం దాదాపు 1000. సెకండ్లు ఉంటుంది.

$${}_0^1n \rightarrow {}_1^1H + {}_{-1}^{0}e + \bar{v}$$

4) భారజలం, ఫారపిన్ మైనం, గ్రాఫైట్ వంటి పదార్థల ద్వారా అధిక ద్రుతి న్యూట్రాన్లను పంపించి వాటి వేగం తగ్గేట్లు చేయవచ్చును.

5) న్యూట్రాన్లు స్ఫటికాల చే వివర్తనం చెందుతాయి.

4. కేంద్రక బలాలు అంటే ఏమిటి? వాటి ధర్మాలను రాయండి.

జ: కేంద్రక బలాలు :

కేంద్రకంలో గల కేంద్రక కణాలను బంధించి ఉంచే బలాలను కేంద్రక బలాలు అంటారు. ఇవి చాలా శక్తివంతమైనవి.

ధర్మాలు:

1) కేంద్రక బలాలు స్థిర విద్యుత్ కులూమ్ బలాలు.ఇవి పదార్థముల మధ్యగల గురుత్వాకర్షణ బలాల కన్న చాలా శక్తివంతమైనవి.

www.sakshieducation.com

2) రెండు న్యూక్లియాన్‌ల మధ్య గల బలాలు వాటి మధ్య గల దూరం పై ఆధారపడతాయి. ఈ కేంద్రక బలాలు స్వల్ప అవధి గల బలాలు.

3)న్యూక్లియాన్‌ల మధ్య దూరం 0.8 ఫెర్మి లేక అంతకన్న ఎక్కువగా ఉంటే ఇవి ఆకర్షణీయ బలాలు, న్యూక్లియాన్‌ల మధ్య దూరం 0.8 ఫెర్మి కన్న తగ్గితే ఇవి వికర్షణ బలాలుగా పనిచేస్తాయి.

4) కేంద్రక బలాలు సంతృప్త బలాలు.

5) కేంద్రక బలాలు ఆవేశం మీద ఆధారపడవు. కావున ప్రోటాను-ప్రోటాను, ప్రోటాను-న్యూట్రాన్ మరియు న్యూట్రాన్-న్యూట్రాన్‌ల మధ్య బలాలు సమానం.

5. ఒక కేంద్రకం ఎక్కువ స్థిరత్వాన్ని కలిగి ఉండాలంటే, ఒక్కో న్యూక్లియాన్ బంధన శక్తి ఎక్కువ విలువను కలిగి ఉండాలి. ఎందుకు?

జ: కేంద్రకాన్ని విడివిడి న్యూక్లియాన్‌లుగా విభజించడానికి దాని బంధన శక్తికి సమానమైన శక్తిని బయట నుండి అందజేయాలి. ఎక్కువ స్థిరత్వం కలిగిన కేంద్రకాలకు బంధన శక్తి ఎక్కువ. కేంద్రకాన్ని విడివిడి న్యూక్లియాన్‌లుగా విభజించడానికి అందజేసిన శక్తి న్యూక్లియన్‌లను కలిపి ఉంచే కేంద్రక ఆకర్షణ బలాన్ని ఎదిరించి న్యూక్లియాన్‌ను బయటకు తీయడానికి ఉపయోగపడుతుంది. యురేనియం , ప్లుటోనియం వంటి భార మూలకాల కేంద్రకాల బంధన శక్తి తక్కువ . కావున వాటిని తేలికగా న్యూక్లియాన్‌లుగా విభజించగలము. ఇనుముకు బంధన శక్తి ఎక్కువ. కావున ఇనుము కేంద్రకాన్ని తేలికగా న్యూక్లియాన్‌లుగా విభజించలేము. యురేనియం, ప్లుటోనియం వంటి మూలకాలతో పోలిస్తే ఇనుము చాలా స్థిరమైనది. కావున స్థిరమైన మూలకాలకు వాటి కేంద్రక బంధన శక్తి ఎక్కువగా ఉండాలి.

6. $\alpha-$క్షయాన్ని వివరించండి

జ: α క్షయకరణము :

'α'క్షయకరణంలో రేడియోధార్మిక పదార్థం నుండి 2 యూనిట్ల ఆవేశము మరియు నాలుగు యూనిట్ల ద్రవ్యరాశి గల హీలియం కేంద్రకాలు వెలువడతాయి.

కావున $\alpha-$క్షయకరణం వలన రేడియోధార్మిక పదార్థ ఆవేశం రెండు యూనిట్‌లు మరియు ద్రవ్యరాశి నాలుగు యూనిట్‌లు తగ్గుతుంది.

$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}X + ^{4}_{2}He$ ($\alpha-$కణం)

చర్యలో గల తొలి ద్రవ్యరాశి మరియు క్షయంలోని ఉత్పాదనల మొత్తం ద్రవ్యరాశి శక్తికి గల భేదంను విఘటన శక్తి లేదా కేంద్రక చర్య Q విలువ అంటారు.

$Q = (m_x - m_y - m_{He})c^2$

7. $\beta-$క్షయాన్ని వివరించండి.

జ: బీటా క్షయం (β):

రేడియోధార్మిక పదార్థాలు బీటా క్షయకరణంలో రేడియోధార్మిక పదార్థం నుండి ఒక ఎలక్ట్రాన్ (β^- క్షయం) లేదా పాజిట్రాన్ (β^+ క్షయం) ఉద్గారం అవుతుంది.

β^- లేదా β^+ క్షయకరణం వలన ద్రవ్యరాశి సంఖ్య మారదు. β^- లో పరమాణు సంఖ్య (Z) విలువ ఒకటి పెరుగుతుంది మరియు β^+ క్షయకరణంలో పరమాణు సంఖ్య ఒకటి తగ్గుతుంది.

1) β^- క్షయంలో జరిగే ప్రక్రియ $n \rightarrow p + e^- + \overline{\upsilon}$

β^- చర్యలో ఒక న్యూట్రాన్ విభజించబడి ఒక ప్రోటాన్ మరియు ఎలక్ట్రాన్ వెలువడతాయి.

ఉదా: $^{30}_{15}P \rightarrow ^{32}_{16}S + e^- + \overline{\upsilon}$

ఇందు υ ను న్యూట్రినో అంటారు.

2) β^+ క్షయంలో జరిగే ప్రక్రియ $p \rightarrow n + e^+ + \upsilon$

β^+ చర్యలో ఒక ప్రోటాన్ విభజించబడి ఒక న్యూట్రాన్ మరియు ఒక ప్రోటాన్ వెలువడతాయి.

ఉదా: $^{22}_{11}Na \rightarrow ^{22}_{10}Ne + e^+ + \upsilon$

www.sakshieducation.com

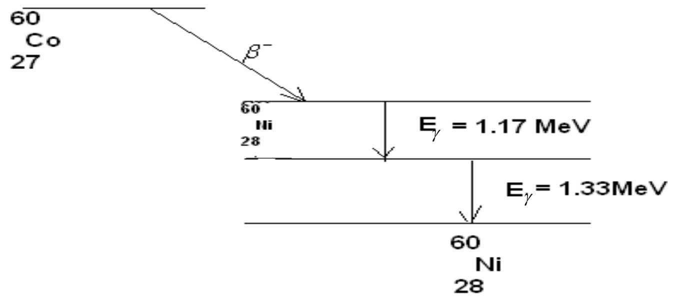
ఇందు e^{+} ను పాజిట్రాన్ మరియు $\bar{\upsilon}$ను యాంటి న్యూట్రాన్ అంటారు.

8. $\gamma-$క్షయాన్ని వివరించండి.

జ: $\gamma-$**క్షయం:**

పరమాణువుల వలె కేంద్రకాలు కూడా వివిక్త శక్తి స్థాయిలను కలిగి ఉంటాయి. వాటి శక్తి వేరుగా ఉంటుంది. కేంద్రకంలో శక్తి స్థాయిల మధ్య బేధం MeV లలో ఉంటుంది. అన్నింటి కన్న అతి తక్కువ వక్తి స్థాయిని భూస్థితి అంటారు.

న్యూక్లియాన్‌లు ఒక శక్తి స్థాయి నుండి మరొక శక్తి స్థాయికి ఉత్తేజితం చెందే ప్రక్రియలో శక్తి స్థాయిల భేదానికి సమానమైన శక్తిని గ్రహిస్తాయి. ఇవి మరల భూస్థితికి వచ్చునపుడు ఆ శక్తి స్థాయిల భేదానికి సమానమైన శక్తిని 'γ' కిరణ రూపంలో విడుదల చేస్తాయి.



$\gamma-$కిరణం చాలా శక్తివంతమైన కాంతి ఫోటాన్. దీని శక్తి MeV లలో ఉంటుంది. 'α'క్షయకరణంలో రేడియోధార్మిక పదార్థం ద్రవ్యరాశి సంఖ్య (A) మరియు పరమాణు సంఖ్య (Z)లలో ఏ విధమైన మార్పు ఉండదు.

9. ఒక రేడియోధార్మిక పదార్థానికి అర్ధజీవిత కాలం, విఘటన స్థిరాంకాలను నిర్వచించండి. వాటి మధ్యగల సంబంధాన్ని రాబట్టండి.

జ: అర్ధజీవితం కాలం :

ఒక రేడియోధార్మిక పదార్థం తొలి పరమాణు కేంద్రకాల లో సగం విఘటనం చెందటానికి పట్టేకాలాన్ని ఆ పదార్థం యొక్క అర్ధజీవిత కాలం అంటారు.

