विषय सची

क्रम. सं.	अध्याय	पष्ट संख्या
1.	परमाण तथा नाभिक की संरचना	3-11
2.	तत्व. यौगिक एवं मिश्रण	12-14
3.	रसायन की कछ आधारभत संकल्पनायें	15-17
4.	रासायनिक बंध	18-21
5.	अम्ल. भस्म. लवण	22-26
6.	खनिज एवं अयस्क	27-28
7.	रसायन विज्ञान एवं उसके महत्वपर्ण अंग	29-31
8.	वैज्ञानिक शाखाएं	32-33

Gupta Classes

Gupta Classes

1. परमाण तथा नाभिक की संरचना

- **''रसायन विज्ञान, विज्ञान की वह शाखा है जिसके अन्तर्गत पदार्थों के गुणों, संघटन, संरचना तथा उनमें होने वाले परिवर्तनों का अध्ययन किया जाता है।''** Chemistry **अर्थात् रसायन विज्ञान शब्द की** उत्पत्ति 'मिस्र' **के प्राचीन नाम 'कीमिया' से हुई है, जिसका अर्थ है- 'काला रंग'। हमारे आसपास की अधिकांश वस्तुएँ या तो रसायन उद्योग से संबंधित है या उनके उत्पादों से। जैसे-किताब बनाने में कागज और स्याही का; घर बनाने में लकड़ी, लोहा, सीसा और रंगों का; कपड़े, आभूषण, जूते, साबुन, अपमार्जक, कॉस्मेटिक्स, क्रीम, विटामिन, दवाईयाँ, उर्वरक, कीटनाशक इत्यादि।**
- **एक रसायनशास्त्री रसायन विज्ञान को समझने में अपना योगदान देता है। वह सरल और जटिल दोनों विधियों से प्रत्येक पदार्थ के संघटन और संरचना को निर्धारित करता है और इसके संभावित उपयोगों को भी बतलाता है। वह पदार्थों की उपयोगिता को बढ़ाने में भी सहायक होता है जिससे नये पदार्थ अवतरित होते हैं, जैसे- दवाईयाँ, अपमार्जक, रंग, प्लास्टिक, रबर, डाईज, कपड़े, कृषि-रसायन, उर्वरक, कीटनाशक इत्यादि। अगर पदार्थ उपयोगी हो, तो रसायनशास्त्री उसे कम खर्चे में और प्रभावी रूप से अधिक मात्रा में बनाने के उपाय भी सुझाता है। लैवोजियर** (Lavoisier) **को 'रसायन विज्ञान का पिता' कहा जाता है।**

रसायन विज्ञान की शाखाएँ

- **रसायन विज्ञान के अध्ययन को सरल बनाने के लिए उसे कई शाखाओं में बाँटा गया है, जिसमें निम्न प्रमुख हैं-**

१. **अकार्बनिक रसायन- इसके अन्तर्गत सभी अकार्बनिक तत्वों एवं उनके यौगिकों का अध्ययन किया जाता है।**

२. **कार्बनिक रसायन- इसके अन्तर्गत कार्बन के यौगिकों का अध्ययन किया जाता है।**

३. **भौतिक रसायन- इसके अन्तर्गत रासायनिक अभिक्रियाओं के नियमों तथा सिद्धान्तों का अध्ययन किया जाता है।**

४. **औद्योगिक रसायन-** इसमें पदार्थों का वृहत् परिमाण में निर्माण करने से संबंधित नियमों, अभिक्रियाओं, विधियों आदि का अध्ययन किया जाता है।

५. **जैव-रसायन- इसके अन्तर्गत** जीवधारियों **में होने वाली रासायनिक** अभिक्रियाओं **तथा जन्तुओं एवं वनस्पतियों से प्राप्त पदार्थों का** अध्ययन **किया जाता है।**

६. **कृषि रसायन-** इसके अन्तर्गत कृषि से संबंधित रसायन, **जैसे- जीवाणुनाशक, मृदा के संघटन आदि का** अध्ययन **किया जाता है।**

परमाणु तथा नाभिक की संरचना

(Structure of Atom and Nucleus)

पदार्थ एवं इसकी प्रकृति

- दुनिया की कोई भी वस्तु जो स्थान घेरती हो, जिसका द्रव्यमान होता हो और जो अपनी संरचना में परिवर्तन का विरोध करती हो, **'पदार्थ'** कहलाती है। उदाहरण- हवा और जल, चीनी और बालू, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन, ताँबा, लोहा, लकड़ी, खनिज इत्यादि।

ख पदार्थ संरक्षित है, अर्थात् उसे न तो उत्पन्न किया जा सकता है, न ही नष्ट किया जा सकता है। उसके एक रूप को दूसरे रूप में केवल बदला जा सकता है।

पंच तत्व

- भारतीयों और यूनानियों का अनुमान था कि प्रकृति की सारी वस्तुएँ पाँच तत्वों के संयोग से बनी हैं। ये पाँच तत्व हैं- क्षितिज, जल, पावक, गगन, समीर। सांख्य दर्शक में यह मत दिया गया है कि 'प्रकृति' हीं इन पंच तत्वों की जननी है, परंतु यह केवल एक रहस्यमय विचार ही रहा। भारत के महान **ऋषि 'कणाद'** के अनुसार सभी पदार्थ अत्यंत सूक्ष्म कणों से बने होते हैं। उन्होने इन कणों को 'परमाणु' बताया था।

डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त

- **पदार्थ की संरचना के** संबंध **में आदिकाल से ही दार्शनिकों का यह मत था कि प्रत्येक पदार्थ का निर्माण सूक्ष्म तथा अविभाज्य कणों से होता है। इस सिद्धान्त की पुष्टि के लिए कोई प्रायोगिक प्रमाण** उपलब्ध **नहीं था। १८०३ ई. में डाल्टन** (Dalton) **ने पदार्थ की संरचना से संबंधित एक सिद्धान्त प्रतिपादित किया जिसे परमाणु-सिद्धान्त** (Atomic Theory) **कहा जाता है। इस सिद्धान्त के अनुसार-**

i) **प्रत्येक तत्व के सूक्ष्मतम कण को परमाणु** (Atom) **कहा जाता है जिनके द्वारा संपूर्ण तत्व बनता है।**

ii) **एक ही तत्व के सभी परमाणु परस्पर समान होते हैं तथा दो भिन्न तत्वों के परमाणु एक-दूसरे से भिन्न होते हैं।**

iii) **परमाणुओं के आपस में मिलने से यौगिक परमाणु बनते हैं जिन्हें अणु** (Molecule) **कहा जाता है। अणुओं में परमाणुओं की पूर्ण संख्या होती है।**

iv) **एक पदार्थ के सभी अणु परस्पर समान होते हैं।**

v) **परमाणु अविनाष्ठी होते हैं तथा इन्हें उत्पन्न भी नही किया जा सकता है।**

दोष

- **डाल्टन के परमाणु सिद्धान्त की कुछ प्रमुख त्रुटियाँ इस प्रकार हैं, हालांकि इन त्रुटियों के बावजूद इस सिद्धान्त की उपयोगिता निर्विवाद है।**

i) **यह सिद्धान्त किसी तत्व के अंतिम कण और किसी यौगिक के अंतिम कण के बीच विभेद का स्पष्टीकरण नहीं कर पाता है। डाल्टन के अनुसार, इन दोनों प्रकार के कणों को 'परमाणु' कहते हैं। तत्व के अंतिम कण सरल परमाणु** (Simple Atoms) **और यौगिक के अंतिम कण यौगिक परमाणु** (Compound Atoms) **कहलाते हैं।**

ii) इसके अनुसार परमाणु अविभाज्य होता है। किन्तु, आधुनिक अनुसंधान ने इसे गलत सिद्ध कर दिया है।

iii) इसके अनुसार किसी एक तत्व के सभी परमाणु समान भार वाले होते हैं। समस्थानिक (Isotopes) **तथा समभारिक** (Isobars) **इस सिद्धान्त के विपरीत हैं।**

रदरफोर्ड की संकल्पना

रदरफोर्ड का एल्फा-किरण प्रकीर्णन संबंधी प्रयोग तथा इसके निष्कर्ष

(Rutherford's ~-rays Scattering Experiment and its Conclusions)

रदरफोर्ड (Rutherford), **गाइगर** (Geiger) **तथा मार्सडेन** (Marsden) ने एक महत्वपूर्ण प्रयोग किया जिसके निष्कर्षों से परमाणुओं की सही संरचना का ज्ञान होता है। इस प्रयोग में एक निर्वातित कोष्ठ (Evacuated Chamber) C **के भीतर सीसे** (Lead) **की एक मोटी पट्टिका** I **रखी गई जिसके एक संकीर्ण छिद्र को रेडियोऐक्टिव तत्व पोलोनियम** (Polonium) से भर दिया गया (चित्र 1)। पोलोनियम से भरे इस छिद्र के सामने सोने की एक पतली पत्ती (Foil) G **रखी गई जिसपर पोलोनियम से निकलने वाले तीव्रगामी एल्फा-कण संकीर्ण किरण-पुंज के रूप में आपतित होने लगे। सोने की पत्ती से गुजरने के बाद इन एल्फा-कणों की उपस्थिति को जानने के लिए एक सूक्ष्मदर्शी** (Microscope) M **का उपयोग किया गया जिसके सामने जिंक सल्फाइड** (Zinc Sulphide) **का एक पर्दा लगा दिया गया। पर्दे पर एल्फा-कणों के कारण प्रस्फुरण** (Scintillation) **की क्रिया अर्थात हल्के प्रकाष्ठ का उत्पन्न होना, होती थी। रदरफोर्ड ने यह देखा कि सोने की पत्ती से गुजरने के क्रम में ये कण विभिन्न दिष्ठाओं में विक्षेपित हो जाते हैं। एल्फा-कणों के अपने मार्ग से विक्षेपित होने की इस घटना को प्रकीर्णन** (Scattering) **कहा जाता है। प्रयोग में सूक्ष्मदर्शी** को पत्ती के चारों ओर घुमा-घुमा कर प्रस्फुरण की संख्या गिन ली गई। यह देखा गया कि अधिकांष्ठ α-कण पत्ती के आरपार, बिना प्रभावित हुए, सीधे निकल जाते हैं, अर्थात वैसे कणों का प्रकीर्णन बिल्कुल ही नहीं होता है। इसके अतिरिक्त कुछ α-**कण छोटे कणों से प्रकीर्णित होते हैं तथा कुछ (बहुत ही कम) कणों का प्रकीर्णन** 90^{o} से भी अधिक होता है। इन प्रेक्षणों से रदरफोर्ड ने यह निष्कर्ष निकाला कि जब α-**कण धातु की पत्ती से गुजरते हैं तो अधिकांष्ठ कण जो अविक्षेपित निकल जाते हैं वे किसी बल का अनुभव नहीं करते।** अत:, परमाणु का अधिकांष्ठ भाग अंदर में खोखला होना चाहिए। (इसे किसी भी तरह ठोस गोला नहीं माना जा सकता जैसा कि टॉमसन ने माना था)। इसके अतिरिक्त वे : कण जो छोटे कणों से प्रकीर्णित होते हैं वे अवष्ठय किसी प्रतिकर्षण बल का अनुभव करते हैं। चूँकि α-कण धनावेष्ठित होते हैं, अत: इन्हें विक्षेपित करने के लिए किसी अन्य धनावेष्ठित कण का होना आवष्ठयक है। इस आधार पर रदरफोर्ड ने यह निष्कर्ष निकाला कि परमाणु का संपूर्ण धन आवेष्ठा का एक स्थान पर केंद्रित रहता है (टॉमसन के अनुसार धन आवेष्ठा परमाणु में एक समान रूप से वितरित नहीं हो सकता)। **कुछ** α-**कण ऐसे भी होते हैं जो** 90^{o} से भी अधिक कोण से प्रकीर्णित होकर वापस लौट आते हैं। (चित्र 2)

- **स्पष्टत: ये कण परमाणु के केन्द्र में स्थित धनावेष्ठित कण के बहुत निकट से गुजरने के कारण तीव्र प्रतिकर्षण-बल का अनुभव करते हैं तथा वापस लौट आते हैं।**
- **इन प्रेक्षणों के आधार पर रदरफोर्ड ने परमाणु का एक नया मॉडल दिया।**

रदरफोर्ड का परमाणु-मॉडल

(Rutherford's Atomic Model)

- एल्फा-किरणों के प्रकीर्णन के प्रेक्षणों के आधार पर यह बात स्पष्ट हो जाती है कि किसी भी तत्व के परमाणु में धन आवेष्ठा एकसमान रूप से वितरित नहीं रहते हैं बल्कि वे एक सूक्ष्म स्थान में केंद्रित रहते हैं। परमाणु के भीतर इस प्रकार के धनावेष्ठित सूक्ष्म भाग को **नाभिक** (Nucleus) **कहा जाता है। रदरफोर्ड ने परमाणु-मॉडल निम्नलिखित प्रकार का प्रस्तुत किया:**

परमाणु का कुल द्रव्यमान (इसके इलेक्ट्रॉनों **के द्रव्यमान को छोड़कर) तथा कुल धन आवेष्ठा परमाणु के केन्द्र पर** $१०^{-१५}$m **की कोटि की त्रिज्या के नाभिक** (Nucleus) **में केन्द्रित रहता है। नाभिक के चारों ओर** $१०^{-१०}$m **की कोटि** की त्रिज्या के खोखले गोले में इलेक्ट्रॉन विभिन्न वष्ठीय **कक्षाओं** (Orbits) **में घूमते रहते हैं (चित्र ३) वष्ठीय कक्षाओं में इलेक्ट्रॉनों को घूमने के लिए आवष्ठयक अभिकेन्द्र बल,**

इलेक्ट्रॉन तथा नाभिक के बीच क्रियाष्ठील स्थिर-विद्युत-आकर्षण बल द्वारा प्राप्त होता है।

ख रदरफोर्ड के परमाणु-मॉडल को मेण्डलीफ की आवर्त तालिका (Periodic table) **से भी समर्थन प्राप्त हुआ। लेकिन इस मॉडल में अग्रलिखित दो कठिनाइयाँ उत्पन्न हुई–**

i) **परमाणु का स्थायित्व (Stability of Atom)**

नाभिक के चारों ओर वष्ठीय कक्षाओं में घूमनेवाले इलेक्ट्रॉनों पर अभिकेन्द्र बल लगता है जिससे वे हमेष्ठा केन्द्र की ओर त्वरित रहते हैं। चिर-प्रतिष्ठित सिद्धान्त (Classical Theory) **के अनुसार चूँकि त्वरित आवेष्ठित कण** (Accelerated charged particle) विद्युत- चुम्बकीय विकिरण उत्सर्जित करता है, अत: नाभिक के चारों ओर वष्ठीय कक्षाओं में घूमने वाले इलेक्ट्रॉनों द्वारा भी विकिरण उत्सर्जित होने के कारण इनकी कक्षा की त्रिज्या धीरे-धीरे घटती जानी चाहिए और अंत में उसे नाभिक में मिल जाना चाहिए। स्पष्टत: ऐसा होने पर परमाणु स्थायी नहीं रह सकता।

ii) **रेखिल स्पेक्ट्रम की व्याख्या (Explanation of line Spectra)**

रदरफोर्ड के मॉडल में परमाणु के इलेक्ट्रान सभी संभव त्रिज्याओं की वष्ठीय कक्षाओं में घूमने के लिए स्वतंत्र माने गए हैं। स्पष्टत: परमाणुओं से सभी संभव आवष्तियों की विद्युत-चुंबकीय तरंगें उत्पन्न होनी चाहिए अर्थात परमाणु द्वारा उत्पन्न स्पेक्ट्रम को संतत (Continuous) होना चाहिए। परंतु प्रायोगिक सत्य यह है कि तत्वों के परमाणु से निष्ठिचत आवष्तियों के ही रेखिल स्पेक्ट्रम प्राप्त होते हैं। अत: रदरफोर्ड-मॉडल द्वारा रेखित स्पेक्ट्रम की व्याख्या नहीं की जा सकी।

- इन कठिनाइयों को दूर करने के लिए नील्स बोर ने मैक्स प्लांक के क्वांटम सिद्धान्त के आधार पर रदरफोर्ड के परमाणु-मॉडल में कुछ सुधार किया।

बोर का परमाणु-मॉडल
(Bohr's Atomic Model)

- **१९१३ ई. में नील्स बोर** (Neils Bohr) **ने रदरफोर्ड के परमाणु-मॉडल में प्लांक के क्वांटम सिद्धान्त** (Planck's quantum theory) **को लगाकर हाइड्रोजन-परमाणु के** स्पेक्ट्रम **की सफल व्याख्या की तथा परमाणु का एक नया मॉडल दिया। इस मॉडल को बोर का परमाणु-मॉडल कहा जाता है जो बोर के निम्नलिखित अभिगष्ठीतों** (Postulates) पर आधारित है–

i) **परमाणु के केन्द्र पर धनावेष्ठित नाभिक होता है जिसका आवेष्ठा** Ze **के बराबर होता है, जहाँ** Z **परमाणु क्रमांक** (Atomic number) **तथा** e इलेक्ट्रॉन के आवेष्ठा के परिमाण **का धन आवेष्ठा है।**

ii) इलेक्ट्रॉन, नाभिक के चारों ओर वष्ठीय कक्षाओं (Circular orbits) में घूमता रहता है। इन कक्षाओं में घूमनेवाले इलेक्ट्रॉन विकिरण नहीं उत्पन्न करते हैं। इन कक्षाओं को स्थायी कक्षाएँ (Stable orbits) **कहा जाता है।**

iii) किसी भी स्थायी कक्षा के लिए इलेक्ट्रॉन और नाभिक के बीच क्रियाष्ठील आकर्षण बल आवष्ठयक अभिकेन्द्र बल प्रदान करता है।

iv) इलेक्ट्रान की सभी कक्षाएँ (क्वाइपजे) संभव नही होती। इलेक्ट्रॉन केवल उन्हीं कक्षाओं में घूम सकते हैं जिनमें उनका कोणीय संवेग (Angular momentum) h/2π **का पूर्णांक गुणज** (Integral multiple) **होता है, जहाँ** h **प्लांक का सार्वत्रिक स्थिरांक** (Planck's universal constant) **है। यदि इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान** m **हो तथा वह** v **वेग से** r **त्रिज्या की वष्ठीय कक्षा में घूम रहा हो तो उसका कोणीय संवेग** mvr **होगा। बोर के इस अभिगष्ठीत के अनुसार** $mvr = n\frac{h}{2\pi}$