విఘటన స్థిరాంకం λ అయితే అర్ధజీవిత కాలం $T_{\frac{1}{2}} = \dfrac{0.693}{\lambda}$

విఘటన స్థిరాంకం (λ)**:**

రేడియోధార్మిక విఘటన రేటుకు మరియు ఆ క్షణాన ఉన్న కేంద్రకాల సంఖ్యకు గల నిష్పత్తిని, విఘటన స్థిరాంకం అంటారు. ఇది అనుపాత స్థిరాంకము మరియు దీనిని 'λ' తో సూచిస్తారు.

$$\lambda = \frac{-\left(\frac{dN}{dt}\right)}{N}$$

అర్ధజీవిత కాలం మరియు విఘటన స్థిరాంకముల మధ్య సంబంధము:

ఏదేని క్షణం వద్ద ఒక సెకన్‌లో విఘటన చెందే కేంద్రకాల సంఖ్య $\left(\frac{dN}{dt}\right)$ మరియు అక్షణం వద్ద పదార్థంలో గల కేంద్రకాల సంఖ్య (N) గల నిష్పత్తిని విఘటన స్థిరాంకం అంటారు.

$t=0$ కాలం వద్ద పదార్థంలో గల కేంద్రకాల సంఖ్య N_0 అనుకొనిన,

అర్ధజీవిత కాలం $t = T_{\frac{1}{2}}$ తరువాత పదార్థంలో గల కేంద్రకాల సంఖ్య $N = \dfrac{N_0}{2}$

$N = \dfrac{N_0}{2}$ మరియు $t = T_{\frac{1}{2}}$ ను $N = N_0 e^{-\lambda t}$ లో ప్రతిక్షేపించగా

www.sakshieducation.com

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

$$\Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{\log_e 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\therefore T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

10. ఒక రేడియోధార్మిక పదార్థం సగటు జీవితకాలాన్ని నిర్వచించండి. విఘటన స్థిరాంకం, సగటు జీవిత కాలాల మధ్య సంబంధాన్ని రాబట్టండి.

జ: **సగటు జీవితకాలం :** ఒక రేడియోధార్మిక పదార్థం గల తొలి పరమాణు కేంద్రకాలు పూర్తిగా విఘటనం చెందుటకు పట్టే కాలం మరియు తొలి పరమాణు కేంద్రకాల సంఖ్యకు గల నిష్పత్తిని సగటు జీవిత కాలం అంటారు.

సగటు జీవిత కాలం $T_{avg} = \frac{1}{\lambda}$

విఘటన స్థిరాంకము మరియు సగటు జీవిత కాలాల మధ్య సంబంధము:

ప్రారంభ కాలం $t = 0$ వద్ద, రేడియోధార్మిక కేంద్రకాలు N_0 ఉన్నాయనుకుందాము. t మరియు $t + dt$ కాలంల మధ్య విఘటనం చెందిన కేంద్రకాల సంఖ్య dN. ఈ dN కేందక్రాల విఘటనానికి పట్టుకాలము $t\,dN$. ప్రారంభంలో నమునా లోని అన్ని కేంద్రకాలు విఘటనంనకు పట్టు మొత్తం కాలం $= \int_0 t\, dN$

సగటు జీవిత కాలం $(\tau) = N_0$ సంఖ్య గల అన్ని కేందక్రాల యొక్క మొత్తం జీవిత కాలం/తొలి కేంద్రకాల మొత్తం సంఖ్య.

$$\Rightarrow \tau = \frac{\int td\ N}{N_0} \text{ కాని } \frac{dN}{dt} = -\lambda N,$$

$$dN = -\lambda N dt = -\lambda_0 N_0 e^{-\lambda t} dt \quad \left[\because N = N_0 e^{-\lambda t}\right]$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{\int_0 -\lambda\ N_0 e^{-\lambda t} dt}{N_0}$$

సమాకలనం చేయగా, $\tau = \frac{1}{\lambda}$

$$\tau = \frac{T}{0.693} \quad \left[\because \lambda = \frac{0.693}{T}\right]$$

10. ఒక రేడియోధార్మిక పదార్థం అర్ధజీవిత కాలం, సగటు జీవితకాలాల మధ్య సంబంధాన్ని రాబట్టండి.

జ: **అర్ధజీవిత కాలం (T) మరియు సగటు జీవిత కాలం (τ) ల మధ్య సంబంధము:**

రేడియోధార్మిక విఘటన నియమము, $N = N_0 e^{-\lambda} t \rightarrow (1)$

$t = 0$ వద్ద తొలికేంద్రకాల సంఖ్య N_0 అని, T కాలం తరువాత కేందక్రాల సంఖ్య $\frac{N_0}{2}$ అని, $2T$ కాలం తరువాత కేంద్రకాల సంఖ్య $\frac{N_0}{4}$ అని భావిద్దాం.

$t = T$ వద్ద $N = \frac{N_0}{2}$ ను (1) లో ప్రతిక్షేపించగా,

www.sakshieducation.com

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{e^{\lambda T}} \Rightarrow e^{\lambda T} = 2$$

ఇరువైపులా $\log_e$ తీసుకుంటే,

$$\lambda T = \log_e^2 = 2.303 \log_{10}^2 = 0.693$$

$$\therefore T = \frac{0.693}{\lambda} \rightarrow (2)$$

సగటు కాలం $\tau = \dfrac{\int t dN}{N_0}$

కాని $-\dfrac{dN}{dt} = \lambda N \Rightarrow dN = -\lambda N dt = -\lambda N_0 e^{-\lambda t} dt$ [$\because$ (1) నుండి]

$$\tau = \frac{\int_0^\infty t - \lambda N_0 e^{-\lambda t} dt}{N_0}$$

సమాకలనం చేయగా, $\tau = \dfrac{1}{\lambda} \rightarrow (3)$

$$\therefore \tau = \frac{T}{0.693} \left[\because \lambda = \frac{0.693}{T}\right]$$

12. కేంద్రక విచ్ఛిత్తి అంటే ఏమిటి? దీనిని ఒక ఉదాహరణతో వివరించండి.

జ: భార మూలకాల కేంద్రకాల న్యూట్రాన్‌లచే తాడనం చెందించినపుడు రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ స్థిరమైన కేంద్రకాలుగా విడిపోయి శక్తిని వెలువరించే చర్యనే కేంద్రక విచ్ఛిత్తి అంటారు.

ఉదా : $_{92}U^{235} + _{0}n^{1} \rightarrow _{56}Bo^{14} + _{36}Kr^{92} + 3^{1}_{on} + Q$ (శక్తి)

ఇక్కడ Q చర్యలో వెలువడిన శక్తి

$$Q = \left\{\left[_{92}U^{235} + _{0}n^{1}\right] - \left[_{56}Ba^{141} + _{36}Kr^{92} + 3_{0}n^{1}\right]\right\} C^2$$

$$= \left\{\left[_{92}U^{235} - _{56}Ba^{141} - _{36}Kr^{91} - 2_{0}n^{1}\right]\right\} C^2$$

$$= [235.04393 - 140.91770 - 91.89540 - 2 \times 1.008665] \times C^2$$

$$Q = 198.9\ MeV$$

13. కేంద్రక సంలీనం అంటే ఏమిటి? కేంద్రక సంలీనం సంభవించడానికి గల నిబంధనలను రాయండి.

జ: **కేంద్రక సంలీనం:**

తేలికపాటి కేంద్రకాలను కలిపి కేంద్రక చర్యల ద్వారా భారయుతమైన కేంద్రకాన్ని ఉత్పత్తి చేసే ప్రక్రియను కేంద్రక సంలీనం అంటారు,

సాధారణంగా కేంద్రక సంలీన చర్యలో నాలుగు హైడ్రోజన్ $\left(^1_1H\right)$ పరమాణువులు కలసి ఒక హీలియం కేంద్రకం $\left(^4_2He\right)$ ను ఏర్పరచుతాయి.

కేంద్రక సంలీనం జరగడానికి కావలసిన నిబంధనలు:

1) కేంద్రక సంలీన చర్యలు జరగడానికి ఆ కేంద్రకాలు వాటి మధ్య గల అతి స్వల్ప దూరపు వికర్షణ బలాలను ఎదిరిస్తూ ఒకదానితో ఒకటి కలిసిపోవాలి.

2) ఇది చాలా అధిక ఉష్ణోగ్రతల $(10^7 K)$ వద్ద జరుగుతుంది. కావున కేంద్రక సంలీన చర్యను ఉష్ణకేంద్రక చర్యలు అంటారు.

www.sakshieducation.com

14. కేంద్రక సంలీనం, కేంద్రక విచ్ఛిత్తిల మధ్య వ్యత్యాసాలను తెలపండి

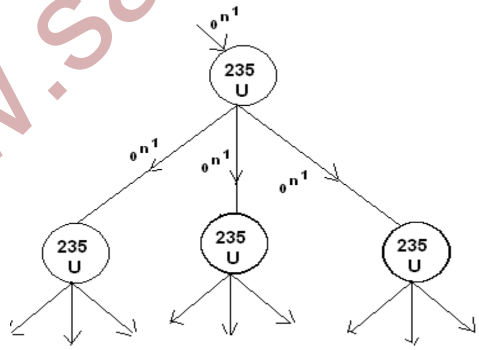
జ :

కేంద్రక సంలీనం	కేంద్రక విచ్ఛిత్తి
1) తేలిక కేంద్రకాల సమ్మేళనము జరుగును	1) భార కేంద్రకము విచ్ఛిత్తి జరుగును.
2) రెండు చిన్న కేంద్రకాలు కలిసి ఒక స్థిరమైన కేంద్రకం ఏర్పడుతుంది.	2) ఇందు రెండు స్థిరమైన కేంద్రకాలు ఏర్పడుతాయి
3) దీనిలో న్యూట్రాన్‌లు, పాజిట్రాన్‌లు విడుదల అగును.	3) దీనిలో న్యూట్రాన్‌లు ఉత్పన్నమగును.
4) సంలీన చర్యలో సగటున $28\,MeV$ శక్తి విడుదలగును	4) ప్రతి విచ్ఛిత్తి చర్యలోను $200\,MeV$ శక్తి విడుదలగును.
5) కేంద్రకంతో న్యూట్రాన్‌లు తాడనం చేయవలసిన అవసరం ఉండదు.	5) భారకేంద్ర నెమ్మది న్యూట్రాన్‌చే తాడనం చేయబడుతుంది.
6) ఇది చాలా అధిక ఉష్ణోగ్రతల $(10^7 K)$ వద్ద జరుగుతుంది.	6) ఇది సాధారణ ఉష్ణోగ్రత వద్ద జరుగుతుంది.
7) హైడ్రోజన్ బాంబు తయారీలో కేంద్రక సంలీనం ప్రక్రియను ఉపయోగిస్తారు.	7) కేంద్రక విచ్ఛిత్తిని పరమాణుక బాంబు (*Atom bomb*) తయారీలో వాడతారు.
8) ఒక్కొక్క కేంద్రక కణానికి విడుదలయ్యేనీ శక్తి ఎక్కువ ద్యూట్రాన్‌నకు $\frac{28}{4} = 7\,MeV$	8) ఒక్కొక్క కేంద్రక విడుదలయ్యే శక్తి తక్కువ U^{235} నకు $\frac{200}{235} = 0.85\,MeV$.
9) కేంద్రక సంలీనం వలన సూర్యుడు మరియు నక్షత్రాల నుండి శక్తి వెలువడుతుంది.	9) కేంద్రక విచ్ఛిత్తి వలన పరమాణు రియాక్టర్‌లలో శక్తివెలువడుతుంది.

15. శృంఖల చర్య, ప్రత్యుత్పాదన గుణకం అనే పదాలను వివరించండి. ఒక శృంఖల చర్య ఎలా కొనసాగుతుంది.

జ: **శృంఖల చర్య:**

ఒక యురేనియం పరమాణువు విచ్ఛిత్తి పొందితే మూడు న్యూట్రాన్‌లు వెలువడతాయి. ఇవి మరల చర్యలో పాల్గొని 9 న్యూట్రాన్‌లు విడుదల అవుతాయి. ఇవి మరల చర్యలో పాల్గొంటే 27 న్యూట్రాన్‌లు ఉత్పత్తి అవుతాయి. ఈ విధంగా న్యూట్రాన్‌ల సంఖ్య గుణశ్రేణిలో వృద్ధి చెందును. ఈ విధంగా స్వయంపోషకంగా సాగు విచ్ఛిత్తి చర్యని శృంఖల చర్య అంటారు.



న్యూట్రాన్ ప్రత్యుత్పాదక కారం (K):

ఒక ఉత్పాదనలో ఉత్పత్తి అయిన న్యూట్రాన్‌ల సంఖ్యకు దాని ముందు ఉత్పాదనలో ఉత్పత్తి అయిన న్యూట్రాన్‌ల సంఖ్యకు గల నిష్పత్తిని న్యూట్రాన్ ప్రత్యుత్పాదన కారకంగా అంటారు.

$$K = \frac{\text{ఒక ఉత్పాదనలో ఉత్పత్తి ఐన న్యూట్రాన్‌ల సంఖ్య}}{\text{ముందు ఉత్పాదనలో విడుదలైన న్యూట్రాన్‌ల సంఖ్య}}$$

శృంఖల చర్య పోషణకు కావలసిన పరిస్థితులు :

www.sakshieducation.com

1) యురేనియం ద్రవ్యరాశి సందిగ్ధ ద్రవ్యరాశి కన్న ఎక్కువగా ఉండవలెను.

2) చర్య ప్రారంభించటానికి కనీసం ఒక థర్మల్ న్యూట్రాన్ బయట నుండి లభ్యం కావాలి.

3) న్యూట్రాన్ ప్రత్యుత్పాదన స్థిరాంకము $K \geq 1$ ఉండవలెను.

దీర్ఘ సమాధాన ప్రశ్నలు

1. **ద్రవ్యరాశి లోపం, బంధన శక్తులను నిర్వచించండి. ఒక్కో న్యూక్లియాన్‌కు గల బంధన శక్తి, ద్రవ్యరాశి సంఖ్యతో ఎలా మారుతుంది?**

జ: **ద్రవ్యరాశి లోపం :**

కేంద్రకంలోని విడివిడి ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్ల ద్రవ్యరాశుల మొత్తానికి, ఆ కేంద్రకం ద్రవ్యరాశికి మధ్య ఉండే వ్యత్యాసాన్నే ద్రవ్యరాశి లోపం అంటారు. దీనిని Δm తో సూచిస్తారు.

$$\Delta m = M_T - M = \left[Zm_p + (A-Z)m_n \right] - M$$

బంధనశక్తి :

ఒక కేంద్రకాన్ని దాని అంశభాగాలైన ప్రోటాన్లు మరియు న్యూట్రాన్లుగా విడగొట్టడానికి కావలసిన శక్తినే కేంద్రక బంధనశక్తి అంటారు. (ΔE)

బంధన శక్తి $E_b = \Delta mc^2$

ఒక్కొక్క న్యూక్లియాన్‌కు గల బంధన శక్తి:

కేంద్రకానికి గల మొత్తం బంధన శక్తికి మరియు కేంద్రకంలో గల మొత్తం న్యూక్లియాన్‌ల సంఖ్యకు గల నిష్పత్తిని సగటు బంధన శక్తి అంటారు.

సగటు బంధన శక్తి లేదా ఒక్కొక్క న్యూక్లియాన్‌కు గల బంధన శక్తి =

$$\frac{\text{మొత్తం బంధన శక్తి } (\Delta E)}{\text{కేంద్రకంలో గల మొత్తం న్యూక్లియాన్‌ల సంఖ్య } (A)} = \frac{\Delta E}{A}$$

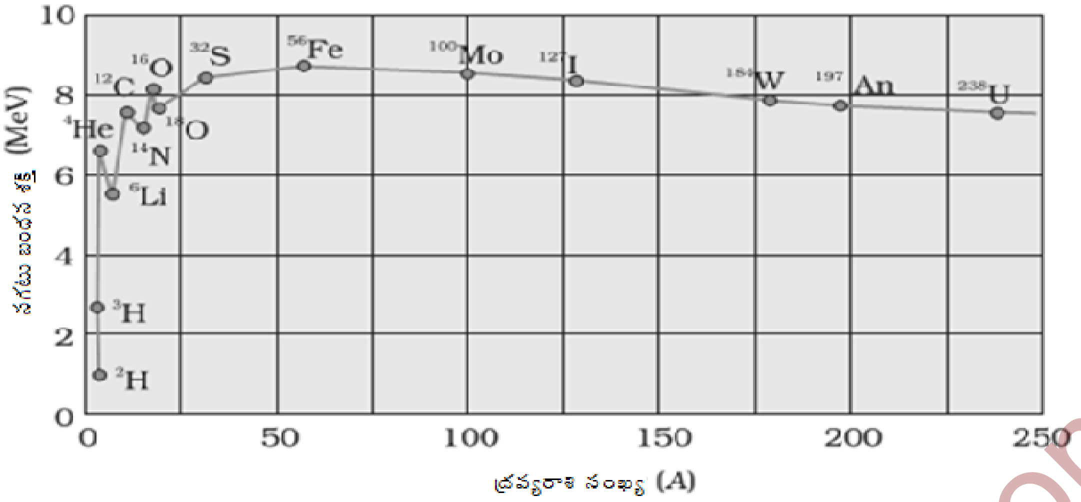
సగటు బంధన శక్తి మరియు ద్రవ్యరాశి సంఖ్యల మధ్య సంబంధము :

ద్రవ్యరాశి సంఖ్య $A = 70$ గల కేంద్రకాలకు సగటు బంధన శక్తి $8MeV$ గా ఉంటుంది. వీటి స్థిరత్వం అధికం. ద్రవ్యరాశి సంఖ్య $(A < 20)$ తక్కువగా గల కేంద్రకాలకు సగటు బంధన శక్తి విలువ తక్కువ. వీటి సగటు బంధన శక్తి ద్రవ్యరాశి సంఖ్య పెరిగే కొద్దీ పెరుగును. $A < 20$ ప్రాంతంలో బేసి సంఖ్యలో న్యూట్రాన్‌లను, ప్రోటాన్‌లను కలిగిన మూలకాల కేంద్రకాల సగటు బంధన శక్తి కనిష్ఠము. సరి సంఖ్యలో న్యూట్రాన్‌లను, ప్రోటాన్‌లను కలిగిన కేంద్రకాలు సగటు బంధన శక్తి గరిష్ఠము. ద్రవ్యరాశి సంఖ్యతో పాటు సగటు బంధన శక్తి విలువ పెరుగుతూ, గరిష్ఠంగా ఒక్కొక్క న్యూక్లియాన్‌కు $8.7MeV$ విలువను చేరుతుంది. (ఇనుముకు $A = 56$ దీని సగటు బంధన శక్తి $8.7MeV$) అటు పిమ్మట సగటు బంధన శక్తి క్రమంగా ద్రవ్యరాశి సంఖ్య పెరిగిన కొలది తగ్గుతూ $7.5MeV$ అన్న విలువను చేరుతుంది. ఈ ప్రాంతంలోని ఈ కేంద్రకాలకు స్థిరత్వం తక్కువ.

ద్రవ్యరాశి సంఖ్య (A), సగటు బంధన శక్తి వక్రము :

కేంద్రకాల ద్రవ్యరాశి సంఖ్య A ను $X-$అక్షం మీద వాటి సగటు బంధన శక్తిని $Y-$అక్షం మీద తీసుకొని గీసిన సగటు బంధన శక్తి వక్రం పటంలో చూపినట్లుగా ఉంటుంది.

www.sakshieducation.com



1) ద్రవ్యరాశి సంఖ్య $A<20$ గా ఉన్న తేలికపాటి మూలకాల కేంద్రకాల సగటు బంధన శక్తి తక్కువ. ఈ కేంద్రకాలను సంలీనం చెందించడం వల్ల శక్తి విడుదల అవుతుంది.