- **जहाँ** n **एक पूर्णांक** (n = 1, 2, 3, ...) **है जिसे मुख्य क्वांटम संख्या** (Principal quantum number) **या कक्षा की क्रम-संख्या कहा जाता है। हाइड्रोजन के परमाणु में** n**वीं स्थायी कक्षा में घूमने-वाले इलेक्ट्रॉनों की कुल ऊर्जा** E **के लिए अग्रलिखित सूत्र होता है:**

$$E = -\frac{Rhc}{n^2}$$

- **जहाँ** R = **रिडबर्ग स्थिरांक,** h = **प्लांक स्थिरांक तथा** c = **प्रकाष्ठा का वेग है।**
- **उपर्युक्त सूत्र से यह स्पष्ट है कि** n **के अधिक मान के लिए ऊर्जा का मान कम ऋणात्मक** (Less negative) **होगा अर्थात उच्च कक्षाओं में इलेक्ट्रॉन की कुल ऊर्जा** E **का मान अधिक होगा तथा नाभिक के निकटवाली कक्षाओं के इलेक्ट्रॉन के लिए** E **का मान अधिक ऋणात्मक** (More negative) **अर्थात परिमाण में कम होगा।**

v) जब परमाणु को किसी बाह्य स्रोत से ऊर्जा प्राप्त होती है तो उसका कोई इलेक्ट्रॉन अपनी स्थायी कक्षा को छोड़कर ऊँची स्थायी कक्षा में चला जाता है। वहाँ वह केवल 10^{-8} तक ठहरकर तुरंत ही नीची कक्षा में लौट आता है। इस क्रिया को **संक्रमण** (Transition) कहा जाता है। इलेक्ट्रॉन का संक्रमण **जब एक कक्षा से दूसरी कक्षा में होता है (चित्र ४) तो उत्सर्जित प्रकाष्ठा-फोटॉन** (Photon of light) **की आवष्ति** v **निम्नलिखित समीकरण के अनुसार होती है–**

$E_2 - E_1 = hv$ **या** $v = \frac{E_2 - E_1}{h}$

परंतु $E_2 = \frac{Rhc}{n_2^2}$ **तथा** $E_1 = \frac{Rhc}{n_1^2}$

$\therefore v = Rc\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$

- चूँकि इलेक्ट्रॉन की कक्षाएँ निष्ठिचत रहती हैं अर्थात परमाणु के इलेक्ट्रॉनों की ऊर्जाएँ निष्ठिचत रहती हैं, अत: किसी परमाणु से केवल निष्ठिचत आवृत्तियों के ही फोटॉन उत्सर्जित होते हैं जिस कारण रेखित स्पेक्ट्रम (Line spectrum) प्राप्त होता है। इस प्रकार बोर के इस मॉडल को मानकर हाइड्रोजन के स्पेक्ट्रम की व्याख्या सफलतापूर्वक की जा सकी।
- बोर का उपर्युक्त परमाणु-मॉडल आधुनिक भौतिकी का मूल आधार है। इसके लिए उन्हें १९२२ ई. में नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

बोर के मॉडल की खामियाँ
(Shortcomings of Bohr's model)

- यद्यपि बोर के मॉडल द्वारा हाइड्रोजन के स्पेक्ट्रम की व्याख्या सफलतापूर्वक की जा सकी, फिर भी इसमें निम्नलिखित कमियाँ पाई गई–

१. अधिक विभेदन-क्षमतावाले स्पेक्ट्रोस्कोप से हाइड्रोजन की स्पेक्ट्रमी रेखाओं का परीक्षण करने पर यह देखा गया है कि इनमें से एक अधिक **धूमिल सूक्ष्म रेखाएँ** (Faint fine lines) रहती हैं। स्पेक्ट्रमी रेखाओं की इस सूक्ष्म संरचना (Fine structure) को बारे के सिद्धान्त द्वारा नहीं समझाया जा सका।

२. इस सिद्धान्त द्वारा किसी तत्व की विभिन्न स्पेक्ट्रमी रेखाओं की तीव्रता में अंतर होने का कारण नहीं समझाया जा सका।

३. यह सिद्धान्त परमाणु में इलेक्ट्रॉनों के वितरण को भी सफलापूर्वक नहीं समझा सका।

४ यह सिद्धान्त केवल एक इलेक्ट्रॉन वाले परमाणुओं, जैसे हाइड्रोजन, आयनित हीलियम (He^+) के स्पेक्ट्रम की ही व्याख्या कर सका। इसके द्वारा जटिल परमाणुओं के स्पेक्ट्रम की व्याख्या नहीं की जा सकी।

नाभिक की संरचना
(Strucutre of the Nucleus)

- रदरफोर्ड के एल्फा-कण-प्रकीर्णन के प्रयोग से यह सिद्ध हुआ कि किसी परमाणु का कुल धन आवेष्ठा तथा कुल द्रव्यमान उसके केन्द्र पर एक सूक्ष्म स्थान के संकेन्द्रित रहते हैं। यही कारण है कि जब कोई एल्फा-कण इस केन्द्र के समीप से गुजरता है तब उसका विचलन 90^o से अधिक कोण से हो जाता है। परमाणु के भीतर इस संकीर्ण स्थान को **केन्द्रक** या **नाभिक** (Nucleus) कहा जाता है। नाभिक की त्रिज्या लगभकग $१०^{-१५}$m की कोटि की होती है जो परमाणु की त्रिज्या (लगभग $१०^{-१०}$m) की तुलना में बहुत ही कम है।
- नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रॉन निष्ठिचत कक्षाओं में घूमते रहते हैं जिनका कुल ऋण आवेष्ठा, नाभिक के कुल धन आवेष्ठा के बराबर होता है क्योंकि संपूर्ण परमाणु को अपनी सामान्य अवस्था में आवेष्ठा-रहित होना चाहिए।
- यदि किसी तत्व के **परमाणु-क्रमांक** (Atomic number) को Z से सूचित किया जाए तो उस परमाणु के नाभिक में Ze परिमाण का धन आवेष्ठा होता है जहाँ e इलेक्ट्रॉन के आवेष्ठा के बराबर परिमाण का धन आवेष्ठा है। अत:, किसी परमाणु के नाभिक का कुल धन आवेष्ठा +e आवेष्ठा का पूर्णांक गुणज (Integral multiple) होता है। स्पष्टत: परमाणु-क्रमांक Z वाले तत्वों के परमाणुओं के नाभिक में +e आवेष्ठा वाले Z कण होते हैं। नाभिक में उपस्थित इसी प्रकार के धनावेष्ठित कणों को **प्रोटॉन** (Proton) कहा जाता है। प्रोटॉन का द्रव्यमान लगभग $1.67 \times 10\text{-}27$ kg होता है जिसकी तुलना में इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $(9.11 \times 10\text{-}31$ kg) बहुत ही कम है। यही कारण है कि परमाणु का द्रव्यमान इसके नाभिक पर ही संकेन्द्रित माना जाता है। न्यूट्रॉन, आवेष्ठा-रहित कण है।
- यहाँ यह स्पष्ट हो जाना आवष्ठयक है कि नाभिक की संरचना में केवल धनावेष्ठित कण प्रोटॉन ही नहीं रहते हैं, बल्कि प्रोटॉन के अतिरिक्त **न्यूट्रॉन** (Neutron) नामक एक अन्य मूल कण होते हैं जिनका द्रव्यमान प्रोटॉन के द्रव्यमान के लगभग बराबर (यथार्थ में थोड़ा अधिक) होता है। इस मूल कण की खोज सर्वप्रथम **चैडविक** ने १९३२ ई. में की थी।
- यदि प्रोटॉन के द्रव्यमान को एकांक द्रव्यमान मात्रक मान लिया जाए तो परमाणु के द्रव्यमान को प्रोटॉनों तथा न्यूट्रॉनों की कुल संख्या A से सूचित किया जाता है। A को परमाणु की **द्रव्यमान-संख्या** या द्रव्यमान-क्रमांक (Mass number) का जाता है। **परमाणु-क्रमांक** (Atomic number) Z से परमाणु के कुल प्रोटॉनों की संख्या सूचित होती है। अत:, यदि किसी परमाणु X का परमाणु-क्रमांक Z तथा द्रव्यमान-संख्या A हो तो इसके नाभिक को संकेत ${}^{A}_{Z}X$ से सूचित किया जाता है। स्पष्टत: इसके परमाणु में प्रोटॉनों की संख्या Z तथा न्यूट्रॉनों की संख्या (A-Z) होगी। लेकिन प्रयोग

से यह पाया जाता है कि नाभिक का कुल द्रव्यमान उसके अवयवी कणों के कुल द्रव्यमान (अर्थात Z प्रोटॉनों का द्रव्यमान + (A-Z) न्यूट्रॉनों का द्रव्यमान) से कुछ कम होता है। स्पष्टत: नाभिक के निर्माण में जब न्यूट्रॉन और प्रोटॉन मिलते हैं तो उनके कुल द्रव्यमान में कुछ कमी हो जाती है। द्रव्यमान की इस कमी को **द्रव्यमान क्षति** (Mass defect) कहा जाता है।

नाभिक का स्थायित्व तथा नाभिकीय बल
(Stability of Nucleus and Nuclear Force)

- कम परमाणु-भार वाले परमाणु के नाभिक पूर्णत: स्थायी (Stable) रहते हैं, किंतु अधिक परमाणु-भार वाले परमाणुओं के नाभिक स्थायी नहीं होते। जिन तत्वों का परमाणु-भार जितना अधिक होता है उनके परमाणुओं के नाभिक उतने ही अधिक अस्थायी होते हैं। वास्तव में अधिक परमाणु-भार वाले नाभिकों में प्रोटॉनों की संख्या अधिक हो जाने से उनके प्रोटॉनों के बीच विद्युतीय प्रतिकर्षण बल का मान अधिक हो जाता है तथा ये परमाणु अस्थायी हो जाते हैं। उदाहरण के लिए यूरेनियम-२३५ $\left({}^{235}_{92}\mathrm{U}\right)$ के नाभिक में ९२ प्रोटॉन तथा १४३ न्यूट्रॉन होते हैं जिससे वे बहुत अस्थायी हो जाते हैं और α-, β- तथा γ-किरणें उत्सर्जित करते हैं।
- सूक्ष्म नाभिक के प्रोटॉन और न्यूट्रॉन एक-दूसरे से एक विशेष प्रकार के अल्प परास बल (Short range force), जिसे **नाभिकीय बल** (Nuclear force) कहा जाता है।, से जुड़े रहते हैं। इन बलों से संबंधित सिद्धान्त का प्रतिपादन प्रसिद्ध जापानी वैज्ञानिक **यूकावा** (Yakawa) ने १९३५ ई. में किया था जिसे **मेसॉन-क्षेत्र-सिद्धान्त** (Meson field theory) कहा जाता है।

नाभिकीय विस्तार तथा नाभिकीय घनत्व
(Nuclear Dimensions and Nuclear Density)

- रदरफोर्ड के एल्फा-कण प्रकीर्णन (α-ray scattering) संबंधी प्रयोग तथा अन्य प्रयोगों के आधार पर नाभिक के साइज का परिकलन लगभग $१०^{-१५}$m की कोटि का किया गया था। भिन्न-भिन्न धातुओं की पत्तियों के साथ प्रयोग करने पर यह पाया गया कि किसी नाभिक का आयतन (Volume) उसके परमाणु की द्रव्यमान-संख्या (Mass number) A का समानुपाती होता है, अर्थात

  $V \propto A$ या $4/3\,\pi R3 \propto A$, जहाँ R = नाभिक की त्रिज्या

  या $R3 \propto A$ या $R \propto A1/3$; y $R \propto R0A1/3$
- जहाँ R0 का मान लगभग १.२ फर्मी के बराबर होता है। १ फर्मी या १ फेंटोमीटर (fm), लंबाई का सूक्ष्म मात्रक है जो नाभिकीय विस्तार की लंबाइयों के लिए प्रयुक्त किया जाता है। **१ फर्मी का मान १०-१५m होता है, अर्थात १** fm = 10-15m. नाभिक की त्रिज्या का मान इस प्रकार ज्ञात रहने पर नाभिक के घनत्व का परिकलन निम्नलिखित प्रकार से किया जाता है–

  उदाहरण के लिए, हीलियम $\left({}^{4}_{2}\mathrm{H}\right)$ के नाभिक के लिए,

  द्रव्यमान संख्या A = 4 , अत: इसकी त्रिज्या

  $R = R_0A^{1/3} = 1.\,2\times10^{-15} \times 4^{1/3}\ \mathrm{m} = 1.9\times10^{-15}\ \mathrm{m}$

  अत:, हीलियम के नाभिक का आयतन

  $$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi\,(1.2)^3 \times 4\times10^{-45}\ \mathrm{m}^3$$

  $= 28.953 \times 10^{-45}\ \mathrm{m}^3$

  हीलियम-नाभिक का द्रव्यमान = 4. 0015 amu

  $= 4.0015 \times 1.66 \times 10^{-27}$kg

  [चूँकि 1 amu = 1.66×10^{-27} kg]

  $= 6.64 \times 10^{-27}$ kg

  अत:,

  नाभिक का घनत्व = ——— = ———————

  $= 2.29 \times 10^{17}\ \mathrm{kg\ m^{-3}}$
- अर्थात, नाभिक के पदार्थ (Nuclear matter) का घनत्व लगभग 1017 kg m-3 की कोटि का होता है। इतना अधिक घनत्व श्वेत वामन तारों (White dwarf stars) के पदार्थ में पाया जाता है।

नाभिक के कण

अ) प्रोटॉन (Proton)

प्रोटॉन अपेक्षाकृत एक भारी मूल कण (Fundamental particle) है जो सभी परमाणुओं के नाभिक में उपस्थित रहता है। इसका द्रव्यमान (mp), इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान (me) की तुलना में लगभग १८३६ गुना होता है। यह कण धन विद्युत से आवेष्ठित रहता है तथा इसका आवेष्ठ +1.602×10-19 कूलॉम (Coulomb) होता है जो परिणाम में इलेक्ट्रॉन के आवेष्ठ (e = -1.602×10-19C) के तुल्य होता है। किसी भी पदार्थ के नाभिक में प्रोटॉनों की संख्या उसके परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होती है ताकि इनके धन तथा ऋण आवेष्ठ एक-दूसरे के प्रभाव को निष्फल कर दें तथा परमाणु उदासीन हो जाए। किसी तत्व के परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोट्रॉनों की संख्या को उस तत्व को परमाणु-क्रमांक (Atomic number) Z कहा जाता है। वास्तव में किसी पदार्थ के रासायनिक गुण उसके परमाणुओं में स्थित प्रोटॉनों की

संख्या पर आधारित रहते हैं। यदि किसी कृत्रिम विधि से नाभिक में प्रोटॉनों की संख्या को बदल दिया जाए तो पदार्थ के गुण तथा नाम भी बदल जाते हैं। इस प्रक्रिया को **कृत्रिम तत्वांतरण** (Artificial transmutation) कहा जाता है। उदाहरण के लिए, नाइट्रोजन का रूपांतरण ऑक्सीजन में किया जा सकता है जो निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया गया है–

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

ब) न्यूट्रॉन (Neutron)

प्रोटॉन के समान न्यूट्रॉन भी किसी पदार्थ का एक मूल कण है जो परमाणु के नाभिक में प्रोटॉन के साथ रहता है। न्यूट्रॉन का द्रव्यमान वास्तव में प्रोटॉन के द्रव्यमान से थोड़ा अधिक होता है। यह आवेश-रहित कण है, अत: विद्युत-क्षेत्र तथा चुंबकीय क्षेत्र में विक्षेपित नहीं होता है। इस कण की खोज सर्वप्रथम **चैडविक** (Chadwick) ने १९३२ ई. में की थी। नाभिक से बाहर मुक्त अवस्था में यह कण अपेक्षाकृत अस्थायी होता है तथा यह प्रोटॉन में परिणत हो जाता है। इस प्रक्रिया में एक β-कण (इलेक्ट्रॉन) तथा अन्य कण ऐंटीन्यूट्रिनो (Antineutrino) उत्सर्जित होते हैं–

$$^{1}_{0}n\,(\text{न्यूट्रॉन}) \rightarrow ^{1}_{1}H\,(\text{प्रोटॉन}) + ^{0}_{-1}\beta\,(\text{इलेक्ट्रॉन}) + \bar{\nu}\,(\text{ऐंटीन्यूट्रिनो})$$

- न्यूट्रॉन अनावेशित कण होने के कारण गैसों का आयनीकरण (Ionisation) नहीं कर पाता। इस कण की बेधन-क्षमता (Penetrating power) अपेक्षाकृत बहुत अधिक होती है तथा यह सीसे की मोटी पट्टिका को भी बेधकर बाहर निकल जाता है। इस कण का सबसे महत्वपूर्ण गुण यह है कि यह आवेश-रहित होने के कारण परमाणुओं के कक्षीय इलेक्ट्रॉनों द्वारा अप्रभावित रहता है तथा नाभिक में भी आसानी से प्रवेश कर जाता है। अत:, नाभिक का विघटन (Disintegration) तथा विखंडन (Fission) करने में यह कण बहुत उपयोगी होता है। यूरेनियम-२३५ का नाभिकीय विखंडन (Nuclear fission) भी न्यूट्रॉन द्वारा ही संभव होता है। इसके अतिरिक्त न्यूट्रॉन के अन्य उपयोग हैं- (i) रसायन, जीव-विज्ञान और शोध-कार्यों में, (ii) कैंसर रोग की चिकित्सा में तथा (iii) विभिन्न पदार्थों में कृत्रिम रेडियोऐक्टिविटी (Artificial radioactivity) उत्पन्न करने में।

रेडियोऐक्टिविटी (Radioactivity)

- १८९६ ई. में फ्रांसीसी वैज्ञानिक **बेकरेल** (Becquerel) ने देखा कि काले कागज में लिपटी फोटोग्राफी-प्लेट के ऊपर जब यूरेनियम के लवण अँधेरे में रखे जाते हैं तो प्लेट ठीक उसी प्रकार प्रभावित होती है जिस प्रकार वह एक्स-किरणों द्वारा प्रभावित हो जाती है। फोटोग्राफी-प्लेट को प्रभावित करने वाली अदृश्य किरणों की उत्पत्ति यूरेनियम से ही होती है तथा इन किरणों में अपारदर्शी पदार्थों में प्रवेश करने की क्षमता भी रहती है। इन अदृश्य किरणों को **बेकरेल किरणें** (Becquerel rays) या रेडियोऐक्टिव किरणें (Radioactive rays) कहा जाता है तथा जिन पदार्थों से ये किरणें उत्सर्जित होती हैं उन्हें रेडियोऐक्टिव पदार्थ (Radioactive substance) कहा जाता है। प्रकृति में यूरेनियम तथा अन्य पदार्थों से स्वत: अदृश्य विकिरण के उत्सर्जित होने की घटना को **रेडियोऐक्टिविटी** (Radioactivity) कहा जाता है। यूरेनियम के अतिरिक्त थोरियम, रेडियम, पोलोनियम तथा ऐक्टीनियम जैसे प्राकृतिक रूप में उपलब्ध तत्वों में भी रेडियोऐक्टिविटी के गुण पाए जाते हैं। १८९८ ई. में **पियरे क्यूरी** (Pierre Curie) तथा उनकी पत्नी **मैडम क्यूरी** (Madam Curie) ने रेडियम (Radium) नामक रेडियोऐक्टिव तत्व की खोज की थी। रेडियम में रेडियोऐक्टिविटी का गुण यूरेनियम की अपेक्षा लगभग चालीस लाख गुना अधिक होता है तथा पोलोनियम में रेडियम से भी अधिक होता है। रेडियम की खोज के लिए **क्यूरी-दंपति** को १९०३ ई. में **नोबेल पुरस्कार** से सम्मानित किया गया।