2) $A=70$ ప్రాంతంలో గల మూలకాల కేంద్రకాలకు సగటు బంధనశక్తి ఎక్కువ.

3) $A>100$ దాటిన మూలకాల కేంద్రకాలకు సగటు బంధన శక్తి సుమారు $7.6MeV$. ఈ కేంద్రకాలను కేంద్రక విచ్ఛిత్తి చెందించడం వల్ల శక్తి విడుదల అవుతుంది.

2. రేడియోధార్మికత అంటే ఏమిటి? రేడియోధార్మిక క్షయా నియమాన్ని పేర్కొనండి. రేడియోధార్మిక క్షయం స్వభావం ఒక ఘాతం ప్రమేయంగా ఉంటుందని చూపండి.

జ : రేడియో ధార్మికత :

పరమాణు సంఖ్య 82 కంటే ఎక్కువగా గల రేడియం వంటి కొన్ని మూలకాల కేంద్రకాలు α, β మరియు γ కిరణాలను ఉద్గారం చేస్తూ విఘటనం చెందుతాయి. ఈ దృగ్విషయాన్ని రేడియోధార్మికత అంటారు. ఈ ధర్మాన్ని పాటించే మూలకాలను రేడియోధార్మిక మూలకాలు అంటారు.

రేడియోధార్మిక విఘటన నియమము :

'రేడియోధార్మిక విఘటన రేటు అక్షణంలో పదార్థంలో మిగిలి ఉన్న కేంద్రకాల సంఖ్యకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. దీనినే విఘటన నియమము అంటారు.

ఒక రేడియోధార్మిక మూలకాలలో కాలం $t=0$ వద్ద N_0 రేడియోధార్మిక కేంద్రకాలున్నాయనుకొనుము. t కాలం తరువాత దానిలో N రేడియోధార్మిక కేంద్రకాలు మిగిలి ఉంటాయనుకున్నప్పుడు, రేడియోధార్మిక విఘటన రేటు $\left(\frac{dN}{dt}\right)$ అక్షణంలో మిగిలి ఉన్న కేంద్రకాల సంఖ్య (N) కు అనులోమానుపాతంలో ఉండును.

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

$$dN = -\lambda N dt \quad ....(1)$$

ఇక్కడ అనుపాత స్థిరాంకం 'λ' ను క్షయ స్థిరాంకం లేదా విఘటన స్థిరాంకం అంటారు. ఋణ గుర్తు రేడియోధార్మిక కేంద్రకాల సంఖ్య తగ్గుదలను సూచిస్తుంది.

సమీకరణం (1) నుండి, $\frac{dN}{N} = -\lambda dt$

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

www.sakshieducation.com

$$In\ N = -\lambda t + C$$

ఇక్కడ C సమాకలన స్థిరాంకం

$t = 0$ వద్ద $N = N_0$ కావున

$$In\, N_0 = C$$

$$\therefore In\ N = -\lambda t + In\, N_0$$

$$In\ N - In\, N_0 = -\lambda t$$

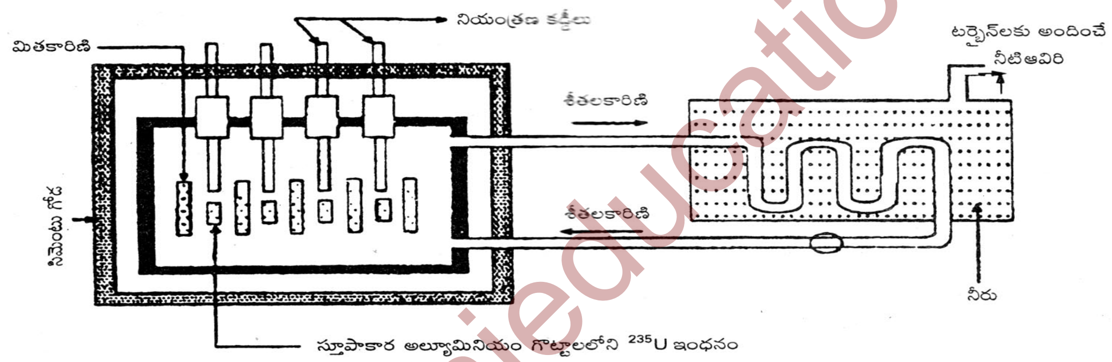
$$In\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda t$$

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

3. చక్కని పటం సహాయంతో ఒక కేంద్రక రియాక్టర్ సూత్రం, పనిచేసే విధానాలకు వివరించండి.

జ : కేంద్రక రియాక్టర్‌లో ప్రధానమైన భాగాలు

1) ఇంధనం 2) మితకారి 3) నియంత్రణ కడ్డీలు 4) రేడియోధార్మిక కవచం 5) శీతలకారి.



1) ఇంధనం మరియు తొడుగు : దీనిలో ఇంధనాన్ని పొడవైన స్థూపాకారపు కడ్డీలుగా చేసి, వాటి సముదాయాన్ని ఉపయోగిస్తారు. ఇవి ఒక గొట్టపు తొడుగులో అమర్చడం వలన విచ్ఛిత్తి ప్రక్రియలో కలిగే దూష్ఫలితాల్ని నియంత్రించవచ్చును. ఇంధానాన్ని ఉంచే భాగాన్ని రియాక్టర్ యొక్క గర్భం అంటారు.

ఇంధనము : సహజ యురేనియం, ప్లుటోనియంలు

2) మితకారి : న్యూట్రాన్‌లను మితకారి పదార్థంతో పరిక్షేపక అభిఘాతమునకు గురి చేయడం ద్వారా వాటి వేగాన్ని తగ్గించవచ్చు. ఇంధన సముధాయము చుట్టూ ఈ మితకారి పదార్థము అమర్చబడి ఉండును.

భారజలము లేదా గ్రాఫైట్ కడ్డీలను మితకారి పదార్థాలుగా వాడతారు.

3) నియంత్రణ కడ్డీలు : విచ్ఛిత్తి ప్రక్రియలో విడుదలయిన న్యూట్రాన్‌లను ఈ కడ్డీలు శోషించుకొనుట ద్వారా విచ్ఛిత్తి ప్రక్రియ రేటును నియంత్రించవచ్చు.

కాడ్మియం, బోరాన్‌లను నియంత్రణ కడ్డీలుగా వాడతారు.

4) రక్షణ కవచం : కేంద్రక విచ్ఛిత్తి ప్రక్రియలో న్యూట్రాన్‌లతో పాటు బీటా, గామా కిరణాలు విడుదలవుతాయి. స్టీల్, సీసం, సిమెంట్ వంటి పదార్థాలతో తగిన రక్షణ కవచం రియాక్టర్ చుట్టూ ఏర్పాటు చేస్తారు.

5) శీతలకారి : ఇంధన కడ్డీలు ఉత్పత్తి చేసే అత్యధిక ఉష్ణాన్ని వాటి చుట్టూ అనువైన చల్లని ద్రవాలను పంపింగ్ చేయడం ద్వారా తగ్గిస్తారు. అత్యధిక పీడనాలలో ఉన్న నీరు, ద్రవీకృత సోడియంలను శీతలకారిణులుగా వాడతారు.

పనిచేయు విధానం : రియాక్టర్‌లో అల్యూమినియంతో చేసిన స్థూపాకరపు గొట్టాలలో యురేనియంను కడ్డీల రూపంలో అమర్చి వాని మధ్య మితకారి గ్రాఫైట్‌ను ఉంచుతారు. ఈ గ్రాఫైట్ దిమ్మెల కుండె రంధ్రాలలో కాడ్మియం లేదా బోరాన్ వంటి నియంత్రిత కడ్డీలను అమర్చుతారు.

www.sakshieducation.com

^{235}U కేంద్రకం విచ్ఛిత్తికి లోనైనపుడు విడుదలయ్యే అధిక ద్రుతి న్యూట్రాన్లను గ్రాఫైట్ (మితకారి) ద్వారా ప్రయాణించుట వలన శక్తిని కోల్పోయి మంద ద్రుతి గల ఉష్ణీయ న్యూట్రాన్లుగా మారతాయి. వీటిని ^{235}U గ్రహించి కేంద్రక విచ్ఛిత్తికి లోనగును. నియంత్రిత కడ్డీలను తగిన లోతు వరకు పంపించుట ద్వారా విచ్ఛిత్తి సంఘటనలను నియంత్రించవచ్చును. ఈ ప్రక్రియలో విడుదలయిన ఉష్ణాన్ని శీతల కారిణులను వేడి చేయటానికి ఉపయోగిస్తారు.

శీతల ద్రవాలను వేడి చేయుట ద్వారా వచ్చిన ఆవిరి సహాయంతో టర్బైన్‌లు తిరిగుటట్లు చేస్తార. ఈ టర్బైన్‌లు జనరేటర్లు పనిచేసేటట్లు చేసి విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తారు.

4. నక్షత్రాల శక్తికి వివరించండి. నక్షత్రాలలో సంభవించే కార్బన్-నైట్రోజన్ చక్రం, ప్రోటాన్-ప్రోటాన్ చక్రాలను వివరించండి.

జ : సూర్యుడు మరియు నక్షత్రాలు కొన్ని బిలియన్ సంవత్సరాలు నుండి అధిక మొత్తంలో శక్తిని ఉద్గారం చేస్తున్నాయి. వాటి కోర్ (ఉపరితల) $10^7 K$ ఉష్ణోగ్రత లేదా అంతకంటే ఎక్కువ ఉన్నపుడు 4 ప్రోటాన్ కేంద్రకాలు సంలీనం జరిపి కొంత శక్తిని ఉద్గారం చేస్తాయి. ఈ శక్తి ఉద్గారాన్ని రెండు చక్రీయ ప్రక్రియల ఆధారంగా వివరించవచ్చును.

1) కార్బన్ – నైట్రోజన్ చక్రము :

$${}_6C^{12} + {}_1H^1 \rightarrow {}_7N^{13} + r_1$$

$${}_7N^{13} \rightarrow {}_6C^{13} + {}_{+1}e^0 + v$$

$${}_6C^{13} + {}_1H^1 \rightarrow {}_9N^{14} + r_2$$

$${}_7N^{14} + {}_1H^1 \rightarrow {}_8O^{15} + r_3$$

$${}_8O^{15} \rightarrow {}_7N^{15} + {}_1e^0 + v$$

$${}_7N^{15} + {}_1H^1 \rightarrow {}_6C^{12} + {}_2He^2$$

పై చర్యల నుండి ఫలిత చర్య $4\,{}_1H^1 \rightarrow {}_2He^4 + {}_{+1}2e^0 + 2\upsilon + Q$ ఇక్కడ $Q = r_1 + r_2 + r_3$ ఫలితంగా వెలువడిన శక్తిని తెలుపుతుంది.

కార్బన్ – నైట్రోజన్ చక్రము వెలువడిన శక్తి $Q = \left[4\,{}_1H^1 - {}_2He^4 - 2 + {}_1e^0\right]C^2K^2$

$$Q = [4 \times 1.007825 - 4.002603 - 2 \times 0.0005488] \times 931.5\,MeV$$

$$Q = 25.71\,MeV$$

2) ప్రోటాన్ – ప్రోటాన్ చక్రం:

$${}_1H^1 + {}_1H^1 \rightarrow {}_2H^2 + {}_{+1}e^0 + \upsilon$$

$${}_1H^2 + {}_1H^1 \rightarrow {}_2He^3 + r_1$$

పై చర్యల రెండు పర్యాయలు జరిగి రెండు ${}_2He^3$ లు ఏర్పడును.

${}_2He^3 + {}_2He^3 \rightarrow {}_2He^4 + 2\,{}_1H^1 +$ శక్తి

ఫలిత చర్య $4\,{}_1H^1 \rightarrow {}_2He^4 + 2\,{}_{+1}e^0 + 2\upsilon + \gamma$

ఈ చర్యలో వెలువడిన శక్తి $25.71\,MeV$.

www.sakshieducation.com

లెక్కలు

1. ఒక కేంద్రకం సాంద్రత, దాని ద్రవ్యరాశి సంఖ్య మీద ఆధారపడదని చూపండి. (సాంద్రత, ద్రవ్యరాశి మీద ఆధారపడదు).

జ: కేంద్రక పదార్థ సాంద్రత = $\dfrac{\text{కేంద్రక ద్రవ్యరాశి}}{\text{కేంద్రకం ఘనపరిమాణం}}$

కాని కేంద్రకం ద్రవ్యరాశి = న్యూక్లియాన్‌ల సంఖ్య $(A)\times$ న్యూక్లియాన్ ద్రవ్యరాశి (m)

కేంద్రకము ఘనపరిమాణం $V=\dfrac{4}{3}\pi R^3$

కాని $R=R_0A^{1/3}$

$$\therefore V=\frac{4}{3}\pi R_0^3 A$$

కేంద్రకం పదార్థ సాంద్రత $=\dfrac{Am}{\frac{4}{3}\pi R_0^3 A}=\dfrac{3m}{4\pi R_0^3}$

$\therefore$ కేంద్రకం యొక్క సాంద్రత, ద్రవ్యరాశి పై ఆధారపడదు.

2. ద్రవ్యరాశి సంఖ్యలు 27, 64 గా ఉన్న కేంద్రకాల వ్యాసార్థాలను పోల్చండి.

జ: $A_1=27;\ \ A_2=64$

$$\frac{R_1}{R_2}=\left[\frac{A_1}{A_2}\right]^{1/3}\quad \left[\because R=R_0A^{1/3}\right]$$

$$\frac{R_1}{R_2}=\left[\frac{27}{64}\right]^{\frac{1}{3}}=\frac{3}{4}$$

$\therefore R_1:R_2=3:4$

3. ఆక్సిజన్ కేంద్రకం ${}^{16}_{8}O$ వ్యాసార్థం $2.8\times10^{-15}m$ గా ఉంటే, సీసం కేంద్రకం ${}^{205}_{82}Pb$ వ్యాసార్థాన్ని కనుక్కోండి.

జ: $R_0=2.8\times10^{-15}m;\ \ A_0=16$

$A_{Pb}=205;\ \ R_{Pb}=?$

$$\frac{R_{Pb}}{R_0}=\left[\frac{A_{Pb}}{A_0}\right]^{1/3}=\left[\frac{205}{16}\right]^{1/3}$$

$\left[\because R=R_0A^{1/3}\right]$

$$\frac{R_{Pb}}{2.8\times10^{-15}}=(12.82)^{1/3}=(2.34)$$

$$R_{Pb}=(2.34)\times(2.8\times10^{-15})=6.55\times10^{-15}m$$

4. Fe పరమాణు ద్రవ్యరాశి $55.9349u$ హైడ్రోజన్ ద్రవ్యరాశి $1.00783u$ న్యూట్రాన్ ద్రవ్యరాశి $1.00876u$ గా ఉంటే ${}^{56}_{26}Fe$ బంధన శక్తి కనుక్కోండి.

జ: $m_p=1.00876u;\ \ m_n=1.00867u$

$Z=26;\ A=56$

www.sakshieducation.com

ఇనుము పరమాణు ద్రవ్యరాశి $M = 55.9349u$

1) ద్రవ్యరాశి లోపం, ΔM

$= [Z_{m_p} + (A-Z)m_n - M]$

$= [26 \times 1.00783 + (56-26)(1.00876) - 55.93493]u$

$\therefore \Delta M = 0.53148u$

2) కేంద్రకం బంధన శక్తి $= \Delta MC^2$

$= \Delta M \times 931.5MeV$

$= (0.53148)931.5MeV$

$= 495.07MeV$

5. **విలక్షణ మధ్యస్థ ద్రవ్యరాశి కలిగిన $^{120}_{50}Sn$ కేంద్రకాన్ని, దాని ఆంగిక న్యూక్లియాన్‌లుగా విడదీయడానికి అవసరమయ్యే శక్తిని లెక్కించండి. ($^{120}_{50}Sn$ ద్రవ్యరాశి $= 119.902199u$, ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశి $= 1.007825u$, న్యూట్రాన్ ద్రవ్యరాశి $= 1.008665u$)**

జ: $m_p = 1.007825u$, $m_n = 1.008665u$

Sn కు, $Z = 50;$

$A = 120;\ M = 119.9021u$

1) ద్రవ్యరాశి లోపం, $\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n - M]u$

$= 50[(1.007825) + (120-50)(1.008665) - 119.902199]u$

$= [50 \times 1.007825 + 70 \times 1.008665 - 119.902199]u$

$\Delta M = [120.9978 - 119.902199] = 1.095601u$

2) న్యూక్లియాన్‌లను వేరుచేయుటకు కావల్సిన శక్తి = కేంద్రకం బంధన శక్తి $= \Delta M \times C^2$

$= \Delta M \times 931.5MeV$

$= 1.095601 \times 931.5MeV$

$= 1020.5MeV$

6. **$\alpha -$కణం బంధన శక్తిని లెక్కించండి. ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశి $= 1.0073u$, న్యూట్రాన్ ద్రవ్యరాశి $= 1.0087u$ $\alpha -$ కణం ద్రవ్యరాశి $= 4.0015u$**

జ: ${}_2He^4$, $A = 4,\ Z = 2,\ m_p = 1.0073u$

$m_n = 1.0087u,\ M = 4.0015u$

$i)\ \Delta M = [Zm_p + (A-Z)m_n - M]$

$= [2(1.0073) + (4-2)(1.0087) - 4.00260]$

$= [2 \times 1.0073 + 2 \times 1.0087 - 4.00260]$

$= (2.0146 + 2.0174) - 4.0015$

$\Delta M = [4.032 - 4.0015] = 0.0305u$

$ii)\ BE = \Delta M \times C^2 = \Delta M \times 931.5MeV$

$= 0.0305 \times 931.5$

$\therefore BE = 28.41MeV$

7. **$^{16}_{8}O$ కేంద్రకాన్ని నాలుగు $\alpha -$కణాలుగా విడగొట్టడానికి అవసరమయ్యే శక్తి ఎంత? $\alpha -$కణం ద్రవ్యరాశి $4.002603u$, ఆక్సిజన్ పరమాణు ద్రవ్యరాశి $15.994915u$**

జ: 'O' విడగొట్టుటకు కావల్సిన శక్తి = (క్రియజనకాల మొత్తం శక్తి - $[4 \times {}_2He^4$ ద్రవ్యరాశి $- {}_8O^{16}$ ద్రవ్యరాశి $] \times c^2$

www.sakshieducation.com

$= [(4 \times 4.002603) - 15.994915]u \times c^2$

$= [16.010412 - 15.994915]u \times c^2$

$= (0.015497)931.5MeV = 14.43MeV$

8. $^{35}_{17}Cl$ కేంద్రకం ఒక్కో న్యూక్లియాన్ బంధనశక్తిని లెక్కించండి. ఇచ్చినవి. $^{35}_{17}Cl$ కేంద్రక ద్రవ్యరాశి = $34.98000u$, ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశి = $1.007825u, 1.008665u, 1u$ న్యూట్రాన్ ద్రవ్యరాశి = ద్రవ్యరాశికి తుల్యమైన శక్తి $931MeV$

జ: $^{36}_{17}Cl$ కు $A = 35,\ Z = 17;\ m_p = 1.007825u \quad m_n = 1.008665u,\ M = 34.98u$

$i)\ \Delta M = [Zm_p + (A-Z)m_n - M]$

$= [17 \times 1.007825 + (35-17)(1.008665) - 34.98]$

$= 17.13303 + 18.15597 - 34.,98$

$\Delta M = [35.289 - 34.98] = 0.3089u$

$ii)\ BE = \Delta MC^2 = 0.3089 \times 931MeV = 287.5859MeV$

$\therefore$ ఒక్కో న్యూక్లియాన్ బంధన శక్తి $= \dfrac{B.E}{A} = \dfrac{287.5859}{35} = 8.21MeV$

9. $^{40}_{20}Ca$ కేంద్రకం ఒక్కో న్యూక్లియాన్ బంధనశక్తిని లెక్కించండి. ఇచ్చినవి $^{40}_{20}Ca$ కేంద్రక ద్రవ్యరాశి = $39.962589u$, ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశి = $1.007825u$, న్యూట్రాన్ ద్రవ్యరాశి = $1.008665u$, $1u$ ద్ర్యరాశికి తుల్యమైన శక్తి $931MeV$.