रेडियोऐक्टिव विकिरण के प्रकार

(Kinds of Radioactive Radiation)

- रदरफोर्ड ने १९३० ई. में विभिन्न रेडियोऐक्टिव पदार्थों से उत्सर्जित रेडियोऐक्टिव विकिरण पर विद्युत-क्षेत्र और चुंबकीय क्षेत्र के प्रभावों का अध्ययन कर वह निष्कर्ष निकाला कि रेडियोऐक्टिव विकिरण में तीन प्रकार की किरणें होती हैं। इनमें से दो प्रकार की किरणें इन क्षेत्रों में विपरीत दिशाओं में विक्षेपित हो जाती हैं तथा तीसरे प्रकार की किरणों पर विद्युत-क्षेत्र और चुंबकीय क्षेत्र का कोई प्रभाव नहीं पड़ता। विक्षेपित किरणों में एक को जो धनावेशित कणों से मिलकर बनी होती है, एल्फा-किरणें (α-rays) तथा दूसरी को जो ऋणावेशित कणों से मिलकर बनी होती हैं, बीटा-किरणें (β-rays) कहा जाता है। तीसरे प्रकार की किरणों को जो अविक्षेपित निकल जाती हैं, गामा किरणें (γ-rays) कहा जाता है। इन किरणों की प्रकृति तथा गुण भी भिन्न होते हैं। रेडियोऐक्टिव किरणों पर विद्युत-क्षेत्र के प्रभाव का अध्ययन करने की व्यवस्था चित्र-५अ में दिखाई गई है। सीसे के ब्लॉक में थोड़ा सा रेडियोऐक्टिव पदार्थ रखा गया जिससे उत्सर्जित विकिरण एक संकीर्ण किरण-पुंज के रूप में पतले

छिद्र से होकर बाहर निकलीं। धातु की दो प्लेटों P तथा Q को क्रमशः ऋण तथा धन विभवों पर रखकर इनके बीच तीव्र विद्युत-क्षेत्र उत्पन्न किया गया। संपूर्ण व्यवस्था को निर्वातित कोष्ठ (Evacuated chamber) में रखा गया ताकि उत्सर्जित कण हवा के कणों से नहीं टकराएँ। धनावेष्ठित कणों वाली किरणें (α–किरणें) ऋणात्मक प्लेट P की ओर तथा ऋणावेष्ठित कणों वाली किरणें (β–किरणें) धनात्मक प्लेट Q की ओर मुड़ जाती हैं। उदासीन विकिरण (γ–किरणें) अविक्षेपित निकल जाती हैं।

- इसी प्रकार रेडियोऐक्टिव विकिरण पर चुंबकीय क्षेत्र के प्रभाव का अध्ययन करने की प्रायोगिक व्यवस्था चित्र-५ब में दिखाई गई है जिसमें वष्ठ के भीतर के क्षेत्र में चुंबकीय क्षेत्र कागज के तल के लंबवत अंदर की ओर लगाया गया है। प्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियमानुसार धनात्मक कणों (α–rays) का विक्षेप बाईं ओर तथा ऋणात्मक कणों (β–rays) का विक्षेप दाहिनी ओर होता है तथा γ–किरणें अपने प्रारंभिक पथ पर अविक्षेपित ही चलती रहती हैं।
- इन प्रयोगों में यह भी देखा गया कि β-किरणों का विक्षेप α-किरणों की अपेक्षा बहुत अधिक होता है। स्पष्टतः β-कण, α-कणों की तुलना में बहुत हल्के होते हैं।
- अन्य प्रयोगों से प्राप्त प्रेक्षणों के आधार पर तीनों प्रकार की किरणों के गुण तथा प्रकृति का ज्ञान हुआ जो निम्नलिखित हैं।

एल्फा-किरणों तथा उनके गुण
(~-rays and their Properties)

i) ये किरणें विद्युत-क्षेत्र तथा चुंबकीय क्षेत्र में विक्षेपित हो जाती हैं तथा इनके विक्षेप की दिष्ठा से पता लगता है कि ये किरणें धनावेष्ठित कणों से मिलकर बनती हैं।

ii) इन कणों पर इलेक्ट्रॉन के आवेष्ठ का दुगुना धन आवेष्ठ (+2×1.6×10-19C) होता है तथा इनका द्रव्यमान हाइड्रोजन के परमाणु के द्रव्यमान का लगभग ४ गुना या हीलियम के परमाणु के द्रव्यमान के बराबर (6.645×10-27kg) होता है। अतः, α-कणों को हीलियम के नाभिक (Helium nuclei) या **द्वि-आयनित हीलियम** (Doubly ionised helium) He++ भी कहा जाता है। वास्तव में α-कण हीलियम का नाभिक ही है जिसे ^4_2He से प्रदर्शित किया जाता है। इस कण में २ प्रोटॉन तथा २ न्यूट्रॉन होते हैं।

iii) ये किरणें जब किसी गैस से होकर गुजरती हैं तो तीव्र आयनीकरण (Ionisation) करती हैं, इन किरणों की आयनीकरण क्षमता β-किरणों की अपेक्षा १०० गुनी तथा γ-किरणों की अपेक्षा १०,००० गुनी अधिक होती है।

iv) ये किरणें फोटोग्राफी-प्लेट पर प्रभाव डालती हैं।

v) इन किरणों के कणों का वेग प्रकाष्ठ के वेग से काफी कम (१/१०वें भाग के लगभग) होता है तथा यह वेग एक छोटी सीमा (Range) के भीतर वितरित (Distributed) रहता है। भिन्न-भिन्न रेडियोऐक्टिव तत्वों से उत्सर्जित α-कणों के वेगों में कुछ भिन्नता होती है।

vi) α-कणों का वायु में परास (Range) अर्थात वह दूरी जहाँ तक वे वायु में चल सकते हैं, रेडियोऐक्टिव पदार्थ पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, यूरेनियम से उत्सर्जित α-कणों का परास २.७cm तथा थोरियम-C' से निकले α-कणों का परास लगभग ८.७cm होता है। परास का मान प्रत्येक पदार्थ के लिए नियत होता है।

vii) α-कणों की बेधन-क्षमता (Penetrating power) बहुत कम होती है। उदाहरण के लिए, ये कण ऐल्युमिनियम की केवल ०.१mm मोटी पत्ती द्वारा ही रोक लिए जाते हैं। इनकी बेधन-क्षमता β-कणों की तुलना में १/१०० तथा γ-किरणों की तुलना में केवल १/१०,००० होती है।

viii) धातु की पत्तियों से गुजरने पर इन कणों का प्रकीर्णन (Scattering) हो जाता है।

ix) ये किरणें बेरियम प्लैटिनोसायनाइड तथा जिंक सल्फाइड जैसे पदार्थों पर प्रतिदीप्ति (Fluorescence) उत्पन्न करती हैं। प्रत्येक α-कण जब ऐसे पदार्थों से टकराता है तो वहाँ प्रस्फुरण (Scintillation) उत्पन्न करता है। इसके द्वारा α-कणों को गिना जा सकता है।

x) इन कणों का द्रव्यमान तथा वेग अधिक रहने के कारण नाभिकों पर इनकी बमबारी करने से एक तत्व को दूसरे तत्व में बदला जाता है। इस क्रिया को **कृत्रिम तत्वांतरण** (Artificial transmutation) कहा जाता है।

बीटा-किरणें तथा उनके गुण
(-rays and their Properties)

i) ये किरणें प्रायः ऋणावेष्ठित (और कभी धनावेष्ठित) कणों से मिलकर बनती हैं। इन कणों के आवेष्ठ तथा द्रव्यमान इलेक्ट्रॉन के आवेष्ठ तथा द्रव्यमान के बराबर होते हैं। वास्तव में β-किरणें तीव्र वेग से गतिष्ठील इलेक्ट्रॉनों (और कभी पोजिट्रॉनों) का प्रवाह है।

ii) ये किरणें विद्युत-क्षेत्र एवं चुंबकीय क्षेत्र में विक्षेपित हो जाती हैं तथा विक्षेप की दिष्ठा से पता लगता है कि इनके कण ऋणावेष्ठित होते हैं। α-कणों की तुलना में β-कणों का एक विक्षेप बहुत अधिक होता है, स्पष्टतः β-कण, α-कणों के

सापेक्ष, बहुत हल्के होते हैं।

iii) ये किरणें गैसों से होकर गुजरने पर उनका आयनीकरण करती हैं, लेकिन इनकी आयनीकरण क्षमता α-किरणों की अपेक्षा लगभग १/१००वाँ भाग होती है।

iv) ये किरणें फोटोग्राफी-प्लेटों को α-कणों के अपेक्षा अधिक प्रभावित करती है।

v) इन कणों का वेग प्रकाष्ठा के वेग की कोटि तक का होता है। अतः, वेग के अनुसार इन कणों का द्रव्यमान निम्नलिखित सूत्र से प्राप्त होता है:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

- जहाँ m = वेग v से गतिष्ठील β-कण का द्रव्यमान

  m_0 = विराम द्रव्यमान (rest mass)

  c = प्रकाष्ठा का वेग

- β-कणों के वेग का वितरण α-कणों के वेग के वितरण की तुलना में विस्तष्त सीमा के भीतर होता है।

vi) इन किरणों की बेधन-क्षमता α-कणों की अपेक्षा १०० गुनी अधिक होती है।

vii) ये किरणें भी बेरियम प्लैटिनोसायनाइड, जिंक सल्फाइड जैसे पदार्थों पर प्रतिदीप्ति उत्पन्न करती है।

गामा-किरणें तथा उनके गुण
(¥-rays and their Properties)

i) ये किरणें एक्स-किरणों के समान विद्युत-चुंबकीय तरंगें (Electromagnetic waves) होती हैं जिनका तरंगदैर्ध्य एक्स-किरणों के तरंगदैर्ध्य का लगभग १/१००वाँ भाग होता है। इन्हें γ-फोटॉन (Photon) भी कहा जाता है।

ii) इन किरणों की ऊर्जा बहुत अधिक (मेगा इलेक्ट्रॉनवोल्ट की कोटि की) होती है। उदाहरण के लिए, 1MeV ऊर्जा के γ-फोटॉन का तरंगदैर्ध्य प्लांक के नियमानुसार 0.01Å के क्रम का होता है।

$$\left[E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \quad \therefore \quad \lambda = \frac{hc}{E}\right.$$

चूँकि $h = 6.6\times10^{-34}$ J s, $c = 3\times10^{8}$ ms^{-1}

तथा $E = 1\ MeV = 10^6 eV = 10^6\times1.6\times10^{-19}$ J, अतः, इनके मान रखने पर

$$\left.\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.6\times10^{-13}}\ m = 0.01\overset{0}{A}\right]$$

iii) ये किरणें विद्युत-क्षेत्र और चुंबकीय क्षेत्र से प्रभावित नहीं होती हैं। स्पष्टतः ये आवेष्ठारहित होती हैं।

iv) ये किरणें प्रकाष्ठा के वेग से गमन करती हैं।

v) ये किरणें गैसों का आयनीकरण करती हैं, लेकिन α- तथा β-किरणों की अपेक्षा इनकी आयनीकरण क्षमता बहुत कम होती है।

vi) इनकी बेधन-क्षमता α- तथा β-किरणों की अपेक्षा बहुत अधिक होती है। ये बिना अवष्ठोषित हुए लोहे की 30cm मोटी चादर के पार निकल सकती है।

vii) ये किरणें प्रतिदीप्ति उत्पन्न करती हैं।

viii) ये किरणें धातु-पष्ठ पर आपतित होकर प्रकाष्ठाइलेक्ट्रॉन (Photoelectron) उत्सर्जित करती हैं।

ix) ये फोटोग्राफी-प्लेटों को β-किरणों की अपेक्षा अधिक प्रभावित करती हैं।

x) γ-किरणों का पदार्थ द्वारा अवष्ठोषित होने पर युग्म-उत्पादन (Pair production) की घटना होती है। इस क्रिया में γ-किरणों की कुल ऊर्जा (hv) से इलेक्ट्रॉन एवं पोजिट्रॉन (Positron) की उत्पत्ति होती है।

xi) यद्यपि एक्स-किरणों तथा γ-किरणों की प्रकृति में समानता है, फिर भी इनकी उत्पत्ति के स्त्रोत भिन्न होते हैं। एक्स-किरणों की उत्पत्ति परमाणुओं के कक्षीय इलेक्ट्रॉनों के संक्रमण (Transition) के कारण होती है जबकि γ-किरणों की उत्पत्ति नाभिक के ऊर्जा-परिवर्तन से संबंधित है। स्पष्टतः एक्स-किरणों की उत्पत्ति एक परमाण्वीय गुण (Atomic property) हैं जबकि γ-किरणों की उत्पत्ति एक नाभिकीय गुण (Nuclear property) है।

रेडियोऐक्टिव विघटन
(Radioactive Disintegration)

- प्रकृति में अधिक परमाणु-क्रमांक (Atomic number) के तत्व अस्थायी (Unstable) होते हैं तथा उनके नाभिक स्वतः विघटित होकर नए तत्वों का जन्म देते रहते हैं जब तक कि वे किसी स्थायी तत्व के नाभिक में नहीं बदल जाते। इस प्रक्रम में नाभिक से α-कण अथवा β-कण तथा γ-किरणें उत्सर्जित होती रहती हैं और नाभिक का संघटन (Constitution) स्वतः बदलता रहता है। किसी परमाणु के नाभिक के अस्थायी रहने पर उसके संघटन के स्वतः परिवर्तित होने की घटना को रेडियोऐक्टिविटी या रेडियोऐक्टिव विघटन कहा जाता है। जब किसी रेडियोऐक्टिव तत्व के नाभिक से एक α-कण $\left(_2^4He\right)$ निकलता है तो विघटन के फलस्वरूप नए तत्व के नाभिक में २ प्रोटॉन तथा २ न्यूट्रॉन की कमी हो जाती है। स्पष्टतः द्रव्यमान-संख्या (Mass number) ४ से तथा परमाणु-क्रमांक (Atomic number) २ से घट जाता है। उदाहरण

के लिए यूरेनियम $\left({}^{238}_{92}U\right)$ से α-कण उत्सर्जित होने पर वह एक तत्व थोरियम $\left({}^{238}_{92}U\right)$ में बदल जाता है।

- अतः, रेडियोऐक्टिव नाभिक यूरेनियम के विघटन से α-कण का उत्सर्जन निम्नलिखित समीकरण द्वारा प्रदर्शित किया जाता है:

$$\underset{\text{यूरेनियम}}{{}^{238}_{92}U} \rightarrow \underset{\text{थोरियम}}{{}^{234}_{90}Th} + \underset{\alpha\text{-कण}}{{}^{4}_{2}He}$$

- अतः, जब α-कण निकलते हैं तब तत्व का आवर्त-सारणी (Periodic table) में परमाणु-क्रमांक दो स्थान से तथा द्रव्यमान-संख्या चार स्थान के पीछे चला जाता हैं।
- इसी प्रकार, जब अस्थायी नाभिक से β-कण, अर्थात इलेक्ट्रॉन e- उत्सर्जित होता है तब रूपांतरण में बने नए नाभिक का आवेष्ठ मूल नाभिक से एक इकाई अधिक हो जाता है, फलतः परमाणु-क्रमांक एक स्थान से बढ़ जाता है, किन्तु द्रव्यमान-संख्या अपरिवर्तित रहती है, क्योंकि इलेक्ट्रॉन (β-) का द्रव्यमान नाभिक के द्रव्यमान की तुलना में नगण्य माना जाता है। लगभग सभी रेडियोऐक्टिव विघटनों में β-कणों के साथ γ-किरणें भी निकलती हैं। γ-किरणों का आवेष्ठ शून्य तथा विराम द्रव्यमान शून्य होता है, अतः इनके उत्सर्जन से परमाणु-क्रमांक तथा द्रव्यमान-संख्या में कोई परिवर्तन नहीं होता है। इस प्रकार के विघटन को निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है:

$${}^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{214}_{83}Bi + \bar{\beta} + \gamma$$

सोडी का नियम (Law of Soddy)

- उपर्युक्त प्रेक्षणों के आधार पर १९१३ ई. में **सोडी** (Soddy) ने रेडियोऐक्टिव विघटन के विषय में विस्थापन नियम (Displacement law) की खोज की, जो इस प्रकार है:

i) सभी रेडियोऐक्टिव विघटन में या तो एक α-कण अथवा एक β-कण निकलता है, अर्थात न तो दोनों एक साथ और न प्रत्येक बार में एक से अधिक कण निकल सकते हैं।

ii) α-कण के उत्सर्जित होने पर नए तत्व का परमाणु बनता है जिसका परमाणु-क्रमांक (Z) तथा द्रव्यमान-संख्या मूल परमाणु की तुलना में क्रमशः २ इकाई और ४ इकाई से कम हो जाता है।

iii) β-कण अर्थात इलेक्ट्रॉन e- के उत्सर्जित होने पर नए तत्व के परमाणु का परमाणु-क्रमांक मूल परमाणु की तुलना में एक इकाई अधिक होता है तथा द्रव्यमान-संख्या अपरिवर्तित रहती है। धनावेष्ठित β-कण भी उत्सर्जित होते हैं जिन्हें पोजिट्रॉन (Positron e+) कहा जाता है। धनावेष्ठित; β-कण के उत्सर्जन से नए बने परमाणु का परमाणु-क्रमांक मूल तत्व के परमाणु-क्रमांक की अपेक्षा एक इकाई कम होता है तथा द्रव्यमान-संख्या दोनों की समान होती है।

- यह याद रखना चाहिए की रेडियोऐक्टिव विघटन मूलतः एक नाभिकीय प्रक्रिया (Nuclear process) है और रेडियोऐक्टिव किरणें नाभिक से उत्सर्जित होती हैं। रेडियोऐक्टिव प्रक्रिया को किसी भी भौतिक अथवा रासायनिक प्रतिक्रिया से प्रभावित नहीं किया जा सकता है। इसका कारण यह है कि रासायनिक परिवर्तनों में कुछ ही इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV) के क्रम की ऊर्जा की आवष्ठयकता होती है जबकि नाभिकीय ऊर्जा (Nuclear energy) लाखों इलेक्ट्रॉनवोल्ट की कोटि की होती है। अतः, १ या २ इलेक्ट्रॉनवोल्ट के क्रम की ऊर्जा से संबद्ध कोई परिवर्तन भी नाभिक के संघटन को प्रभावित नहीं कर पाता। इसी प्रकार ताप-परिवर्तन से भी रेडियोऐक्टिव पदार्थ के विघटन की दर पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