జ: $^{40}_{20}Ca$ కు $A = 40,\ Z = 20;\ m_p = 1.007825u$

$m_n = 1.008665\ u;\ M = 39.962589u$

$\Delta M = [Zm_p + (A-Z)m_n - M]$

$= [(20)(1.007825) + (40-20)(1.008665) - 39.962589]$

$= [(20 \times 1.007825) + (20 \times 1.008665) - 39.962589]$

$\Delta m = 0.3672$

$BE = \Delta MC^2 = 0.3672 \times 931MeV = 341.86MeV$

న్యూక్లియాన్ పై $B.E = \dfrac{B.E}{A} = \dfrac{341.86}{40} \qquad = 8.547MeV$

10. $^{12}_{6}C$ కేంద్రకం 1) ద్రవ్యరాశి, 2) బంధన శక్తి, 3) $^{12}_{6}C$ కేంద్రకంలో ఒక్కో న్యూక్లియాన్ బంధన శక్తులను లెక్కించండి. $^{12}_{6}C$ కేంద్రక ద్రవ్యరాశి = $12.000000u$; ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశి = $1.007825u$; న్యూట్రాన్ ద్రవ్యరాశి $1.008665u$

జ: $^{12}_{6}C$ కు, $A = 12;\ Z = 6;\ m_p = 1.007825u$

$m_n = 1.008665u,\ M = 12.00000u$

$i)\ \Delta M = [Zm_p + (A-Z)m_n - M]$

$= [6(1.07825) + (12-6)(1.008665) - 12.000000]$

$= [6.04695 + 6.05199 - 12.000000]$

$\Delta M = [12.09894 - 12.000000] = 0.098944$

$ii)\ BE = \Delta M \times C^2 = 0.09894 \times 931.5MeV$

$= 92.16MeV$

3) న్యూక్లియాన్ పై BE

www.sakshieducation.com

$= \frac{BE}{A} = \frac{92.16}{12} = 7.68MeV$

11. డ్యుటీరియం, హీలియంలో ఒక్కో న్యూక్లియాన్ బంధన శక్తులు వరసగా $1.1MeV, 7.0MeV$ లుగా ఉన్నాయి. చర్యలో 10^6 డుటిరాన్లు పాల్గొంటే ఎన్ని జౌళ్ళ శక్తి విడుదలవుతుంది?

జ: డ్యుటిరియంకు $A = 2$, He కు $A = 4$

$\left[\frac{B.E}{A}\right]_D = 1.1MeV \Rightarrow [B.E]_D$

$= A \times 1.1MeV = 2 \times 1.1MeV = 2.2MeV$

$\left[\frac{B.E}{A}\right]_{He} = 7.0MeV \Rightarrow [B.E]_{He}$

$= A \times 7.0MeV = 4 \times 7.0MeV = 28.0MeV$

${}_1^2H + {}_1^2H \rightarrow {}_2^4He \Rightarrow 2\left({}_1^2H\right) \rightarrow {}_2^4He$

$\Rightarrow {}_1^2H \rightarrow \frac{1}{2}\left({}_2^4He\right)$

$\therefore 10^6 \times \left({}_1^2H\right) \rightarrow \frac{10^6}{2}\left({}_2^4He\right)$

శక్తి విడుదల $= \frac{10^6}{2} \times [B.E]_D [B.E]_{He} - 10^6$

$= \frac{10^6}{2} \times -10^6 28MeV \times 2.2MeV$

$= -18.88 \times 10^{-7} J$

ఋణగుర్తు శక్తి విడుదలను సూచిస్తుంది

12. లిథియంను ప్రోటాన్‌లతో తాడనం చెందించినప్పుడు, ఈ విధంగా చర్య జరుగుతుంది. ${}_3^7Li + {}_1^1H \rightarrow 2\left[{}_2^4He\right] + Q$. ఈ చర్యలో $Q-$విలువను కనుక్కోండి లిథియం, ప్రోటాన్, హీలియంల ద్రవ్యరాశులు వరసగా $7.016u, 1.008, 4.004u$ లు

జ: లిథియం ద్రవ్యరాశి $= 7.016u$

$m_p = 1.088u$

హీలియం ద్రవ్యరాశి $= 4.004u;$

$u = 931.5MeV$

$Q = [$ లిథియం ద్రవ్యరాశి $+ m_p - 2 \times$ హీలియం ద్రవ్యరాశి $] \times 931.5MeV$

$= [8.024 - 8.008] \times 931.5MeV$

$\therefore Q = 0.016 \times 931.5MeV = 14.904MeV$

13. రేడియం అర్ధజీవితం కాలం 1600 సంవత్సరాలు $1g$ రేడియం $0.125g$ లుగా తగ్గడానికి ఎంత కాలం తీసుకొంటుంది.

జ: రేడియం అర్ధజీవితం = 1600 సంవత్సరాలు

పదార్థం తొలిద్రవ్యరాశి $= 1g$

మిగిలిన పదార్థం ద్రవ్యరాశి $= 0.125g = \frac{1}{8}g$

www.sakshieducation.com

మిగిలిన పదార్థం ద్రవ్యరాశి పదార్థం తొలి ద్రవ్యరాశి $= \frac{1}{2^n}$

$$\frac{\frac{1}{8}}{1} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{2^3} = \frac{1}{2^n} \quad \therefore n = 3$$

$\therefore$ పట్టిన కాలం $= n \times$ అర్ధజీవిత కాలం $= 3 \times 1600 =$ 4800 సంవత్సరాలు

14. **ప్లుటోనియం, అర్ధజీవిత కాలం 24,000 సంవత్సరాలతో క్షయం చెందుతోంది. ప్లుటోనియంను 72,000 సంవత్సరాలు నిల్వ ఉంచితే అందులో ఎంత భాగం మిగిలి ఉంటుంది?**

జ: ప్లుటోనియం అర్ధజీవితకాలం = 24,000 సంవత్సరాలు

పట్ని కాలము = 72,000 సంవత్సరాలు

తొలి ద్రవ్యరాశి $= Mg$

తుది ద్రవ్యరాశి $= mg$

అర్ధజీవిత కాలంల సంఖ్య (n) = $\frac{\text{పట్టిన కాలం}}{\text{అర్ధజీవిత కాలం}} = \frac{72000}{24000} = 3$

ప్లుటోనియం పాక్షిక భాగం= $\frac{\text{తుది ద్రవ్యరాశి}}{\text{తొలి ద్రవ్యరాశి}} = \frac{1}{2^n} = \frac{1}{2^3} = \frac{1}{8}$

15. **ఒకానొక పదార్థం క్షయామవుతూ ఉండటం వల్ల 24 రోజుల్లో దాని క్రియాశీలత, తొలి క్రియాశీలతలో 1/232 వ వంతుకు పడిపోతుంది. దాని అర్ధజీవిత కాలాన్ని లెక్కించండి.**

జ: పదార్థం పాక్షిక క్షీణత $= \frac{\text{తుది ద్రవ్యరాశి}}{\text{తొలి ద్రవ్యరాశి}} = \frac{1}{2^n} = \frac{1}{32} = \frac{1}{2^5}$

$\therefore n = 5$

పట్టిన కాలం = 25 రోజులు

$$n = \frac{\text{పట్టిన కాలం}}{\text{అర్ధజీవిత కాలం}}$$

$\therefore$ అర్ధజీవిత కాలం = $\frac{\text{పట్టిన కాలం}}{n} = \frac{25}{5} = 5$ రోజులు

16. **ఒక రేడియోధార్మిక పదార్థం అర్ధజీవిత కాలం 20 రోజులు. ఆ పదార్థం దాని తొలి ద్రవ్యరాశిలో 7/8 వ వంతుకు విఘటనం చెందడానికి ఎంత సమయం పడుతుంది?**

జ: అర్ధజీవిత కాలం = 20 రోజులు

ఈ లెక్కలో $\frac{1}{2^n} = \frac{\text{మిగిలిన పదార్థ ద్రవ్యరాశి}}{\text{పదార్థ తొలి ద్రవ్యరాశి}}$

$$\frac{1}{2^n} = \frac{1}{8} = \frac{1}{2^3}$$

$\therefore n = 3$

విఘటనాలకు పట్టుకాలం $= n \times$ అర్ధజీవిత కాలం $= 3 \times 20 = 60$ రోజులు

17. **$\alpha -$క్షయం పరంగా, $^{238}_{92}U$ అర్ధజీవితకాలం $1.42 \times 10^{-17} s$ అయితే 1 గ్రాము $^{238}_{92}U$ లో 1 సెకనుకు సంభవించే విఘటనాల సంఖ్య ఎంత?**

జ: $T = 1.42 \times 10^{17}$ sec

విఘటన స్థిరాంకం $(\lambda) = \frac{0.693}{T} = \frac{0.693}{1.42 \times 10^{7}}$

www.sakshieducation.com

1 గ్రాములో విఘటనాల సంఖ్య $(n) = \frac{1}{238} \times 6.023 \times 10^{23}$

$\therefore$ క్రియాశీలత $A = \lambda N = \frac{0.693}{1.42 \times 10^{17}} \times \frac{1}{238} \times 6.023 \times 10^{23}$ $= 1.235 \times 10^{4}$ విఘటనాలు/సె

18. ఒక రేడియోధార్మిక పదార్థం అర్ధజీవిత కాలం 100 సంవత్సరాలు. ఎన్ని సంవత్సరాల్లో దాని క్రియాశీలత, తొలి క్రియాశీలత 1/10 వ వంతుకు తగ్గుతుంది.

జ: $T = 100$ సంవత్సరాలు

$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{10}; t = ?$

$\lambda = \frac{0.693}{T} = \frac{0.693}{100} = 0.693 \times 10^{-2}$ సంవత్సరాలు

$N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{N}{N_0} = \frac{1}{10}$

$e^{\lambda t} = 10 \Rightarrow \lambda t = \log_e^{10} = 2.303 \times \log_{10}^{10}$

$\lambda t = 2.303$

$t = \frac{2.303}{0.693 \times 10^{-2}} = 3.323 \times 10^{2}$

$\therefore t = 332.3$ సంవత్సరాలు

19. $\alpha -$క్షయం ద్వారా 1 గ్రాము రేడియం 5 సంవత్సరాల్లో 2 మిల్లి గ్రాములకు తగ్గింది. రేడియం అర్ధజీవిత కాలాన్ని లెక్కించండి.

జ: తొలిద్రవ్యరాశి $(N_0) = 1g$

కోల్పోయిన ద్రవ్యరాశి $= (N) = 1 - 0.002 = 0.998g$

$t = 5$ సంవత్సరాలు

$e^{-\lambda t} = \frac{N}{N_0} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{N_0}{N} \Rightarrow \lambda t = \log_e \left[\frac{N_0}{N}\right]$

$\lambda t = 2.303 \log \left[\frac{N_0}{N}\right]$

$\lambda t = 2.303 \log \left[\frac{1}{0.998}\right] = 0.001999$

$\lambda = \frac{0.001999}{5} = 0.0003998$

$T = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.0003998} =$ 1733.3 సంవత్సరాలు

20. ఒక రేడియోధార్మిక పదార్థం అర్ధజీవిత కాలం 5000 సంవత్సరాలు. దాని తొలి క్రియాశీలత విలువకు 0.2 రెట్లు క్రియాశీలత తగ్గడానికి ఎన్ని సంవత్సరాలు పడుతుంది? $\log_{10} 5 = 0.6990$

జ: $T = 5000$ సంవత్సరాలు $t = ?$

క్రియాశీలత $A = N\lambda =$ తొలి విలువకు 0.2 రెట్లు

తొలి క్రియాశీలత $A_0 = N_0 \lambda$

$N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{N}{N_0} = 0.2 = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{1}{e^{\lambda t}} = \frac{1}{5} \Rightarrow e^{\lambda t} = 5$

www.sakshieducation.com

$t = \frac{\log_e 5}{\lambda}$

రేడియోధార్మిక విఘటన స్థిరాంకము $\lambda = \frac{\log_e 2}{T}$

$= \frac{2.303 \log_{10}^{2}}{5000} = \frac{0.693}{5000}$

విఘటనంనకు పట్టుకాలం

$t = \frac{\log_e^5}{\lambda} = \frac{2.303 \log_{10}^{5}}{\lambda} = 1.161 \times 10^4$ సంవత్సరాలు

21. ఒక పరమాణు బాంబు విస్ఫోటనం $7.6 \times 10^{13} J$ శక్తిని విడుదల చేసింది. ఒక ^{235}U పరమాణువు విచ్ఛిత్తిలో $200 MeV$ శక్తి విడుదలైతే 1) విచ్ఛిత్తికి లోనయ్యే యురేనియం పరమాణువుల సంఖ్యను 2) పరమాణు బాంబులో వినయోగించిన యురేనియం ద్రవ్యరాశిని లెక్కించండి

జ: విడుదలయిన శక్తి $(E') = 7.6 \times 10^{13} J$

విచ్ఛిత్తిలో విడుదలయిన శక్తి $(E) = 200 MeV$

$= 200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} J$

1) విచ్ఛితుల సంఖ్య $(n) = \frac{E'}{E} = \frac{7.6 \times 10^{13}}{200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}$

$\therefore n = 2.375 \times 10^{24}$ పరమాణువులు

యురేనియం ద్రవ్యరాశి $(m) = \frac{n \times 235}{N} = \frac{2.375 \times 10^{24}}{6.023 \times 10^{23}} = 926.66 g$ గ్రా.

22. ఒకానొక పరమాణు బాంబు విస్ఫోటనంలో ఒక మైక్రో గ్రామ్ $^{235}_{92}U$ సంపూర్ణంగా నాశనమైతే, ఎంత శక్తి విడుదలవుతుంది?

జ: $m = 1 \mu g = 1 \times 10^{-6} g = 1 \times 10^{-6} \times 10^{-3} kg = 10^{-9} k.g$, $c = 3 \times 10^8 m/s$

$E = mc^2 = 1 \times 10^{-9} \times 9 \times 10^{6} = 9 \times 10^7 J$

23. 2 గ్రాముల $^{235}_{92}U$ విచ్ఛిత్తిలో విడుదలయ్యే శక్తిని kWh లలో లెక్కించండి. ఒక విచ్ఛిత్తిలో విడుదలయ్యే శక్తి $200 MeV$ గా తీసుకోండి.

జ: యురేనియం ద్రవ్యరాశి $= 2g$

ప్రతి విచ్ఛిత్తిలో శక్తి $= 200 MeV$

2 గ్రా.లో పరమాణువుల సంఖ్య

$n = \frac{2 \times 6.023 \times 10^{23}}{235}$

విడుదలయిన మొత్తం శక్తి $(E') = nE$

$= \frac{2 \times 6.023 \times 10^{23}}{235} \times 200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} J$

$\therefore E' = 45.56 \times 10^3 kWh \quad = 4.556 \times 10^4 kWh$

www.sakshieducation.com

24. ఒక ^{235}U కేంద్రకం విచ్ఛిత్తికి లోనైనప్పుడు, $200MeV$ శక్తి విడుదలయింది. 1 మెగావాట్ సామర్థ్యాన్ని ఉత్పత్తి చేయడానికి ఒక సెకనుకు అవసరమయ్యే కేంద్రక విచ్ఛిత్తుల సంఖ్యను లెక్కించండి.

జ: $E = 200MeV$

$P = 1\times10^6 W$

$P = \frac{nE}{t} \Rightarrow \frac{n}{t} = \frac{P}{E} = \frac{10^6}{200\times10^6\times1.6\times10^{-19}}$

$\frac{P}{E} = \frac{1}{32}\times10^{18}$

$\therefore P = 0.03125\times10^{18} = 3.125\times10^6$

25. $400MW$ వద్ద పనిచేస్తున్న పరమాణు విద్యుత్ శక్తి ఉత్పత్తి కేంద్రంలో ^{235}U యొక్క ద్రవ్యరాశి, సంపూర్ణంగా శక్తిగా మారినప్పుడు ఒక్క రోజులో ఎంత ^{235}U వినియోగమవుతుంది?

జ: $P = 400MW = 400\times10^6 W$, $c = 3\times10^8 m/s$, $t = 24hr = 24\times60\times60\sec$

$E = mc^2$

$\frac{Pt}{c^2} = m \left[\because P = \frac{E}{t}\right]$

$m = \frac{400\times10^{-6}\times24\times60\times60}{9\times10^6} = 384\times10^{-6}k.g.$

$\therefore$ కావలసిన ద్రవ్యరాశి $= 384\times10^{-6}\times10^3 g \quad = 0.384g$

$= [1.007825 + 3.016049 - 2\times2.014102]\times931MeV = -4.03MeV$

$\therefore$ పై చర్య ఉష్ణగ్రాహక చర్య

2) ${}_6C^{12} + {}_6C^{12} \rightarrow {}_{10}Ne^{20} + {}_2He^4$

$Q = \Delta M\times931MeV$

$= [2m({}_6C^{12}) - m({}_{10}Ne^{20}) = m({}_2He^4)]\times931MeV$

$= [24.000000 - 19.992439 - 4.002603]\times931MeV$

$= +4.61MeV$

$\therefore$ పై చర్య ఉష్ణమోచక చర్య

16. ఒక ${}^{56}_{26}Fe$ కేంద్రక విచ్ఛిత్తి చెంది రెండు సమాన ${}^{28}_{13}Al$ కేంద్రక శకలాలుగా విడిపోయిందని భావిస్తే, ఆ విచ్ఛిత్తి శక్తి దృష్ట్యా సాధ్యమవుతుందా? ప్రక్రియ Q విలువ ఆధారంగా సమర్థించండి.

ఇచ్చినవి, $m\left({}^{56}_{26}Fe\right) = 55.93494u$,

$m\left({}^{28}_{13}Al\right) = 27.98191u$

జ: $Q = [m({}_{26}Fe^{56} - 2m({}_{13}Al^{28})\times931.5MeV$

$= [55.93494 - 2\times27.9819]\times931.5MeV$

$Q = -0.02886\times931.5MeV = -26.88MeV$

ఇది ఋణాత్మకం

శక్తిపరంగా, విచ్ఛిత్తి సాధ్యం కాదు.

www.sakshieducation.com

17. $^{239}_{94}Pu$ విచ్ఛిత్తి ధర్మాలు $^{238}_{92}U$ విచ్ఛిత్తికి చాలా సాదృశ్యంగా ఉంటాయి. ఒక్కో విచ్ఛిత్తికి విడుదలయ్యే నగటు శక్తి $180\,MeV$. $1kg$ స్వచ్ఛమైన $^{239}_{94}Pu$ లోని అని పరమాణువుల విచ్ఛిత్తికి లోనయితే ఎంత శక్తి MeV లలో విడుదలవుతుంది?