रेडियोऐक्टिव विघटन का नियम
(Law of Radioactive Disintegration)

- रेडियोऐक्टिविटी से संबंधित प्रयोगों से प्राप्त प्रेक्षणों के आधार पर यह निष्कर्ष निकाला गया कि रेडियोऐक्टिव विघटन की दर (Rate of disintegration) एक चरघातांकी नियम (Exponential law) का अनुसरण करती है तथा यह बताना कि कौन-सा परमाणु पहले विघटित होगा, अनिष्ठिचत है; प्रत्येक परमाणु के विघटित होने की संभावना (Probability) समान होती है। इस नियम के अनुसार प्रति सेकंड विघटित होने वाले परमाणुओं की संख्या कुल उपस्थित परमाणुओं की संख्या के समानुपाती होती है। यदि किसी क्षण परमाणुओं की संख्या N है तथा उसके dN परमाणु dt सेकंड में विघटित हो जाते हैं तो विघटन-दर $\left(-\frac{dN}{dt}\right)$ कुल परमाणुओं की संख्या (N) के समानुपाती होती है।

अतः $-\frac{dN}{dt} \propto N$; या $-\frac{dN}{dt} - \lambda N$ .... **(1)**

- यहाँ λ एक नियतांक है जो प्रत्येक रेडियोऐक्टिव तत्व के लिए भिन्न होता है। इसे उस रेडियोऐक्टिव तत्व का **विघटन नियतांक या क्षय नियतांक** (Disintegration constant or decay constant) कहा जाता है। ऋण चिन्ह से यह प्रकट होता है कि विघटन के फलस्वरूप परमाणुओं की संख्या घट रही है। समीकरण (१) से $\frac{dN}{N} = -\lambda t + c$ समाकलन (Integration) करने पर

$\log N = -\lambda t + c$ .... **(2)**

- जहाँ c एक समाकलन नियतांक है। यदि गणना के आरंभ में अणुओं की संख्या N0 हो अर्थात: t = 0 के लिए N = N0 मान लेने पर समीकरण (२) से

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

- अतः समीकरण (२) में $c = \log N_0$ रखने पर

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

y $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ..... (3)

- यह नियम रेडियोऐक्टिव विघटन के नियम का गणितीय रूप है। इस समीकरण के अनुसार किसी रेडियोऐक्टिव पदार्थ के परमाणुओं की संख्या की कमी चरघातांकीय रूप से (Exponentially), अर्थात प्रारंभ में तेजी से तथा बाद में धीरे-धीरे होती है। N तथा t के बीच संबंध समीकरण (३) को ग्राफ द्वारा चित्र ६ में दिखाया गया है।

विघटन नियतांक या क्षय नियतांक
(Disintegration constant or decay constant)

समीकरण (३) $t = \frac{1}{\lambda}$ में रखने पर $N = N_{0^{-1}} = \frac{N_0}{e}$

या $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{e}$

- अतः, जितने समय में परमाणुओं की संख्या घट कर परमाणुओं की प्रारंभिक संख्या की 1/e गुनी अर्थात 36.79% रह जाती है, उस समय के व्युत्क्रम (Reciprocal) को तत्व का विघटन नियतांक या क्षय नियतांक कहा जाता है। यहाँ e = 2.718, प्राकृतिक लोगेरिथ्म का आधार है।

अर्ध आयु (Half life)

- प्रारंभ में उपस्थित परमाणुओं की कुल संख्या में आधे परमाणुओं के विघटित होने में एक निश्चित समय लगता है। जितने समय में परमाणुओं की आधी संख्या विघटित हो जाती है, उस समय को रेडियोऐक्टिव तत्व की अर्ध आयु कहा जाता है। इसे T से व्यक्त किया जाता है तथा विभिन्न रेडियोऐक्टिव तत्व के लिए इसका मान भिन्न-भिन्न होता है।
- यदि t = 0 पर N = N0 हो तो अर्ध आयु (T) की परिभाषा के अनुसार t = T पर होना चाहिए। इनके मान समीकरण N = N0e-λt में रखने पर

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

या $\lambda T = \log_e 2 = 0.6931$

$\therefore \quad T = \frac{0.6931}{\lambda}$ ..... (4)

- अतः, **अर्ध आयु का मान विघटन नियतांक या क्षय नियतांक** (λ) **का व्युत्क्रमानुपाती होता है।**
- प्राकृतिक रेडियोऐक्टिव तत्वों तथा उनके समस्थानिकों (Isotopes) की अर्ध आयु माइक्रो सेकंड (10-6s) से लेकर कई मिलियन वर्षों तक की होती है। उदाहरण के लिए, कुछ रेडियोऐक्टिव समस्थानिकों की अर्ध आयु के मान निम्नलिखित सारणी में दिए गए हैं:

रेडियोऐक्टिव समस्थानिकों की अर्ध आयु

समस्थानिक (Isotope)	संकेत (Symbol)	अर्ध आयु T (Half life)
पोलोनियम-212	$^{212}_{84}Po$	3×10^{-7} सेकंड
ब्रोमीन-80	$^{80}_{35}Br$	18 मिनट
ब्रोमीन-82	$^{82}_{35}Br$	35.9 घंटा
सल्फर-35	$^{35}_{16}S$	8.67 दिन
कोबाल्ट-60	$^{60}_{27}Co$	5.2 वर्ष
हाइड्रोजन-3	$^{3}_{1}H$	12.26 वर्ष
यूरेनियम-235	$^{235}_{92}U$	7.04×10^{8} वर्ष

नोट

- रेडियोऐक्टिव तत्वों के वैसे समस्थानिक जिनकी अर्ध आयु अल्प होती है, प्रकृति में सार्थक परिमाण में नहीं पाए जाते हैं, परंतु यूरेनियम जैसे तत्व जिसकी अर्ध आयु बहुत अधिक होती है, प्रकृति में काफी मात्रा में पाए जाते हैं।
- किसी रेडियोऐक्टिव तत्व की अर्ध आयु नाभिक की प्रक्रिया से संबद्ध होती है, अतः अर्ध आयु को साधारण भौतिक अथवा रासायनिक प्रभावों द्वारा नहीं बदला जा सकता है।

आइंस्टाइन का द्रव्यमान-ऊर्जा समतुल्यता संबंध
(Einstein's Relation of Mass-Energy Equivalence)

- आइंस्टाइन का द्रव्यमान-ऊर्जा समतुल्यता संबंध इस तथ्य को बताता है कि सापेक्षावाद के सिद्धांत के अनुसार वस्तु का द्रव्यमान एवं ऊर्जा दो भिन्न राशियाँ नहीं हैं, बल्कि एक दूसरी के तुल्य हैं।
- आइंस्टाइन के इस सिद्धांत के पहले माना जाता था कि द्रव्यमान तथा ऊर्जा दो भिन्न राशियाँ है। द्रव्यमान किसी वस्तु का मौलिक गुण है जो प्रत्येक वस्तु में होता है। ऊर्जा किसी वस्तु के कार्य करने की क्षमता को कहते हैं। किसी वस्तु में ऊर्जा उसकी गति एवं उसकी स्थिति के कारण होती है, न कि उसके द्रव्यमान के कारण। यह भी समझा जाता था कि

इस ब्रह्मांड (Universe) में द्रव्यमान का कुल परिमाण कभी नहीं बदलता तथा इसी प्रकार ऊर्जा का भी कुल परिमाण निष्ठिचत रहता है। इसलिए ऊर्जा के संरक्षण के सिद्धान्त एवं द्रव्यमान के संरक्षण के सिद्धान्त दो अलग-अलग स्वतंत्र नियम माने जाते थे। आइंस्टाइन के सापेक्षवाद के सिद्धान्त द्वारा यह सिद्ध किया गया कि द्रव्यमान तथा ऊर्जा एक-दूसरे से संबंधित हैं तथा प्रत्येक वस्तु में उसके द्रव्यमान के कारण भी ऊर्जा होती है।

- आइंस्टाइन के सापेक्षता-सिद्धान्त (Theory of relativity) के अनुसार किसी गतिष्ठील कण का द्रव्यमान उसकी चाल v पर निम्नलिखित सूत्र के अनुसार निर्भर करता है:

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

- जहाँ m_0 उसका विराम द्रव्यमान (Rest mass) है तथा c निर्वात में प्रकाष्ठ का वेग है। आइंस्टाइन ने यह सिद्ध किया कि द्रव्यमान और ऊर्जा एक-दूसरे से संबंधित हैं तथा प्रत्येक पदार्थ में उसके द्रव्यमान के कारण भी ऊर्जा होती है।
- यदि m_0 विराम द्रव्यमान के किसी कण पर कार्य से कण द्वारा प्राप्त गतिज ऊर्जा Ek गतिष्ठील द्रव्यमान m तथा वेग v हो तो यह दिखाया जा सकता है कि

$$E_k = (m-m_0)c^2 \quad \text{.... (1)}$$

- स्पष्टत: विराम-द्रव्यमान m_0 को वस्तु के अंदर संचित आंतरिक ऊर्जा m_0c_2 के रूप में मानना चाहिए। इस प्रकार गतिष्ठील कण की कुल ऊर्जा

E = गति के कारण ऊर्जा (E_k) + संचित आंतरिक ऊर्जा (m_0c_2)

$= (m - m_0)\, c^2 + m_0c^2 = mc^2$

अत: $E = mc^2$ .... (2)

- इसे आइंस्टाइन का द्रव्यमान-ऊर्जा समतुल्यता संबंध कहा जाता है।
- स्पष्टत: इस समतुल्यता सिद्धान्त के अनुसार वस्तु का द्रव्यमान और ऊर्जा भिन्न राष्ठियाँ नहीं, बल्कि परस्पर तुल्य होती हैं तथा द्रव्यमान के क्षय से ऊर्जा की और ऊर्जा के क्षय से द्रव्यमान की उत्पत्ति होती है।

परमाणु-द्रव्यमान मात्रक
(Atomic mass unit or amu)

- नाभिकीय भौतिकी (Nuclear physics) में नाभिकों (Nuclei) तथा मूल कणों, जैसे- इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन आदि सूक्ष्म द्रव्यमान वाले कणों के द्रव्यमान और ऊर्जा को व्यक्त करने के लिए एक बहुत छोटा मात्रक प्रयुक्त होता है जिसे परमाणु-द्रव्यमान मात्रक (amu) कहा जाता है। इसका मान कार्बन परमाणु $^{12}_{6}C$ के द्रव्यमान के १/१२वें भाग के तुल्य होता है, अर्थात कार्बन-१२ के एक परमाणु का द्रव्यमान 12 amu होगा।
- चूँकि कार्बन-१२ के एक ग्राम-परमाणु (Gram-atom) का द्रव्यमान १२ ग्राम होता है तथा उसके परमाणुओं की कुल संख्या NA (ऐवोगाड्रो स्थिरांक) होती है, अत: इसके एक परमाणु का द्रव्यमान = $\frac{12}{N_A}$ ग्राम

या 1 amu = $\frac{1}{2}$ (C^{12} के एक परमाणु का द्रव्यमान)

$= \frac{1}{2} \times \frac{12}{N_A}$ ग्राम $= \frac{1}{N_A}$ ग्राम

$= \frac{1}{6.02\times10^{23}}$ ग्राम [चूँकि $N_A = 6.02 \times 10^{23}$]

$= 1.66\times10^{-24}$ ग्राम $= 1.66\times10^{-27}$ किलोग्राम

y 1 amu = 1.66×10^{-27} kg ... (3)

- द्रव्यमान-ऊर्जा समतुल्यता संबंध समीकरण (२) के अनुसार 1 amu को तुल्य ऊर्जा के रूप में भी व्यक्त किया जाता है। चूँकि $E = mc^2$

यहाँ $m = 1$ amu $= 1.66\times10^{-27}$ kg तथा $c=3\times10^8$ m s^{-1}

y तुल्य ऊर्जा $E=(1.66\times10^{-27})\times(3\times10^8)^2$ J $=1.49\times10^{-10}$ J

y 1 amu = 1.49×10^{-10} J .... (4)

- ऊर्जा को इलेक्ट्रॉन-वोल्ट (Electron volt or eV) के मात्रक में भी व्यक्त किया जाता है। एक इलेक्ट्रॉन (आवेष्ठ = 1.6×10-19C) को एक बिंदु से दूसरे बिंदु (जिनकी बीच विभवांतर 1 V हो) तक ले जाने में जो कार्य होता है उसे 1 eV कहा जाता है। अत:,

1 eV = $(1.6\times10^{-19}C) \times (1V)$

$= (1.6\times10^{-19})$ C × V = 1.6×10^{-19} J

y 1 eV = 1.6×10^{-19} J ....(5)

समीकरण (४) के अनुसार,

1 amu = 1.49×10^{-10} J = $\frac{1.49\times10^{-10}\,ev}{1.6\times10^{-19}}$

$= 0.931\times10^9$ इलेक्ट्रॉन-वोल्ट (eV)

= 931 मेगा इलेक्ट्रॉन- वोल्ट (MeV)

y 1 amu = 931 MeV .... (6)

द्रव्यमान क्षति नाभिकीय बंधन-ऊर्जा
(Mass Defect and Nuclear Binding Energy)

- हम जानते हैं कि हाइड्रोजन के अतिरिक्त अन्य सभी तत्वों के नाभिक प्रोटॉनों तथा न्यूट्रॉनों से मिलकर बनते हैं। सभी नाभिकों के लिए यह देखा गया है कि नाभिक का द्रव्यमान

उसमें स्थित प्रोटॉनों तथा न्यूट्रॉनों के द्रव्यमानों के कुल योग से कुछ कम ही होता है। द्रव्यमान के इस अंतर को **नाभिकीय द्रव्यमान क्षति** (Nuclear mass defect) कहा जाता है। यदि किसी तत्व के नाभिक को ${}^{A}_{Z}X$ से निरूपित करें तो उसका परमाणु-क्रमांक (Atomic number) = Z = नाभिक में प्रोटॉनों की संख्या, तथा द्रव्यमान-संख्या (Mass number) = A = नाभिक में प्रोटॉन + न्यूट्रॉन की कुल संख्या;

अतः नाभिक में न्यूट्रॉनों की संख्या = A – Z

यदि मान लें कि M = नाभिक का द्रव्यमान

m_p = प्रोटॉन का द्रव्यमान, m_n = न्यूट्रॉन का द्रव्यमान तो उपर्युक्त विवरण के अनुसार

$$(M) < [Z \times m_p + (A-Z) \times m_n]$$

अतः द्रव्यमान क्षति

$$\Delta m = [Z \times m_p + (A-Z) \times m_n] - M$$

- इसको स्पष्ट रूप से समझने के लिए यहाँ ड्यूट्रॉन (Deutron) का उदाहरण लेते हैं। ड्यूट्रॉन भारी हाइड्रोजन (Heavy hydrogen) अर्थात ड्यूटीरियम (Deuterium) के नाभिक $\left({}^{2}_{1}H\right)$ को कहा जाता है। इसमें केवल एक प्रोटॉन तथा एक न्यूट्रॉन होता है। अर्थात,

१ ड्यूट्रॉन कण = १ प्रोटॉन + १ न्यूट्रॉन

चूँकि १ ड्यूट्रान का द्रव्यमान = 2.01473 amu

परंतु १ प्रोटॉन का द्रव्यमान = 1.00813 amu

तथा १ न्यूट्रॉन का द्रव्यमान = 1.00893 amu

अर्थात १ प्रोटॉन +१ न्यूट्रॉन का द्रव्यमान = 2.01706 amu

अतः १ ड्यूट्रॉन के निर्माण में द्रव्यमान-क्षति

= (2.01706-2.01473) amu = 0.00233 amu

= 0.00233 × 931 MeV [चूँकि 1 amu = 931 MeV]

= 2.22 MeV (लगभग)

- अतः एक प्रोटॉन तथा एक न्यूट्रॉन से एक ड्यूट्रॉन के बनने पर द्रव्यमान-क्षति लगभग 0.00233 amu हो जाती है जिसके फलस्वरूप 2.22 MeV के तुल्य ऊर्जा विकीर्ण होती है। ड्यूट्रॉन के उत्पादन में ऊर्जा के विकिरण को चित्र-७ में दिखाया गया है।

नाभिकीय बंधन-ऊर्जा (Nuclear binding energy)

- जब प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन मिलकर किसी नाभिक का निर्माण करते हैं तो इस प्रक्रिया में द्रव्यमान-क्षति (Δm) होती है तथा इसके तुल्य ऊर्जा मुक्त (Δm) c^2 होती है। स्पष्टतः नाभिक को उसके अवयवी कणों अर्थात प्रोटॉनों तथा न्यूट्रॉनों में विभाजित करने के लिए उतने ही परिमाण की बाह्य ऊर्जा की आवष्यकता होगी। इसे नाभिक की बंधन-ऊर्जा (Binding energy) कहा जाता है। अतः किसी भी नाभिक को उसके अवयवी कणों (प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन) में अलग-अलग करने के लिए जितनी बाह्य ऊर्जा की आवष्यकता होती है उसे उस नाभिक की **नाभिकीय बंधन-ऊर्जा** (Nuclear binnding energy) कहा जाता है। यदि किसी नाभिक की द्रव्यमान-क्षति Δm हो तो उसे प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन कणों में अलग-अलग करने के लिए Δmc^2 ऊर्जा की आवष्यकता होगी और यही उसकी बंधन-ऊर्जा होती है। अतः

नाभिक की बंधन-ऊर्जा (BE) = Δmc^2

- ड्यूट्रॉन की बंधन-ऊर्जा 2.22 MeV होती है, अतः ड्यूट्रॉन को अपने अवयवी कणों अर्थात प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन में अलग-अलग करने के लिए 2.22 MeV के फोटॉन (Photon) की आवष्यकता होगी (चित्र-८)।
- नाभिक की संपूर्ण बंधन-ऊर्जा की अपेक्षा उसके प्रत्येक कण की बंधन-ऊर्जा (Binding energy per nucleon or particle) का मान एक अधिक उपयोगी राशि है। यदि किसी नाभिक की द्रव्यमान-संख्या A हो तो प्रत्येक कण की बंधन ऊर्जा =
- विभिन्न तत्वों के नाभिक के लिए BE/A का मान भिन्न-भिन्न होता है तथा इसके मान से नाभिक के स्थायित्व (Stability of the nucleus) की माप होती है। यह मान जितना ही अधिक होगा नाभिक उतना ही अधिक स्थायी (Stable) होता है।

नाभिकीय विखंडन (Nuclear Fission)

- जब किसी तत्व के नाभिक पर न्यूट्रॉन की बमबारी कर उसे अस्थिर बना दिया जाता है तो परिणामी नाभिक लगभग दो बराबर नाभिकों में टूट जाता है तथा पर्याप्त मात्रा में ऊर्जा उपलब्ध होती है। इस प्रकार की नाभिकीय प्रतिक्रिया को जिसमें एक भारी नाभिक के लगभग बराबर नाभिकों में विखंडित होने पर पर्याप्त ऊर्जा की उत्पत्ति होती है, **नाभिकीय विखंडन** (Nuclear fission) कहा जाता है।
- इस प्रक्रिया का आविष्कार १९३९ ई. में जर्मनी के दो वैज्ञानिकों **ऑटो हॉन** तथा **स्ट्रैसमैन** (Otto Hahn and Strassmann) ने किया। उन्होंने जब यूरेनियम $({}^{235}_{92}U)$ पर न्यूट्रॉनों की बमबारी की तो परिणामी पदार्थों का रासायनिक विष्लेषण करने पर यह पाया गया कि इस प्रतिक्रिया में दो अपेक्षाकृत बहुत हल्के तत्वों बेरियम तथा $({}^{141}_{56}Ba)$ तथा क्रिप्टन $({}^{92}_{36}Kr)$ के समस्थानिक बनते हैं तथा बहुत ही अधिक परिमाण की ऊर्जा (लगभग 200 MeV) उत्पन्न

होती है। इस प्रतिक्रिया में उच्च परिमाण की ऊर्जा उत्पन्न होने का कारण यह है कि प्रतिक्रिया के बाद प्राप्त नाभिकों तथा अन्य कणों का कुल द्रव्यमान प्रतिक्रिया के पूर्व के कुल द्रव्यमान से कम होता है। द्रव्यमान की क्षति ΔM से समतुल्य ऊर्जा ($E = \Delta Mc^2$) उत्पन्न होती है। यही प्रक्रिया परमाणु-बम तथा नाभिकीय रिऐक्टर (Nuclear reactor) का आधार है।

- प्रकृति में यूरेनियम तत्व के दो समस्थानिक $^{238}_{92}U$ तथा $^{235}_{92}U$ होते हैं जो क्रमशः 99.3% तथा 0.7% के परिमाण में पाए जाते हैं। स्पष्टतः प्राकृतिक यूरेनियम में अधिकांश भाग $^{238}_{92}U$ का ही होता है तथा $^{235}_{92}U$ की मात्रा बहुत कम पाई जाती है। देखने से तो लगता है कि नाभिकीय विखंडन के लिए $^{238}_{92}U$ को ही चुनना चाहिए, परंतु बात ऐसी नहीं है। $^{238}_{92}U$ के विखंडन के लिए तीव्रगामी न्यूट्रानों की बमबारी होनी चाहिए जिनकी ऊर्जा 1 MeV या इससे अधिक हो। परंतु $^{235}_{92}U$ का विखंडन करने के लिए मंद वेग वाले अर्थात ऊष्मीय न्यूट्रॉनों (Thermal neutrons) की आवश्यकता होती है। अतः, विखंडन के लिए $^{235}_{92}U$ ही अधिक उपयोगी है।
- जब मंद वेग का न्यूट्रॉन $^{235}_{92}U$ के नाभिक से टकराता है तो वह दो भागों में विखंडित हो जाता है और साथ ही इस क्रिया में औसत रूप से तीन न्यूट्रॉन विमुक्त होते हैं। इस प्रतिक्रिया को निम्नलिखित समीकरण से व्यक्त किया जाता है: $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow \underset{\text{अस्थिर}}{^{236}_{92}U} \rightarrow ^{92}_{36}Kr + ^{141}_{56}Ba + 3^{1}_{0}n + \underset{\text{ऊर्जा}}{Q}$
- यहाँ $^{236}_{92}U$ यूरेनियम का अस्थिर समस्थानिक है जो क्रिप्टन और बेरियम के समस्थानिकों में विखंडित होता है तथा तीन तीव्रगामी न्यूट्रॉनों के अतिरिक्त उच्च परिमाण की ऊर्जा Q उत्पन्न होती है। ऊर्जा Q का मान निम्नलिखित प्रकार से ज्ञात करते हैं:

प्रक्रिया के पूर्व प्रारंभिक द्रव्यमान		प्रक्रिया के बाद अंतिम द्रव्यमान	
$^{235}_{92}U$	235.0439 amu	$^{141}_{56}Ba$	140.9139 amu
$^{1}_{0}n$	1.0087 amu	$^{92}_{36}Kr$	91.8973 amu
		$3^{1}_{0}n$	3.0261 amu
	236.0526 amu		235.8373 amu

y प्रतिक्रिया के फलस्वरूप द्रव्यमान क्षति

$\Delta M = (236.0526 - 235.8373)$ amu
$= 0.215$ amu

- आइंस्टाइन के द्रव्यमान-ऊर्जा समतुल्यता नियम के अनुसार 1 amu द्रव्यमान के तुल्य ऊर्जा 931 MeV होती है। अतः, उपर्युक्त द्रव्यमान-क्षति के कारण उपलब्ध तुल्य ऊर्जा

$Q = 0.215 \times 931$ MeV
$= 200$ MeV

- इस प्रकार यूरेनियम-२३५ के एक नाभिक के विखंडन से लगभग 200 MeV ऊर्जा उत्पन्न होती है जिसका अधिकांश भाग विखंडन से प्राप्त खंडों (Fragments) की गतिज ऊर्जा के रूप में उपलब्ध होता है। शेष भाग तीव्रगामी न्यूट्रॉनों की गतिज ऊर्जा, γ-किरणों तथा ऊष्मा और प्रकाश विकिरणों के रूप में प्राप्त होता है। यदि प्राकृतिक यूरेनियम के १ ग्राम का (जिसमें $^{235}_{92}U$ के लगभग 10^{19} परमाणु होते हैं) नाभिकीय विखंडन किया जाए तो प्राप्त ऊर्जा लगभग 200×10^{19} MeV $\cong 10^{8}$ J के क्रम की होती है। यह ऊर्जा का एक विशाल परिमाण है। गणना द्वारा यह देखा जा सकता है कि ३१,००० क्विंटल कोयले के जलने से जितनी ऊर्जा प्राप्त होती है वह केवल 1 kg यूरेनियम के नाभिकीय विखंडन से प्राप्त होती है। नाभिकीय ऊर्जा को नियंत्रित रूप से रिऐक्टरों द्वारा प्राप्त किया जाता है।

नाभिकीय विखंडन में शृंखला अभिक्रिया
(Chain Reaction in Nuclear Fission)

- यूरेनियम पर न्यूट्रॉनों की बमबारी करने पर प्रत्येक यूरेनियम नाभिक के विखंडित होने के साथ-साथ दो या तीन न्यूट्रॉन भी उत्सर्जित होते हैं जो अनुकूल परिस्थिति में अन्य यूरेनियम नाभिकों को इसी प्रकार विखंडित कर सकते हैं। इस प्रकार न्यूट्रॉनों की संख्या अल्प समय में ही बहुत अधिक हो जाती है तथा नाभिकों के विखंडन की एक शृंखला (Chain) बन जाती है (चित्र-९)। यह क्रिया एक बार प्रारंभ हो जाने पर स्वतः चलती रहती है जबतक कि संपूर्ण यूरेनियम समाप्त न हो जाए। इस शृंखला अभिक्रिया में अल्प समय में ही अपार ऊर्जा उत्पन्न हो जाती है। इसी सिद्धान्त पर परमाणु-बम (Atom bomb) भी कार्य करता है।
- यदि यूरेनियम-द्रव्यमान बहुत अल्प मात्रा में लिया जाए तो विस्फोट के लिए पर्याप्त ऊर्जा उत्पन्न होने से पहले ही शृंखला अभिक्रिया समाप्त हो जा सकती है। अतः, शृंखला अभिक्रिया को जारी रखने के लिए यूरेनियम की एक न्यूनतम मात्रा से अधिक लेना आवश्यक होता है। यूरेनियम के इस न्यूनतम द्रव्यमान को **क्रांतिक द्रव्यमान** (Critical mass) कहा जाता है।
- शृंखला अभिक्रिया दो प्रकार की होती है:

१) अनियंत्रित शृंखला अभिक्रिया (Uncontrolled chain reaction) तथा

२) नियंत्रित श्रंखला अभिक्रिया
(Controlled chain reaction)

- अनियंत्रित श्रंखला अभिक्रिया में यूरेनियम के प्रत्येक नाभिक के विखंडन से उत्पन्न न्यूट्रॉनों में से औसतन एक से अधिक न्यूट्रॉन अन्य नाभिकों का विखंडन करते हैं और इस क्रम में न्यूट्रॉनों की संख्या बहुत तेजी से बढ़ती है (चित्र ९)। इस प्रकार अल्प समय में ही संपूर्ण पदार्थ विखंडित हो जाता है, तथा अत्यधिक ऊर्जा विमुक्त होने से प्रचंड विस्फोट होता है।
- इसके विपरीत नियंत्रित श्रंखला अभिक्रिया में विशेष युक्तियों से ऐसी व्यवस्था की जाती है कि यूरेनियम के प्रत्येक नाभिक से उत्पन्न न्यूट्रॉनों में केवल एक ही न्यूट्रॉन से आगे विखंडन हो, अन्य न्यूट्रॉन विखंडन में भाग न ले सकें। इस प्रकार विखंडन की क्रिया धीमे-धीमे एक नियत दर से होती रहती है तथा विमुक्त ऊर्जा को उपयोगी कार्यों में लाया जा सकता है। नाभिकीय रिऐक्टरों में इसी प्रकार की व्यवस्था रहती है।

नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion)

- हम जानते हैं कि नाभिकीय विखंडन की प्रक्रिया में एक भारी नाभिक, जैसे $^{235}_{92}U$, मंदगामी न्यूट्रॉन की सहायता से लगभग दो बराबर भागों में खंडित हो जाता है तथा प्रक्रिया के बाद प्राप्त कणों का कुल द्रव्यमान प्रक्रिया के पूर्व के कुल द्रव्यमान से कम होता है। द्रव्यमान की यह क्षति ऊर्जा के रूप में ($E = mc^2$ नियमानुसार) प्राप्त होती है। स्पष्टतः नाभिकीय विखंडन में द्रव्यमान का रूपांतरण ऊर्जा में हो जाता है।
- विखंडन की क्रिया के विपरीत एक अन्य नाभिकीय प्रक्रिया भी संभव है जिससे बहुत अधिक ऊर्जा प्राप्त होती है। इस प्रक्रिया में हल्के नाभिक आपस में संलयित (Fused) होकर अपेक्षाकृत एक भारी नाभिक का निर्माण करते हैं जिसका द्रव्यमान मूल नाभिकों के द्रव्यमान के योग से कम होता है तथा द्रव्यमान क्षय के कारण समतुल्य ऊर्जा विमुक्त होती है। अतः, दो हल्के नाभिकों के परस्पर लीन हो जाने से एक भारी नाभिक बनने के इस प्रक्रम को जिसमें विशाल ऊर्जा विमुक्त होती है, **नाभिकीय संलयन** (Nuclear fusion) कहा जाता है।
- उदाहरण के लिए जब ड्यूटीरियम (Deuterium) अर्थात भारी हाइड्रोजन $^{2}_{1}H$ के दो नाभिकों के संलयन से हीलियम $\left(^{4}_{2}He\right)$ का एक नाभिक बनता है तो लगभग 24 MeV के बराबर ऊर्जा विमुक्त होती है। समीकरण के रूप में इसे निम्नलिखित रूप से लिखा जाता है।

$$^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + Q$$

- संलयन के कारण विमुक्त ऊर्जा का परिणाम इस प्रकार ज्ञात किया जाता है–

प्रक्रिया के पूर्व प्रारंभिक द्रव्यमान		प्रक्रिया के बाद अंतिम द्रव्यमान	
$^{2}_{1}H$	2.01471 amu	$^{4}_{2}He$	4.00388 amu
$^{2}_{1}H$	2.01471 amu		
	4.02942 amu		

- संलयन के कारण द्रव्यमान-क्षति

$\Delta M = (4.02942 - 4.00388)$ amu $= 0.02554$ amu

- अतः विमुक्त ऊर्जा $Q = 0.02554 \times 931$ MeV

[चूँकि 1 amu = 931 MeV]

$\cong 24$ MeV

- इस प्रकार दो $^{2}_{1}H$ नाभिकों के संलयन से 24 MeV ऊर्जा विमुक्त होती है जो $^{235}_{92}U$ के एक नाभिक के विखंडन द्वारा विमुक्त ऊर्जा (लगभग 200 MeV) से अपेक्षाकृत बहुत कम है। ऐसा आभास होता है कि संलयन से प्राप्त ऊर्जा विखंडन से प्राप्त ऊर्जा की तुलना में बहुत कम है। परंतु बात ऐसी नहीं है। वास्तव में भारी हाइड्रोजन के किसी द्रव्यमान में $^{2}_{1}H$ नाभिकों की संख्या उतने ही द्रव्यमान के यूरेनियम $\left(^{235}_{92}U\right)$ में नाभिकों की संख्या की तुलना में बहुत अधिक होती है। अतः समान द्रव्यमान के भारी हाइड्रोजन के नाभिकों के संलयन से प्राप्त ऊर्जा, यूरेनियम-२३५ के विखंडन (Fission) से उत्पन्न ऊर्जा की अपेक्षा बहुत अधिक होती है।
- नाभिकीय संलयन के कुछ प्रमुख उदाहरण निम्नलिखित हैं जिनमें प्रत्येक के लिए विमुक्त ऊर्जा का मान द्रव्यमान-क्षति की गणना से प्राप्त किया जाता है:

$$^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{1}H + {}^{1}_{1}H + Q\,(4.0\,MeV)$$

$$^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}H + {}^{1}_{0}n + Q\,(17.6\,MeV)$$

- यहाँ ड्यूटीरियम (Deuterium) अर्थात $^{2}_{1}H$ तथा ट्राइटियम (Tritium) अर्थात $^{3}_{1}H$, दोनों ही हाइड्रोजन के समस्थानिक (Isotopes) हैं।
- नाभिकों के संलयन में एक कठिनाई यह आती है कि जब वे एक-दूसरे के बहुत निकट लाए जाते हैं तो वे धनावेशित होने के कारण एक-दूसरे को प्रतिकर्षित (Repel) करते हैं। अतः, संलयन के लिए उन्हें पर्याप्त परिमाण की गतिज ऊर्जा देनी पड़ती है। यह ऊर्जा 107°C तक के ताप पर गर्म करने पर प्राप्त हो सकती है। (107°C का ताप सूर्य के आंतरिक

कोर का ताप होता है।) अतः संलयन की प्रक्रिया इतने अधिक ताप पर होने के कारण इसे ताप-नाभिकीय संलयन (Thermo-nuclear Fusion) कहते हैं। सूर्य की अपार ऊर्जा का स्त्रोत भी नाभिकीय संलयन है। सूर्य के प्रचंड ताप पर इसके नाभिकों (मूलतः हाइड्रोजन के समस्थानिक) का वेग इतना अधिक होता है कि इनके परस्पर टकराने से संलयन स्वतः होता रहता तथा अपार ऊर्जा उत्पन्न होती रहती है। हाइड्रोजन बम भी नाभिकीय संलयन की प्रक्रिया पर आधारित है तथा यह परमाणु बम से (जिसमें नाभिकीय विखंडन होता है) १००० गुना अधिक शक्तिशाली और भयानक होता है।

2. तत्व. यौगिक एवं मिश्रण

तत्व (Element)

Gupta Classes

- वह शुद्ध पदार्थ, जिसका अब तक पदार्थ के किसी अन्य सरल रूप में विभाजन नहीं हो सका। समान प्रकार के परमाणुओं से बने हुए शुद्ध पदार्थ को तत्व कहते हैं। उदाहरणार्थ– ताँबे का तार केवल ताँबे के परमाणुओं से मिलकर बनता है। सोना, चाँदी, लोहा आदि तत्व के अन्य उदाहरण हैं। इसी प्रकार ऑक्सीजन गैस भी एक तत्व है जो ऑक्सीजन के अणुओं से मिलकर बनता है और प्रत्येक ऑक्सीजन अणु दो ऑक्सीजन परमाणुओं से मिलकर बनता है। गैसीय तत्व के अन्य उदाहरण– हाइड्रोजन, नाइट्रोजन तथा क्लोरीन हैं।
- तत्व मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं: धातु (Metal) और अधातु (Non-metal)।

धातु (Metal)

- जिन तत्वों में निम्नलिखित गुण होते हैं, वे धातु कहलाते हैं-
  (i) धात्विक चमक
  (ii) उच्च ऊष्मा-चालकता
  (iii) उच्च विद्युत चालकता
  (iv) तन्यता
  (v) आघातवर्द्धनीयता
  (vi) उच्च तनन-सामर्थ्य और सुघट्यता
  (vii) ऑक्साइडों की क्षारीय प्रकृति। जैसे- सोडियम, पोटैशियम, जस्ता, कैल्शियम, एल्यूमिनियम, लोहा, ताँबा, पारा, चाँदी, सोना आदि।

अधातु (Non-metal)

- जिन तत्वों में धातुओं के गुण नहीं होते, वे अधातु कहलाते हैं। ये भंगुर होते हैं। इनमें सुघट्यता नहीं होती। इसके ऑक्साइड अम्लीय या उदासीन होते हैं। जैसे- गंधक, फास्फोरस, कार्बन, क्लोरीन, ब्रोमीन, नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन आदि।

उपधातु

- जो तत्व धातुओं और अधातुओं दोनों के बीच के गुण प्रदर्शित करते हैं, उपधातु कहलाते हैं। जैसे- जर्मेनियम, आर्सेनिक, एन्टीमनी इत्यादि।

मानव शरीर के लिए आवश्यक तत्व

- कार्बन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, फास्फोरस, गंधक।
- **यौगिक के रूप में –** कार्बन, लोहा, ताँबा, जस्ता, कोबाल्ट, मैग्नीशियम, सोडियम, क्लोरीन, आयोडीन, फ्लोरीन।

नोट

- द्रव्यमान के हिसाब से भूपर्पटी के 90% पदार्थों में पाँच तत्व- ऑक्सीजन, सिलिकन, एल्यूमिनियम, लोहा और कैल्सियम पाये जाते हैं।

यौगिक (Component)

- यौगिक वह शुद्ध पदार्थ है जो दो या दो से अधिक तत्वों के निश्चित अनुपात में रासायनिक संयोग से बनता है और जिसे उचित रासायनिक साधनों द्वारा सर्वथा भिन्न गुणों वाले अवयवों में विभक्त किया जा सकता है।

उदाहरण – जल एक यौगिक है, क्योंकि
(i) उसे हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के बीच सीधे संयोग कराकर प्राप्त किया जा सकता है।
(ii) जल का विद्युत अपघटन करने पर हाइड्रोजन और ऑक्सीजन प्राप्त होते हैं।