జ: పరిశుద్ధమైన $1kg\ Pu^{239}$ లో పరమాణవులు సంఖ్య

$$= \frac{6.023\times10^{23}}{239}\times1000 = 2.52\times10^{24}$$

ఒక విచ్ఛిత్తిలో విడుదలైన సరాసరి శక్తి $=180MeV$

$\therefore$ మొత్తం శక్తి విడుదల $= 2.52\times10^{24}\times180MeV$

$= 4.53\times10^{26}\,MeV$

18. ఒక $1000MW$ కేంద్రక రియాక్టర్ 5.00 సంవత్సరాలలో దాని ఇంధనంలోని సగభాగాన్ని వినియోగిస్తుంది. అది తొలుతగా ఎంత $^{235}_{92}U$ ని కలిగి ఉంది? రియాక్టర్ పనిచేసిన కాలం 80% అనుకొంటే, అప్పుడు విడుదలయిన శక్తి అంతా $^{235}_{92}U$ విచ్ఛిత్తి నుంచి వచ్చినదే అని, ఈ విచ్ఛిత్తి ప్రక్రియ వల్ల మాత్రమే న్యూక్లైడ్ వినియోగమైంది అని భావించండి.

జ: ఒక $_{92}U^{235}$ కేంద్రకం విచ్ఛిత్తిలో, ఉత్పత్తి అయ్యే శక్తి $=200MeV$

$1kg,\ _{92}U^{235}$ విచ్ఛిత్తిలో ఉత్పత్తి అయ్యే శక్తి

$$= 200\times\frac{6\times10^{23}}{235}\times1000MeV$$

$= 5.106\times10^{26}\,MeV = 5.106\times10^{26}\times1.6\times10^{-13}\,J$

$= 8.17\times10^{3}\,J$

రియాక్టర్ పనిచేసిన కాలం $= \frac{80}{100}\times5$ సం॥లు = 4సం॥లు

5 సం॥లలో ఉత్పత్తి అయిన మొత్తం శక్తి

$= 1000\times10^{6}\times60\times60\times24\times365\times4J$

5 సం॥లలో ఉపయోగించిన $_{92}U^{235}$ పరిమాణం

$$= \frac{1000\times10^{6}\times60\times60\times24\times365\times4}{8.17\times10^{13}}kg$$

$= 1544kg$

$\therefore\ _{92}U^{235}$ తొలి పరిమాణం $= 2\times1544kg$

$= 3088kg$

19. $2.0kg$ డ్యుటిరియం సంలీనం వల్ల (వచ్చిన శక్తితో) ఒక $100W$ సామర్థ్యం ఉన్న ఒక విద్యుద్దీపం ఎంత కాలం వెలుగుతుంది? ఈ సందర్భంలో సంలీన చర్య ఈ విధంగా ఉంటుంది.

$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He + n + 3.27MeV$

జ: $2.0kg$ లో డ్యుటీరియం పరమాణువుల సంఖ్య $= \frac{6.023\times10^{23}\times2000}{2} = 6.023\times10^{26}$

2 పరమాణువుల సంలీనంలో శక్తి విడుదల $= 3.27MeV$

$\therefore$ మొత్తం శక్తి విడుదల

$$= \frac{3.27}{2}\times6.023\times10^{26}\,MeV$$

www.sakshieducation.com

$=1.635\times6.023\times10^{26}\times1.6\times10^{-13}J$

$=15.75\times10^{3}J$

1 సెకనులో బల్బు వినియోగించే శక్తి $=100J$

$\therefore$ బల్బు వెలుగు కాలం

$$=\frac{15.75\times10^{13}}{100}s$$

$$=\frac{15.75\times10^{11}}{60\times60\times24\times365}\text{ సం॥లు}$$

$=4.99\times10^{7}$ సం॥లు

20. రెండు డ్యుటీరియమ్‌ల ముఖాముఖి అభిఘాతానికి పొటెన్షియల్ అవరోధం ఎంత ఎత్తును కలిగి ఉంటుందో లెక్కించండి. (hint: రెండు డ్యుటీరియమ్‌లు నామ మాత్రంగా ఒకదానితో ఒకటి తాకిన సందర్భంలో వాటి మధ్య కూలుమ్ వికర్షణను పొటెన్షియల్ అవరోధం ఎత్తు ఇస్తుంది. ఆ రెండు డ్యుటీరియమ్‌లను $2.0\,fm$ వ్యాసార్థం గల గట్టి గోళాలుగా ఊహించండి.

జ: ముఖాముఖి అభిఘాతంలో, రెండు డ్యూట్రాన్ కేంద్రకాల మధ్యదూరం

$= r = 2\times$ వ్యాసార్థం

$r = 4\,fm = 4\times10^{-15}m$

ప్రతి డ్యూట్రాన్ ఆవేశం $e=1.6\times10^{-10}C$

స్థితిజశక్తి

$$=\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}=\frac{9\times10^{9}(1.6\times10^{-19})^2}{4\times10^{-15}}\text{ జౌల్}$$

$$=\frac{9\times1.6\times1.6\times10^{-14}}{4\times1.6\times10^{-16}}KeV$$

స్థితిజశక్తి $=360KeV$

స్థితిజశక్తి = 2 × ప్రతి డ్యూట్రాన్ గతిజశక్తి

$\therefore$ ప్రతి డ్యూట్రాన్ గతిజశక్తి $=\frac{360}{2}=180KeV$

ఇది కూలుమ్ అవరోధం ఎత్తును కొలుస్తుంది.

21. $R=R_0A^{1/3}$ సంబంధం నుంచి, కేంద్రకం పదార్థం సాంద్రత దాదాపు స్థిరాంకంగా ఉంటుందని (అంటే, A మీద ఆధారపడకుండా) చూపండి. ఇక్కడ R_0 ఒక స్థిరాంకం, A కేంద్రకం ద్రవ్యరాశి సంఖ్య

జ: కేంద్రకం ద్రవ్యసాంద్రత $=\frac{\text{కేంద్రక ద్రవ్యరాశి}}{\text{కేంద్రక ఘనపరిమాణం}}$

$$\rho=\frac{mA}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

ఇక్కడ m న్యూక్లియాన్ సరాసరి ద్రవ్యరాశి

$R=R_0A^{1/3}$

www.sakshieducation.com

$$\rho = \frac{3mA}{4\pi(R_0 A^{1/3})^3} = \frac{3mA}{4\pi R_0^3 A} = \frac{3m}{4\pi R_0^3}$$

R_0 స్థిరాంకం $\therefore \rho$ కూడా స్థిరాంకం

22. ఒక కేంద్రకం నుంచి β^+ (పాసిట్రాన్) విడుదలకు పోటీగా 'ఎలక్ట్రాన్ ప్రగ్రహణం' అనే మరో ప్రక్రియ జరుగుతుంది. (అంతర కక్ష్యలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్ ($K-$కర్పరం అనుకోండి) ను కేంద్రకం ప్రగ్రహించడం వల్ల న్యూట్రినో ఉద్గారమవడం.

$e^+ + {}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + \nu$

β^+ విడుదల శక్తివంతంగా సాధ్యపడినప్పుడు, ఎలక్ట్రాన్ ప్రగ్రహణం తప్పనిసరిగా సాధ్యపడాలి. కాని ఎలక్ట్రాన్ ప్రగ్రహణ సాధ్యపడినప్పుడు β^+ విడుదల సాధ్యం కాదు అని చూపండి.

జ: ${}_ZX^A$ కేంద్రకం నుండి β^+ ఉద్గారం క్రింది విధంగా సూచిస్తే,

${}_ZX^A = {}_{Z-1}Y^A + {}_1e^0 + \nu + Q_1$.......(1)

ఎలక్ట్రాన్ ప్రగ్రహణం చేసే మరియొక ప్రక్రియ క్రింద చూపబడింది.

${}_{-1}e^0 + {}_ZX^A = {}_{Z-1}Y^A + \nu + Q_2$...............(2)

(1) విడుదలయ్యే శక్తిని ఇస్తుంది.

$Q_1 = [m_N({}_ZX^A) - m_N({}_{Z-1}Y^A) - m_e]c^2$

$Q_1 = [m({}_ZX^A) - m({}_{Z-1}Y^A) - 2m_e]c^2$......(3)

ఇక్కడ m_N కేంద్రక ద్రవ్యరాశిని మరియు m పరమాణు ద్రవ్యరాశిని తెల్పును.. ఇదే విధంగా (2) నుండి,

$Q_2 = [m_N({}_ZX^A) + m_e - m_N({}_{Z-1}Y^A)]c^2$

$= [m_N({}_ZX^A) + Zm_e + m_e\, m_N({}_{Z-1}Y^A) - (Z-1)m_e - m_e]c^2$

$Q_2 = [m({}_ZX^A) + m - ({}_{Z-1}y^A)]c^2$

$Q_1 > 0$ అయితే $Q_2 > 0$

β^+ విడుదల శక్తివంతంగా సాధ్యపడినపుడు, ఎలక్ట్రాన్ ప్రగ్రహణం తప్పనిసరిగా సాధ్యపడాలి. కాని ఎలక్ట్రాన్ ప్రగ్రహణం సాధ్యపడినపుడు β^+ విడుదల సాధ్యం కాదు.

www.sakshieducation.com