- तत्वों के रासायनिक संयोग के फलस्वरूप बनने के कारण यौगिक को रासायनिक यौगिक भी कहते हैं। यौगिक दो प्रकार के होते हैं-
  १. **अकार्बनिक यौगिक –** कार्बन के यौगिकों को छोड़कर सभी यौगिक अकार्बनिक होते हैं।
  २. **कार्बनिक यौगिक –** कार्बनिक यौगिकों में निम्न में से एक या अधिक तत्व कार्बन के साथ संयुक्त हैं, जैसे– हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, सल्फर, हैलोजेन और कभी-कभी फास्फोरस।
- अधिकांश कार्बनिक यौगिकों में कार्बन के अतिरिक्त हाइड्रोजन, ऑक्सीजन और नाइट्रोजन संयोजित होते हैं। कार्बनिक यौगिकों का सबसे प्रमुख स्त्रोत वनस्पति तथा जन्तु हैं।

मिश्रण (Mixture)

- मिश्रण वह अशुद्ध पदार्थ है जो दो या दो से अधिक शुद्ध पदार्थों (तत्वों या यौगिकों या दोनों) को किसी भी अनुपात में मिला देने से बनता है, जिसके अवयवी पदार्थों की रचना में कोई परिवर्तन नहीं होता है तथा जिसके अवयवी पदार्थ भौतिक या यांत्रिक विधियों द्वारा अलग-अलग किये जा सकते हैं और इस कारण मिश्रण को यांत्रिक मिश्रण भी कहते हैं। जैसे- वायु बहुत-सी गैसों का मिश्रण है। इसमें नाइट्रोजन एवं ऑक्सीजन जैसे तत्व तथा कार्बन डाईऑक्साइड एवं जलवाष्प जैसे यौगिक होते हैं। इसके अतिरिक्त, वायु में अन्य गैसें एवं धूल के कण भी होते हैं।

मिश्रण के प्रकार

- मिश्रण में विद्यमान अवयवों की पारस्परिक मात्राओं के आधार पर मिश्रण दो प्रकार के होते हैं:

१. समांग मिश्रण (Homogeneous Mixture) और

२. विषमांग मिश्रण (Heterogeneos Mixture)

१. **समांग मिश्रण** – वैसा मिश्रण जिसके सभी भागों में उसके अवयवों का अनुपात एक-सा रहता है, समांग मिश्रण कहलाता है। इसे विलयन भी कहते हैं। हवा, गैसों के मिश्रण, पानी में नमक व चीनी के घोल समांग मिश्रणों के उदाहरण हैं।

२. **विषमांग मिश्रण** – वैसा मिश्रण जिसके सभी भागों में उसके अवयवों का अनुपात एक सा नहीं रहता है, विषमांग मिश्रण कहलाता है। जैसे- बादल, बारूद, मिट्टी, जल और बर्फ का मिश्रण आदि।

- मिश्रण बनाने की विधियों के आधार पर मिश्रण को तीन वर्गों में बांटा जाता है:

मिश्रण का प्रकार	मिश्रण का उदाहरण
१. तत्व और तत्व का मिश्रण	ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन, लौह-चूर्ण, गंधक-चूर्ण।
२. तत्व और यौगिक	कार्बन एवं चीनी, कार्बन एवं ष्ठोरा, आयोडीन एवं अल्कोहल
३. यौगिक और यौगिक	नमक एवं जल, चीनी एवं पानी, नमक एवं नौसादर आदि

- पदार्थ की तीनों भौतिक अवस्थाओं के आधार पर मिश्रण को नौ वर्गों में बांटा जाता है:

प्रकार	उदाहरण
१. ठोस में ठोस	नमक एवं चीनी, मिश्र धातु, मसाले
२. ठोस में द्रव	अमलगम (जिंक-पारा आदि)
३. ठोस में गैस	सक्रिय चारकोल पर अवष्ठोषित गैस
४ द्रव में ठोस	समुद्री जल, चीनी का जलीय घोल
५. द्रव में द्रव	नींबू का रस एवं जल
६. द्रव में गैस	सोडावाटर, जिसमें ऑक्सीजन एवं कार्बन डाइऑक्साइड घुले हों
७. गैस में ठोस	धुआँ, जिसमें कालिख के कण हों
८. गैस में द्रव	कुहासा (वायु में जलवाष्प)
९. गैस में गैस वाली गैस	हवा, खाना बनाने में सहायक

मिश्रण अलग करने की विधियाँ

उर्ध्वपातन (Sublimation)

- इस प्रक्रिया में ठोस पदार्थ का ऊष्मा द्वारा सीधे गैसीय अवस्था में परिवर्तन हो जाता है। अब गैसों को पुनः ठंडा किया जाता है, तो वे अपने पुरानी अवस्था में लौट आती हैं। उदाहरणार्थ, नैफ्थलीन, आयोडीन, गंधक, अमोनियम क्लोराइड आदि पदार्थों को अलग करना।

अवसादन (Sedimentation)

- जब मिश्रण में एक अवयव द्रव और दूसरा अघुलनष्ठील ठोस पदार्थ (जो द्रव से भारी हो) हो तो मिश्रण को अलग करने के लए इस विधि का उपयोग किया जाता है। जैसे- मिट्टी और जल। जब इस मिश्रण को एक बर्तन में बिना हिलाए-डुलाए रखा जाता है, तब अवसादन विधि के द्वारा मिट्टी के कण बर्तन में नीचे बैठ जाते हैं और साफ जल उसके ऊपर दिखाई देने लगता है। इस जल को धीरे-धीरे एक दूसरे बर्तन में डाल दिया जाता है, जिसे **पसाना** (Decantation) कहते हैं।

आसवन (Distillation)

- इसमें द्रव को गर्म कर वाष्प में परिणत किया जाता है और वाष्प ठंडा होकर पुनः द्रव में बदल जाता है। इस विधि से अलग-अलग क्वाथनांक वाले द्रवों को अलग किया जाता है। जैसे- साधारण जल से आसवित जल बनाना।

फ्रैक्ष्ठानल डिस्टीलेष्ठान (Fractional Distillation)

- इस विधि से, जो आसवन प्रक्रिया से मिलता-जुलता है, दो या अधिक विभिन्न क्वथनांक वाले उड़नष्ठील द्रवों के मिश्रण को अलग किया जाता है। जैसे- क्रूड पेट्रोलियम से पेट्रोल, डीजल, मिट्टी का तेल आदि अलग करना।

वाष्पीकरण (Evaporation)

- जब एक द्रव में ठोस वस्तु के विलयन को गर्म किया जाता है तब द्रव वाष्प में परिणत हो जाता है और धीरे-धीरे खत्म हो जाता है, इसे ही वाष्पीकरण कहते हैं। उदाहरण- समुद्री जल से जल के वाष्पीकरण द्वारा साधारण नमक बनाना।

रवाकरण (Crystallization)

- इसमें अष्ठुद्ध ठोस या मिश्रण को एक विलायक (जैसे- अल्कोहल, जल, एसीटोन, क्लोराफार्म) के साथ इसके क्वथनांक तक गर्म कर उसे छान लिया जाता है। साफ छनित विलयन को धीरे-धीरे ठंडा किया जाता है, जिससे ष्ठुद्ध ठोस रवा प्राप्त होता है। उसे छानकर और सुखाकर अलग कर लिया जाता है। इस विधि से ठोस वस्तुओं को अलग और ष्ठुद्ध रूप में प्राप्त किया जाता है।

छानना (Filtration)

- इस विधि में छन्ना-पत्र की मदद से द्रव (या गैस) में घुले ठोस कणों को जल्द और पूरी तरह से अलग किया जा सकता है। छन्ना-पत्र छिद्रयुक्त वस्तु (जैसे- कागज या फाईन ग्लास वुल) का बना होता है जो ठोस कणों को पार होने से रोकता है। उदाहरण- चाय बनाने में चाय का चाय की पत्तियों से छानकर निकालना।

क्रोमैटोग्राफी (Chromatography)

- इसे लैटिन शब्द 'क्रोमा' से लिया गया है, जिसका अर्थ होता है 'रंग'। इस विधि द्वारा वस्तुओं को अलग कर पहचाना जाता है। इसमें एक अवशोषी द्रव्य (छन्ना पत्र, ब्लॉटिंग कागज, सिलिका के ठोस सतह आदि) से द्रव को प्रवाहित कराने पर मिश्रण के विभिन्न अवयव अलग-अलग दूरी तय करते हैं और इस प्रकार वे अलग हो जाते हैं। जैसे- हरी सब्जियों से रंगीन द्रव्यों का अलग होना।

इलेक्ट्रोफोरिसस (Electrophoresis)

- एक विलयन में वर्तमान बड़े आवेशित अणु (मुख्यतः प्रोटीन) एक वैद्युत क्षेत्र के प्रभाव में विभिन्न दरों से घूमते हैं। इस सिद्धान्त के उपयोग से भी मिश्रण को अलग किया जा सकता है।

3. रसायन की कुछ आधारभत संकल्पनाये

परमाणु संख्या

- किसी तत्व की परमाणु संख्या (z) उसमें उपस्थित इलेक्ट्रॉन

Gupta Classes

(e) या प्रोटॉन (p) की संख्या के बराबर होता है अर्थात् $z = p = e$, जैसे- सोडियम परमाणु में प्रोटॉन एवं इलेक्ट्रॉन की संख्या ११ है, अतः इसकी परमाणु संख्या ११ ही है।

द्रव्यमान संख्या

- किसी तत्व के परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों (p) की संख्या और न्यूट्रॉनों (n) की संख्या के योगफल को उस तत्व की द्रव्यमान-संख्या (A) कहते हैं अर्थात् $A = p+n$। नाभिक के प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों को न्यूक्लिऑन भी कहते हैं।

परमाणु द्रव्यमान

- किसी तत्व का परमाणु द्रव्यमान तत्व के परमाणु में उपस्थित प्रोटॉनों, न्यूट्रॉनों और इलेक्ट्रॉनों के द्रव्यमान का योगफल है। चूँकि इन तीनों के एक इकाई का द्रव्यमान क्रमशः १, १ और ० होता है, इसलिए परमाणु द्रव्यमान प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों की संख्या के लगभग बराबर होता है। जैसे- ऑक्सीजन का परमाणु द्रव्यमान १६ है। यह तत्व के परमाणु में उपस्थिति कुल न्यूट्रॉनों एवं प्रोट्रॉनों की संख्या को बतलाता है।

परमाणु द्रव्यमान इकाई (Atomic mass, unit-amu)

- परमाणु के द्रव्यमान को सरलता से व्यक्त करने के लिए परमाणु द्रव्यमान इकाई का सहारा लिया जाता है। कार्बन (परमाणु द्रव्यमान १२) के एक परमाणु के द्रव्यमान के १२वें भाग को परमाणु द्रव्यमान इकाई कहते हैं।

परमाणु भार

- किसी तत्व का परमाणु भार वह संख्या है जो यह प्रदर्शित करती है कि उस तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान कार्बन-१२ परमाणु के द्रव्यमान के १२वें भाग से कितना गुना भारी है।

ग्राम परमाणु भार

- परमाणु भार को ग्राम में व्यक्त करने पर वह ग्राम परमाणु भार कहलाता है। जैसे- ऑक्सीजन का परमाणु भार १६ है, अतः इसका ग्राम परमाणु भार १६ ग्राम होगा।

अणु (Molecule)

- पदार्थ अणुओं से और अणु, परमाणुओं से बने होते हैं। किसी पदार्थ के सूक्ष्मतम कण जो स्वतंत्र अवस्था में रह सकते हैं तथा जिसमें पदार्थ के सभी गुण उपस्थित रहते हैं, अणु कहलाते हैं।

आणविक द्रव्यमान (Molecular mass)

- किसी पदार्थ का आणविक द्रव्यमान एक संख्या है जो बताती है कि उस पदार्थ का एक अणु कार्बन (परमाणु द्रव्यमान = १२) के एक परमाणु के द्रव्यमान के १२वें भाग से कितना गुणा भारी है।

ग्राम-अणु या ग्राम आणविक द्रव्यमान

- जब आणविक द्रव्यमान को ग्राम में व्यक्त किया जाता है तो वह ग्राम अणु कहलाता है। जैसे- आक्सीजन का आणविक द्रव्यमान (O_2) 32 है, अतः इसका ग्राम आणविक द्रव्यमान ३२ ग्राम होगा।

मोल-संकल्पना (Mole Concept)

मोल

- किसी पदार्थ की वह मात्रा, जिसमें उस पदार्थ के 6.022×1023 कण होते हैं, पदार्थ का एक मोल कहलाता है। अर्थात् १ मोल = 6.022×1023 अणु या परमाणु
- मोल संख्या एंव द्रव्यमान दोनों का प्रतीक है।
- **मोलर द्रव्यमान-** किसी पदार्थ के एक मोल के द्रव्यमान को मोलर द्रव्यमान कहते हैं।
- **मोलर आयतन-** किसी पदार्थ के एक मोल द्वारा अधिकृत आयतन को मोलर आयतन कहते हैं। सामान्य ताप एवं दाव (0^oc और वायुमंडलीय दाब) पर गैस के एक मोल का आयतन २२.४ लीटर होता है।

  सा.ता.दा. पर किसी गैस के २२.४ लीटर में 6.022×1023 अणु रहते हैं।

एवोगाड्रो संख्या

- किसी तत्व के एक ग्राम-परमाणु (१ मोल) में उपस्थित परमाणुओं की संख्या 6.022×1023 होती है या किसी पदार्थ (तत्व या यौगिक) के एक ग्राम-अणु (१ मोल) में उपस्थित अणुओं की संख्या भी 6.022×1023 ही होती है। इस संख्या को एवोगाड्रो संख्या (N) कहते हैं। अतः $N = 6.022\times1023$ (पहले यह मान 6.023×1023 था) अर्थात् $N=1$ मोल हाइड्रोजन-अणु या १ मोल हाइड्रोजन-परमाणु।

इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

- कक्षा और उपकक्षा में इलेक्ट्रॉनों के वितरण को परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास कहते हैं।

कक्षा

- इलेक्ट्रॉन परमाणु के नाभिक के चारों ओर अपनी स्थैतिज

ऊर्जा के अनुसार कुछ खास ऊर्जा स्तरों या कक्षों में उपस्थित रहते हैं। इन कक्षों को K, L, M, N, O, P, Q अक्षरों से प्रकट किया जाता है।

- नाभिक के सबसे निकट वाले कक्षा (K) की ऊर्जा सबसे कम होती है।

उपकक्षा

- प्रत्येक कक्षा में कई उपकक्षाएँ होती हैं, जिन्हें s, p, d, f अक्षरों से दर्शाया जाता है। प्रत्येक उपकक्षा में इलेक्ट्रानों की अधिकतम संख्या निश्चित होती है। जैसे-s उपकक्षा में अधिक से अधिक २, p-उपकक्षा में ६, d में १० और f-उपकक्षा में अधिकतम १४ इलेक्ट्रॉन रह सकते हैं।

संयोजी एवं कोर इलेक्ट्रॉन (Valence and core electron)

- किसी भी परमाणु की ब्राह्यतम कक्षा के इलेक्ट्रॉन संयोजी इलेक्ट्रॉन और भीतरी कक्षाओं के इलेक्ट्रॉन कोर इलेक्ट्रॉन कहे जाते हैं। जैसे-सोडियम-परमाणु Na (11) में १ संयोजी और १० (२,८) कोर इलेक्ट्रान हैं, क्योंकि इसमें इलेक्ट्रॉन का वितरण २, ८, १ होता है।
- संयोजी इलेक्ट्रॉनों में अधिकतम ऊर्जा होने के कारण ये रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेते हैं। ये ही तत्व की संयोजकता (Valency) को प्रदर्शित करते हैं। इनके द्वारा तत्वों का आवर्त सारणी में स्थान ज्ञात होता है।

समस्थानिक (Isotopes)

- एक ही तत्व के वे परमाणु, जिनकी परमाणु संख्याएँ समान, किन्तु द्रव्यमान संख्याएँ विभिन्न होती हैं; समस्थानिक कहलाते हैं। उदाहरण- क्लोरिन की परमाणु संख्या १७ है। अर्थात् क्लोरिन के सभी परमाणुओं के नाभिक में १७ प्रोटॉन हैं। किन्तु क्लोरीन के कुछ परमाणुओं के नाभिक में १८ न्यूट्रॉन और कुछ में २० न्यूट्रॉन रहते हैं। अत: क्लोरीन के कुछ परमाणुओं की द्रव्यमान संख्या १७+१८ = ३५ और कुछ की १७+२० = ३७ होती है। इस प्रकार, क्लोरीन के दो समस्थानिक होते हैं- $_{17}Cl^{35}$, $_{17}Cl^{37}$ ।
- समस्थानिक के परमाणु-नाभिकों में प्रोटॉनों की संख्या समान, लेकिन न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न-भिन्न होती है।

समभारिक (Isobars)

- वे तत्व जिनकी परमाणु संख्या भिन्न-भिन्न लेकिन द्रव्यमान संख्या समान होती है, समभारिक कहलाते हैं। यहाँ प्रोटॉनों की संख्या नाभिक में भिन्न होती है। जैसे- आर्गन (18Ar40), पोटैष्ठियम (19K40), और कैल्सियम (20Ca40) समभारिक हैं।

समन्यूट्रॉनिक (Isotones)

- जिन परमाणुओं के नाभिक में न्यूट्रॉनों की संख्या समान होती है, उन परमाणुओं वाले तत्वों को समन्यूट्रॉनिक कहते हैं।

इलेक्ट्रॉन की तरंग-प्रकृति (Wave nature of electron)

- फ्रेंच वैज्ञानिक **डी ब्रागाली** (१९२४) ने एक समीकरण प्रतिपादित किया, जिसे **'डी ब्रागली समीकरण'** कहते हैं। यह समीकरण गतिष्ठील सूक्ष्म कण द्वारा तरंग के गुण प्रदर्शित करने से संबंधित है। यदि m द्रव्यमान का एक सूक्ष्म कण v वेग से गतिमान है, तो इसके तरंग-दैर्ध्य (λ) और संवेग (mv) में निम्नलिखित संबंध होता है-

$$\lambda \frac{h}{mv};$$ जहाँ h = प्लांक नियतांक

- इलेक्ट्रान, किरण पुंज विवर्तन एवं व्यतिकरण क्रिया प्रदर्शित करता है जो तरंग के गुण होते हैं।

आयन (Ions)

- विद्युत आवेष्ठयुक्त परमाणु या परमाणुओं को आयन कहते हैं। आयन दो प्रकार के होते हैं-

१. **धनायन (Cation)**- धन-आवेष्ठ वाले आयन। उदाहरण सभी धातु-तत्वों के आयन जैसे, सोडियम आयन (Na^+)। सिर्फ हाइड्रोजन आयन (H^+) और अमोनियम आयन (NH_4^+) अधातु तत्वों के बने होते हैं।

२. **ऋणायन (Anion)**- ऋण-आवेष्ठ वाले आयन। उदाहरण- सभी अधातु तत्वों के आयन।

विद्युत धनात्मक तत्व

- जिन तत्वों के परमाणु, इलेक्ट्रॉन का त्याग कर धनायन में परिवर्तित हो जाने की प्रवष्ठि रखते हैं, विद्युत धनात्मक तत्व कहलाते हैं। जैसे- अधिकांष्ठ धातुएँ।

विद्युत ऋणात्मक तत्व

- जिन तत्वों के परमाणु, इलेक्ट्रॉन प्राप्त कर ऋणायन में परिवर्तित हो जाने की प्रवष्ठि रखते हैं, वे विद्युत ऋणात्मक तत्व कहलाते हैं। जैसे- हैलोजन (Cl, Br, I आदि) तथा अधिकांष्ठ अधातुएँ।

अक्रिय गैसें (Inert Gases)

- ये वे गैस हैं जिनके परमाणु बहुत स्थायी होते हैं और किसी रासायनिक अभिक्रिया में भाग नहीं लेते

हैं। इनके परमाणु मुक्त अवस्था में रहते हैं। इनके परमाणु और अणु एक-समान होते हैं, अर्थात् इनके अणु एक परमाणुक (Monoatomic) होते हैं। अक्रिय गैसें छः हैं- हीलियम (He), निऑन (Ne), आर्गन (Ar), क्रिप्टन (Kr), जेनॉन (Xe) और रेडॉन (Ne)। सभी अक्रिय गैसों के परमाणु की बाह्यतम कक्षा में ८ इलेक्ट्रॉन होते हैं। सिर्फ हीलियम-परमाणु की बाह्यतम कक्षा में २ इलेक्ट्रॉन हैं।

अष्टक (Octet)

- अक्रिय गैसों को देखने से पता चलता है कि परमाणु की बाह्यतम कक्षा में ८ इलेक्ट्रॉनों का समूह सर्वाधिक स्थायी होता है। आठ इलेक्ट्रॉनों के समूह अष्टक कहते हैं। इस प्रकार परमाणु की बाह्यतम कक्षा में इलेक्ट्रॉनों की संख्या ८ हो जाने से परमाणु स्थायी बन जाता है या परमाणु की बाह्यतम कक्षा में दो इलेक्ट्रॉनों के हो जाने से भी परमाणु तभी स्थायी बनता है, जब वह बाह्यतम कक्षा परमाणु की पहली कक्षा (K) हो और उसके बाद परमाणु में कोई दूसरी कक्षा में नहीं हो।

उत्प्रेरण (Catalysis)

- उत्प्रेरक (Catalyst) के उपयोग द्वारा रासायनिक अभिक्रिया के तेज होने या कभी-कभी धीमे होने की क्रिया को उत्प्रेरण कहा जाता है। जिस कारक द्वारा यह क्रिया होती है, उसे उत्प्रेरक कहते हैं। अभिक्रिया के अंत में उत्प्रेरक अपरिवर्तित रहता है।

कुछ उत्प्रेरक और उनके अनुप्रयोग

प्रक्रिया	उत्प्रेरक
१. अमोनिया गैस का निर्माण	लोहा
२. सल्फ्यूरिक अम्ल का निर्माण	प्लैटिनम, नाइट्रोजन के ऑक्साइड
३. वनस्पति तेल से घी बनाना	निकेल
४ अल्कोहन से ईंधन बनाना	गर्म एल्यूमिनियम
५. क्लोरीन गैस का निर्माण	क्यूप्रिक क्लोराइड

- pH **स्केल**- किसी विलयन की अम्लीयता या क्षारीयता को व्यक्त करने के लिए pH मापदंड या pH स्केल का उपयोग होता है। किसी विलयन में हाइड्रोजन आयनों के सांद्रण के व्युत्क्रम के लघुगणक (Logarithm) को उस विलयन का pH कहते हैं।

अर्थात् $$pH = \log \frac{1}{[H^+]} = -\log [H^+]$$

- इससे जल एवं मिट्टी की उपयोगिता का पता चलता है। रक्त एवं पेशाब के pH मान में बदलाव से शरीर में रोगों का पता लग सकता है।

कुछ सामान्य पदार्थों के pH मान

पदार्थ	pH
उदासीन जल	७
अम्लीय विलयन	७ से कम
क्षारीय विलयन	७ से अधिक
सिरका	२.४-३.४
शराब	२.८-३.८
दूध	६.४-६.६
समुद्री जल	८.४
लार (मनुष्य का)	६.५-७.५
मूत्र (मनुष्य का)	४.८-८.४
रक्त (मनुष्य का)	७४
नींबू	२.२-२.४

निर्देशक या सूचक (Indicator)

- वैसा रासायनिक यौगिक जो अपने रंग में परिवर्तन लाकर यह सूचित करता है कि विलयन अम्लीय है या क्षारीय अथवा उदासीन, सूचक कहलाता है। इसकी अत्यंत अल्प मात्रा ही उदासीनीकरण अभिक्रिया में उपयोग की जाती है।

सूचक	विलयन का रंग		
	अम्लीय	क्षारीय	उदासीन
मिथाइल ऑरेंज	गुलाबी	पीला	नारंगी
फेनॉल्फथैलीन	रंगहीन	गुलाबी	रंगहीन
लिटमस का विलयन	लाल	बैंगनी	नीला

4. रासायनिक बंध

- तत्वों के परमाणु परस्पर संयोग कर अणु का निर्माण करते हैं। किसी अणु में परमाणुओं को बाँधकर एक-साथ रखने वाले बल को रासायनिक बंधन कहते हैं। जैसे-

ऑक्सीजन के अणु (O_2) में ऑक्सीजन के दो परमाणु रासायनिक बंधन द्वारा परस्पर जुड़े रहते हैं। इनमें परमाणुओं की ऊर्जा घटती है। अक्रिय गैसों को छोड़कर अन्य जितने भी तत्व हैं, उनके परमाणु की बाह्यतम कक्षा अस्थायी होती है, क्योंकि उनमें आठ से कम इलेक्ट्रॉन रहते हैं। ये अपनी बाह्यतम कक्षा में अपने निकटतम अक्रिय गैस की भाँति इलेक्ट्रॉन प्राप्त कर लेने के प्रवृत्ति रखते हैं, ताकि ये स्थायी बन जायें। इसी कारण, तत्वों के बीच रासायनिक संयोग होता है।

रासायनिक बंधन मुख्यत: तीन प्रकार के होते हैं:

१. वैद्युत संयोजक या आयनिक बंधन (Electrovalent or Ionic Bond)
२. सह-संयोजक बंधन (Covalent Bond)
३. उपसह-संयोजक बंधन (Co-ordinate Bond)

वैद्युत संयोजक बंधन

- जब एक परमाणु से दूसरे परमाणु में इलेक्ट्रॉन के स्थानान्तरण होने से उन दोनों परमाणुओं के बीच बंधन बनता है तो उसे वैद्युत संयोजक बंधन कहते हैं।

उदाहरण- सोडियम क्लोराइड ($NaCl$) का बनना।

गुण

१. वैद्युत संयोजक बंधन वाले यौगिक धन और ऋण आवेशयुक्त आयनों से बने होते हैं। ये आयन काफी मजबूत स्थिर-वैद्युत आकर्षण-बल द्वारा एक-दूसरे से जुटे रहते हैं।
२. ये जल में विलेय होते हैं, किंतु कार्बनिक विलायकों (बेंजीन, कार्बन टेट्राक्लोराइड आदि) में अविलेय होते हैं।
३. ठोस अवस्था में ये विद्युत के कुचालक होते हैं, लेकिन द्रवित अवस्था में या जलीय विलयन में ये विद्युत के सुचालक होते हैं।
४. ये यौगिक जल में घुलकर आयनों में टूट जाते हैं।
५. इन यौगिकों के साथ अभिक्रियाएँ प्राय: तेजी से होती हैं।

कुछ वैद्युत संयोजक यौगिक

- सोडियम क्लोराइड ($NaCl$), पोटाशियम क्लोराइड (KCl), अमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl), मैग्नीशियम ऑक्साइड (MgO), सोडियम सल्फाइड (Na_2S), कॉपर सल्फेट ($CuSO_4$)।

सह संयोजक बंधन

- जब दो परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी के फलस्वरूप रासायनिक बंधन बनता है, तब उसे सह-संयोजक बंधन कहते हैं। ये बंधन साझेदारी में भाग लेने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या के आधार पर तीन प्रकार के होते हैं- एकल, द्विक और त्रिक सह-संयोजक बंधन।

सह-संयोजकता (Co-valency)

- किसी सह-संयोजक यौगिक में एक परमाणु की सह-संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की वह संख्या है, जिसे वह परमाणु साझेदारी में भाग लेने के लिए प्रदान करता है। जैसे- H_2, O, N_2 में H, O और N की सह-संयोजकता क्रमश: १, २ और ३ है।

गुण

१. अधिकांश सह-संयोजक यौगिक साधारण अवस्था में गैस या द्रव या वाष्पशील ठोस होते हैं।
२. इनके द्रवणांक एवं क्वथनांक कम होते हैं।
३. ये जल में प्राय: अविलेय किंतु कार्बनिक विलायकों (बेंजीन, कार्बन टेट्राक्लोराइड आदि) में विलेय होते हैं। कुछ जल में आसानी से घुल जाते हैं, जैसे- HCl, NH_3 आदि।
४. ये द्रवित अवस्था में या विलयन की अवस्था में विद्युत कुचालक होते हैं।
५. इन यौगिकों के साथ प्राय: धीरे-धीरे अभिक्रियाएँ होती हैं।

कुछ सह-संयोजक यौगिक

- मिथेन (CH_4), इथेन (C_2H_6), इथिलीन (C_3H_4), एसीटिलीन (C_2H_2), जल (H_2O), अमोनिया (NH_3), कार्बन टेट्राक्लोराइड (CCl_4), यूरिया [$Co(NH_2]_2$, ग्लूकोज ($C_6H_{12}O_6$)।
- कुछ यौगिक ऐसे भी होते हैं, जिनके अणु में वैद्युत और सह-संयोजक दोनों प्रकार के बंधन होते हैं। जैसे-सोडियम हाइड्रोक्साइड ($NaOH$), हाइड्रोजन साइनाइड (HCN), सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4), कैल्सियम कार्बोनेट ($CaCO_3$) आदि।

सह-संयोजक बंधन दिष्टात्मक होते हैं, अत: सह-संयोजक यौगिकों के अणु निश्चित ज्यामितीय आकार वाले होते हैं।

सह-संयोजक यौगिक	आकृति	बंधन-कोण
१. कार्बन डाईआक्साइड (CO_2)	एक-रैखिक	180°
२. जल (H_2O)	कोणीय	105°
३. अमोनिया (NH_3)	पिरामिड	109°
४. मिथेन (CH_4)	चतुष्फलक	109° 28'
५. इथिलीन (C_2H_4)	तलीय	120°

६. फास्फोरस पेंटाक्लोराइड (PCl_5)	त्रिकोणीय बाइपिरामिड	—
७. कार्बन टेट्राक्लोराइड (CCl_4)	चतुष्फलक	$109^o 28'$
८. सल्फर हेक्साक्लोराइड (SF_6)	अष्टफलक	—

आवर्त सारणी - तत्वों का वर्गीकरण

- तत्वों के नियमित वर्गीकरण के लिए सबसे उल्लेखनीय योगदान १८६९ ई. में रूसी वैज्ञानिक **मेंडेलीफ** ने दिया। इसके लिए उन्होंने **'आवर्त नियम'** का प्रतिपादन किया, जिसके अनुसार तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके परमाणु भारों के आवर्त-फलन होते हैं।
- मेंडलीफ ने अपने आवर्त नियम के आधार पर इस समय तक ज्ञात तत्वों को एक सारणी के रूप में सजाया, जिसे **'आवर्त-सारणी'** (Periodic table) कहते हैं।
- आधुनिक आवर्त नियम के अनुसार तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनके परमाणु संख्या के आवर्त-फलन होते हैं।
- आवर्त-सारणियों में सबसे प्रमुख आवर्त-सारणी का दीर्घ रूप है। इनमें सात क्षैतिज कतारें हैं, जिन्हें **आवर्त** (Periods) कहते हैं और १६ उर्ध्व स्तंभ हैं, जिन्हें **वर्ग** (Groups) कहते हैं
- प्रत्येक आवर्त का प्रथम सदस्य **क्षार-धातु** (Alkali metals) होता है और अंतिम सदस्य कोई अक्रिय गैस। सिर्फ पहले आवर्त का पहला सदस्य H है।
- प्रथम आवर्त में केवल हाइड्रोजन और हीलियम (He) तत्व होते हैं।
- द्वितीय एवं तृतीय आवर्त में ८ तत्व हैं।
- चतुर्थ एवं पंचम आवर्त में १८ तत्व हैं।
- षष्ठ आवर्त में ३२ तत्व हैं। इनमें से आठ सामान्य तत्व, दस संक्रमण (Transition) तत्व और चौदह दुर्लभ मृदा तत्व (Rare earth) हैं।
- सप्तम आवर्त में १९ तत्व हैं।
- १६ वर्ग इस प्रकार हैं- 1A से लेकर VII A, 1B से लेकर VII B, VIII और शून्य (Zero) वर्ग। एक ही वर्ग के सभी तत्वों के रासायनिक गुण समान होते हैं। वर्ग VIII में, 3 उपवर्ग हैं।

रासायनिक क्रियाशीलता में रूझान

- किसी आवर्त में तत्व की रासायनिक क्रियाशीलता बाएँ से दाएँ जाने पर घटती है और बाद में बढ़ती है।
- किसी धातुओं के वर्ग में ऊपर से नीचे आने पर धातुओं की क्रियाशीलता बढ़ती है, जबकि अधातुओं के वर्ग में घटती है।

विद्युत रासायनिक श्रेणी (Electro chemical series)

- तत्वों की क्रियाशीलता या विद्युत धनात्मकता के आधार पर उन्हें श्रेणीबद्ध किया गया है, जिसे विद्युत रासायनिक श्रेणी या धातुओं की क्रियाशीलता कहते हैं। इससे विस्थापन अभिक्रिया को समझने में आसानी होती है।

धातुओं की क्रियाशीलता श्रेणी
(विद्युत रासायनिक श्रेणी)

पोटैशियम	K	सबसे अधिक क्रियाशील
सोडियम	Na	
बेरियम	Ba	
स्ट्रॉंसियम	Sr	
कैल्सियम	Ca	
मैग्नीशियम	Mg	
एल्यूमिनियम	Al	
जस्ता	Zn	
कैडमियम	Cd	
लोहा	Fe	
निकल	Ni	
टीन	Sn	
लेड	Pb	
हाइड्रोजन	H	
ताँबा	Cu	
पारा	Hg	
चाँदी	Ag	
सोना	Au	
प्लेटिनम	Pt	सबसे कम क्रियाशील

तत्वों की परमाणु संख्या, संक्षिप्त संकेत, नाम, गवेषणा वर्ष और नाम के स्त्रोत का विवरण नीचे दिया गया है।

- H, Hydrogen, हाइड्रोजन, १७६६, फ्रेंच शब्द 'Hydrogene' से बना है, जिसका अर्थ है पानी पैदा करने वाला।
- He, Helium, हीलियम, १८६८, यूनानी शब्द 'Helios' सूर्य से बना है। सर्व प्रथम सूर्य के वर्णक्रम से इसका पता चला था।

- Li, Lithium, लिथियम, १८१७। यूनानी ष्ठाब्द 'Lithos' से बना है। इस ष्ठाब्द का अर्थ है पत्थर।
- Be, Berrylium, बेरीलियम, १९९७। इसके खनिज 'Beryl' के आधार पर यह नाम पड़ा।
- B, Boron, बोरॉन, १८०८। इसके यौगिक 'Borax' से यह नाम पड़ा।
- C, Carbon, कार्बन प्रागैतिहासिक लैटिन ष्ठाब्द 'Carbo', कोयला से इसका नामकरण हुआ।
- N, Nitrogen, नाइट्रोजन, १७७२। फ्रेंच ष्ठाब्द 'Nitrogene' जिसका अर्थ होता है नाइटर (ष्ठोरा) पैदा करने वाला।
- O, Oxygen, ऑक्सीजन, १७७१। फ्रेंच ष्ठाब्द 'Oxygene' जिसका अर्थ है अम्ल पैदा करने वाला। पहले ऐसी धारणा थी कि प्रत्येक अम्ल में ऑक्सीजन के परमाणु अवष्ठय पाए जाते हैं।
- F, Flourine, फ्लोरीन, १८८६। खनिज 'flourspar' के नाम से यह नाम पड़ा। फ्लोस्पार का नाम लैटिन ष्ठाब्द (Fluo) 'बहने वाला' से लिया गया है, क्योंकि धातु ष्ठोधन में इस खनिज का प्रयोग अष्ठुद्धियाँ निकालने में होता था।
- Ne, Neon, निऑन, १८९८। यूनानी ष्ठाब्द 'Neos' से बना है जिसका अर्थ है नवीन।
- Na, Sodium, सोडियम, १८११, कास्टिक सोडा से बनाया गया। इसका चिन्ह लैटिन ष्ठाब्द 'Natrium' नैट्रियम से लिया गया है।
- Mg, Magnesium, मैग्नीष्ठियम, १८०८। 'Magnesia lithos' मैगनीसियम पत्थर, एक ष्ठ्वेत खनिज के रूप में यूनान के मैगनीष्ठिया प्रदेष्ठ में मिलता था। इसी के नाम पर इस तत्व का नाम पड़ा।
- Al, Aluminium, एल्यूमिनियम, १८२७। 'Alum' फिटकरी के नाम पर इसका नाम पड़ा।
- Si, Silicon, सिलिकान, १८२४। लैटिन ष्ठाब्द 'Silex' या 'Silicis' के आधार पर यह नाम पड़ा। यह सिलिकन का एक यौगिक है।
- P, Phosphorus, फॉस्फोरस, १६६९। यूनानी ष्ठाब्द 'Phosphoros' से निकला है जिसका अर्थ है प्रकाष्ठ देने वाला।
- S, Sulphur, सल्फर प्रागैतिहासिक। लैटिन नाम Sulphur के आधार पर यह नाम पड़ा। सल्फर ष्ठाब्द अपने समानार्थी संस्कृत ष्ठाब्द 'ष्ठुल्वारि' से मिलता जुलता है।
- Cl, Chlorine, क्लोरीन, १७७४। यूनानी ष्ठाब्द 'Chloros' (हल्का हरा) लिया गया। इस गैस का यही रंग है।
- Ar, Argon, ऑगर्न, १८९४। यूनानी ष्ठाब्द 'Argon' से, जिसका अर्थ है सुस्त। अभिक्रिया करने में यह गैस अत्यन्त ष्ठिथिल है। अत: ऑगर्न नाम पड़ा।
- K, Potassium, पोटेष्ठियम, १८०७। पोटाष्ठ ष्ठाब्द से बना। लकड़ी की राख में पोटेष्ठियम कार्बोनेट निकाला गया। इसका चिन्ह (K) लैटिन ष्ठाब्द Kalium से लिया गया है।
- Ca, Calcium, केल्सियम, १८०८। लैटिन ष्ठाब्द 'Calcis' से, जिसका अर्थ है चूना।
- Sc, Scandium, स्कैंडियम, १८९७, इसके आविष्कर्ता निल्सन तथा क्लीव, स्कैन्डिनेविया के निवासी थे। अतएव अपने देष्ठ के नाम पर इसका नाम रखा।
- Ti, Titanium, टाइटैनियम, १७९१, यूनानी दैत्य 'Titans' के नाम पर यह नाम पड़ा।
- V, Vanadium, वनैडियम, १८०१, नार्वे की प्रेम तथा सौन्दर्य की देवी Vanadis के नाम पर इसका नाम रखा गया।
- Cr, Chromium, क्रोमियम, १७९७। यूनानी ष्ठाब्द 'Chromos' (रंग) से बना है। क्योंकि इसके लवण रंगीन थे।
- Mn, Manganese, मेंगनीज, १७७४। इटालियन ष्ठाब्द 'Manganese' से, जिसका लैटिन रूप 'Magnesius' है, जिसका अर्थ है चुम्बकीय।
- Fe, Iron, आयरन, प्रागैतिहासिक। रोमन ष्ठाब्द 'Ferrum' से बना है।
- Co, Cobalt, कोबाल्ट, १७३७। जर्मन ष्ठाब्द 'Kobold' (भूत) से बना है। वास्तव में कुछ अयस्कों से तांबा निकालते समय तांबे के स्थान पर कोबाल्ट मिल जाता था। इसका कारण भूत बाधा मानी जाती थी।
- Ni, Nickel, निकेल, १७५१, जर्मन ष्ठाब्द 'Kupfer Nickel' जिसका अर्थ है निकम्मा तांबा।
- Cu, Copper, कापर, प्रागैतिहासिक। लैटिन ष्ठाब्द Cuprum या Cyprium से बना है। रोमनकाल में तांबे के भंडार साइप्रस में पाए जाते थे।
- Zn, Zinc, जिन्क, सत्रहवीं ष्ठताब्दी। जर्मन ष्ठाब्द Zink से बना है।
- Ga, Gallium, गैलियम, १८७५, Gallia फ्रांस के नाम पर यह नाम पड़ा।
- Ge, Germanium, जर्मेनियम, १८८६, जर्मनी के नाम पर यह नाम रखा गया।

- As, Arsenic, अलकीमिया के समय में। यूनानी ष्ठाब्द Arsenikon पीला रंग। यूनानी लोग आर्सेनिक ट्राई सल्फाइड का उपयोग पीले रंग से रंगने में करते थे।
- Se, Selenium, सेलेनियम, १८१८। यूनानी ष्ठाब्द 'Selene' के नाम पर यह नाम पड़ा। सेलीन ष्ठाब्द का अर्थ है चन्द्रमा। यह तत्व टेल्यूरियम से मिलता-जुलता है। टेल्यूरियम का नाम यूनानी ष्ठाब्द 'Telluris' से लाया है। इस ष्ठाब्द का अर्थ है पष्ठ्वी।
- Br, Bromine, ब्रोमीन, १८२५। यूनानी ष्ठाब्द 'Bromos' ब्रोमास से लिया गया। ब्रोमास का अर्थ है दुर्गन्ध।
- Kr, Krypton, क्रिन्टान, १९९८। यूनानी ष्ठाब्द 'Kryptos' क्रिप्टास (छिपा हुआ) से लिया गया है।
- Rb, Bubidium, रूबिडियम, १८६१, लैटिन ष्ठाब्द 'Rubidus' रूबिडस (लाल) से लिया गया है। वर्णक्रम में लाल रेखाओं के आधार पर इसकी खोज की गई थी।
- Sr, Strontium, स्ट्रांष्ठियम, १८३८। यह 'Strontionite' स्ट्रांष्ठियोनाइट खनिज से निकाला गया। इस खनिज का नाम 'Strontian' स्ट्रांष्ठियन स्काटलैंड के नाम पर पड़ा था।
- Y, Yttrium इट्रियम, १७९४। स्वीडेन के Ytterby इटरबाई नामक स्थान पर बना था, अतएव इट्रियम नाम पड़ा।
- Zr. Zirconium, १७८९। Zircon, जिरकाँन नामक खनिज के नाम पर यह नाम पड़ा।
- Nb, Niobium, नियोवियम, १८०१, यूनानी कथाओं में टैंटालम की पुत्री का नाम था। पहले ऐसी धारणा थी कि नियोबियम और टैंटालम एक दूसरे से मिलते-जुलते हैं।
- Mo, Molybdnum, मालिबडनम, १७८१, यूनानी ष्ठाब्द 'Molybdos' मालिब्डास के नाम पर यह नाम पड़ा। यह सीसे के अयस्क से निकाला गया था। सीसे (लेड) को यूनानी भाषा में माँलीब्डास कहते हैं।
- Te, Technetium, टेकनीष्ठियम, १९३७। यूनानी भाषा के ष्ठाब्द 'Technetos' टेक्नीटास से यह नाम पड़ा। 'टेक्नीटास' का अर्थ है कष्ठिम। यह प्रथम तत्व था जिसे मनुष्य ने कृत्रिम रूप से बनाया।
- Ru, Ruthenium, रूथेनियम, १८४४। लैटिन ष्ठाब्द रूथेनिया (रूस) के नाम पर इसका नाम रखा गया।
- Rh, Rhodium, रोडियम, १८०३। यूनानी ष्ठाब्द 'Rhodon' जिसका अर्थ है गुलाब। इस तत्व के लवण गुलाबी रंग के होते हैं।
- Pd, Palladium, पलैडियम, १८०३। १८०१ में पैलस 'Pallas' नामक नक्षत्र का पता लगा था। इसी के नाम पर इस तत्व के नाम पलैडियम पड़ा।
- Ag, Silver, सिल्वर, प्रागैतिहासिक रोमन ष्ठाब्द 'Argentum' आर्जेन्टम के नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया।
- Cd, Cadmium, कैडमियम, १८१७। लैटिन ष्ठाब्द 'Cadmia' कैडमिया से बना है। कैडमिया का नाम 'Calamine' कैलेमीन (रसक) है। यह रसक नामक खनिज से निकाला गया। अतएव कैडमियम नाम रखा गया।
- In, Indium, इंडियम, १८६३। लैटिन ष्ठाब्द 'Indicum' इंडिकम (नील) से बना है। वर्णक्रम में नील के रंग की रेखाओं से इसकी गवेषणा हुई थी।
- Sn, Tin, टिन, प्रागैतिहासिक। लैटिन ष्ठाब्द 'Stannum' स्टैनम से लिया गया है।
- Sb, Antimony, एन्टिमोनी, अलकेमी के समय। यह नाम लैटिन ष्ठाब्द ऐन्टीमोनियम 'Antimonium' से बना है। ऐन्टी का अर्थ है विपरीत, मोनियम का अर्थ है पष्ठक दष्ठा में। इसका कारण यह था कि यह अन्य तत्वों से सरलता से यौगिक बना देता था। इसका चिन्ह प्राचीन लैटिन नाम 'Stibium' स्टिबियम से लिया गया है।
- Te, Tellurium, टेल्यूरियम, १७८३। लैटिन ष्ठाब्द 'Telluris' टेल्यूरिस (पष्ठ्वी) के नाम पर यह नाम रखा गया।
- I, Iodine, आयोडीन, १८११, यूनानी ष्ठाब्द 'Iodes' आयोडस (बैंगनी रंग का) के आधार पर इस तत्व का नाम रखा गया।
- Xe, Xenon, जीनॉन, १८९८। यूनानी ष्ठाब्द 'Xenos' जेनॉस से यह नाम पड़ा जिसका अर्थ है अपरिचित।
- Cs, Caesium, सीजियम १८६०। लैटिन ष्ठाब्द Caesius (नीला) से यह नाम पड़ा। कुनसेन तथा किरचाफ ने वर्णक्रम की नीली रेखाओं के आधार पर, वर्णक्रम के अध्ययन द्वारा इस तत्व का पता लगाया था।
- Ba, Barium, बेरियम, १८०८। यूनानी ष्ठाब्द 'Barys' (भारी) से इसका नाम पड़ा। बेराइट नामक खनिज के भारी होने के कारण इस तत्व का नाम बेरियम पड़ा।
- La, Lanthanum, लैंथनम, १८३९। यूनानी ष्ठाब्द 'Lanthanein' से बना है। इस ष्ठाब्द का अर्थ है छिपा होना।
- Ce, Cerium, सीरियम, १८०३। सन १८०१ में सीरस Ceres नामक नक्षत्र का पता चला था। इस नक्षत्र के नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया।

- Pr, Praseodymium, प्रेसीओडीमियम, १८८५। यूनानी शब्द Prasios हरा और Didymos जुड़वाँ शब्दों के आधार पर इसका नाम रखा गया। इसका कारण यह था कि इसके लवणों का रंग हरा होता है और भ्रमवश इसे नियोडीमियम भी समझा जाता था।
- Nd, Neodymium, नियोडिमियम, १८८५। यूनानी शब्द Neo (नवीन) तथा Didymos जुड़वाँ से यह नाम पड़ा। प्रेसीओडीमियम तथा निओडीमियम नामक दोनों तत्वों को Didymium नामक खनिज से पृथक किया गया। ऐसा समझा जाता था कि यह खनिज एक तत्व है।
- Pm, Promethium, प्रोमीथियम, १९४५। यूनानी कथाओं में प्रोमेथियस ने स्वर्ग से आग चुराई जो मनुष्य के उपयोग में आ सके। यह तत्व नाभिकीय अग्नि में से निकाला गया था। अतएव प्रोमीथियस के नाम पर इसका नाम रखा गया।
- Sm, Samarium, समैरियम, १८७९। एक रूसी खान अधिकारी कर्नल समरस्की के नाम पर एक खनिज पदार्थ का नाम Samarskite रखा गया। इसी खनिज में से यह तत्व निकाला गया।
- Eu, Europium, यूरोपियम, १९०१। यूरोप महाद्वीप के नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया।
- Gd, Gadolinium, गैडोलिनियम, १८८६। फिनलैण्ड के रसायन वेत्ता गैडोलिन के नाम पर इस तत्व का नाम गैडोलिनियम पड़ा।
- Tb, Terbium, टर्बियम १८४३। स्वीडेन के एक स्थान Yitterby इटर्बी के नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया।
- Dy, Dysprosium, डायसप्रोसियम, १८८६। यूनानी शब्द 'Dysprositos' के आधार पर यह नाम पड़ा। इस शब्द का अर्थ है कठिनाई से मिलना। यह तत्व कठिनाई से मिला था।
- Ho, Holmium, हॉल्मियम, १८७९। लैटिन भाषा में स्टाकहोम का नाम 'Holmia' था।
- Er, Erbium, अर्बियम, १८४३। स्वीडेन के यटर्बी नामक स्थान पर (विरल) मृत्तिकाओं के भंडार प्रचुर मात्रा में मिले थे। अतएव इस स्थान के नाम पर इस तत्व का नाम पड़ा।
- Tm, Thulium, थुलियम, १८७८। स्कैंडनेवियन द्वीप के पुराने नाम Thulia के आधार पर इसका नाम रखा गया।
- Yb, Ytterbium, यटर्बियम, १८७८। स्वीडेन के यटर्बी नामक स्थान के नाम पर यह नाम पड़ा।
- Lu, Lutecium, ल्यूटेशियम, १९०७। पेरिस का पुराना रोमन नाम Lutecia था। इसी नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया।
- Hf, Hafnium, हैफनियम, १९२३। कोपेनहेगेन का लैटिन नाम Hafnia था। इसी नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया।
- Ta, Tantalum, टैंटलम, १८०२। यूनानी देवता 'Zeus' ज्यूस के पुत्र टैंटालस के नाम पर इस तत्व का नाम पड़ा। इसे यह दंड दिया गया था कि वह कंठ तक पानी में खड़ा रहे किन्तु यदि उसने कभी भी जल पीने का प्रयास किया तो पानी नीचे चला जायेगा और वह प्यासा रह जायेगा। टैंटालस के जल की तरह इस तत्व को प्राप्त करने में जो कठिनाई हुई, उसी के कारण इस तत्व का नाम टैंटलम पड़ा।
- W, Tungsten, टंगस्टन, १७८३। स्वीडिश शब्द Tungstone, के नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया। टंग स्टोन का अर्थ है भारी पत्थर। Wolfram नामक शब्द से इसका संकेत बना।
- Rh, Rhenium, रेनियम, १९२५। जर्मनी की राइन नदी का नाम लैटिन में Rhenus था। उक्त नदी के नाम पर इस तत्व का नाम पड़ा।
- Os, Osmium, ऑसमियम, १८०४। यूनानी शब्द 'Osme' से यह नाम पड़ा। ऑस्म के अर्थ हैं गंध।
- Ir, Irridium, इरिडियम, १८०४। लैटिन शब्द 'Iridis' से यह नाम पड़ा। इरिडिस का अर्थ है इन्द्र धनुष। इस तत्व के कुछ विलयन इन्द्र धनुष के रंग के दिखते हैं।
- Pt, Platinum, प्लैटिनम, १६वीं शताब्दी में। स्पैनिश शब्द Platina से यह नाम रखा गया। प्लैटिना का अर्थ है चांदी।
- Au, Gold, गोल्ड, प्रागैतिहासिक। रोमन भाषा में सोने को Aurum कहते थे अतएव इसका संकेत Au पड़ा।
- Hg, Mercury, मर्करी, प्रागैतिहासिक। मरकरी नामक ग्रह के नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया। यूनानी भाषा में 'Hydrargyrum' शब्द के आधार पर इस तत्व का संकेत पड़ा। Hydros-जल, Argyros-चांदी।
- Tl, Thallium, थैलियम, १८६१। यूनानी शब्द Thallos, से इस तत्व का नाम पड़ा। इसके वर्णक्रम में चमकदार हरी रेखा पाई गई। थैलास शब्द का अर्थ है ''नवजात''।
- Pb, Lead, लेड, प्रागैतिहासिक। लैटिन नाम Plumbum के नाम पर इसका संकेत पड़ा।

- Bi, Bismuth, बिस्मथ, अलकेमी काल में। इस तत्व का नाम जर्मन शब्द Weisse Masse (श्वेत मात्रा) का अपभ्रंश है।
- Po, Polonium, पोलोनियम, १८९८। इस तत्व के गवेषणाकार मैडम क्यूरी की जन्मभूमि पोलैंड के नाम पर इस तत्व का नाम पोलोनियम रखा गया।
- At, Astatine, एस्टेटीन, १९४०। यूनानी शब्द 'Astatos' (अस्थिर) से इस तत्व का नाम पड़ा।
- Rn, Radon, रेडान, १९००। रेडियम के क्षय होने पर उत्पाद के रूप में यह गैस पाई गई। अतएव इसका नाम रेडियम के नाम पर पड़ा और सभी निष्क्रिय गैसों की तरह इसमें 'on' जोड़ दिया गया।
- Fr, Francium, फ्रांसियम, १८९८। फ्रांस के नाम पर इसका नाम फ्रांसियम रखा गया।
- Ra, Radium, रेडियम, १८९८। लैटिन शब्द Radius (किरण) के आधार पर इसका नाम रखा गया क्योंकि यह रेडियोधर्मी विकिरण देता रहता है।
- Ac, Actininium, ऐक्टिनियम, १८९९। यूनानी शब्द Actis (किरण) से इस तत्व का नाम रखा गया क्योंकि इसमें से रेडियोधर्मी किरणें निकलती है।
- Th, Thorium, थोरियम, १८२८। थोराइट नामक खनिज पदार्थ के नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया। उक्त खनिज का नाम नार्स देवता थोर के नाम पर रखा गया था। थोर बिजली की गरज के देवता माने जाते थे।
- Pa, Protoactinium, प्रोटोएक्टिनियम, १९१७। Proto प्रथम और ऐक्टीनियम के नाम पर इसका नाम पड़ा क्योंकि यह क्षय होने पर ऐक्टीनियम देता है।
- U, Uranium, यूरेनियम, १७८९। यूरेनस (प्रजापति) ग्रह के नाम पर इसका नाम रखा गया।
- Np, Neptunium, नेप्ट्यूनियम, १९४०। यूरेनस के आगे नेपट्यून (वरूण) ग्रह के नाम पर इसका नाम पड़ा।
- Pu, Plutonium, प्लूटोनियम, १९४०। प्लूटो (यम) नामक ग्रह के नाम पर इसका नाम रखा गया। वरूण के बाद का ग्रह यम (प्लूटो) है।
- Am, Americium, ऐमेरीशियम, १९४४। इससे मिलते हुए विरलमृदा तत्व का नाम यूरोप के नाम यूरोपियम रखा गया था। इसी प्रकार अमेरिका में आविष्कृत इस तत्व का नाम ऐमेरीशियम रखा गया।
- Cm, Curium, क्यूरियम, १९४४। इससे मिलता तत्व गैडोलिनियम है जो प्रोफेसर गैडोलिन के नाम पर है। इसी प्रकार मारी क्यूरी के नाम पर इसका नाम क्यूरियम रखा गया।
- Bk, Berkelium, बर्केलियम, १९४९। बर्कले में स्थित कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय के नाम पर इस तत्व का नाम पड़ा क्योंकि अधिकांश कृत्रिम तत्व इसी स्थान पर बनाए गए।
- Cf, Californium, कैलिफोर्नियम, १९५०। कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय के नाम पर और इसे कैलिफोर्निया राज्य में स्थित होने के कारण इस तत्व का नाम कैलिफोर्नियम पड़ा।
- Es, Einsteinium, आइंस्टीनियम, १९५२। प्रसिद्ध वैज्ञानिक अलबर्ट आइंस्टाइन के नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया।
- Fm, Fermium, फर्मियम, १९५३। न्यूक्लियर रिएक्टर के निर्माता तथा परमाणु बम योजना के कर्णधार एनरिको फर्मी के नाम पर इसका नाम रखा गया।
- Md, Mendelevium, मेन्डेलेवियम, १९५५। आवर्त सारणी के आविष्कर्ता जमित्री मेन्डेलीफ के नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया।
- No, Nobelium, नोबेलियम, १९५७। स्टाकहोम (स्वीडेन) स्थित नोबेल संस्थान में इस तत्व की खोज की गई अतएव इसका नाम अल्फ्रेड नोबेल के नाम पर नोबेलियम रखा गया।
- Lr, Lawrencium, लारेंसियम, १९६२। साइकलोट्रान के आविष्कर्ता तथा लारेंस रेडिएशन प्रयोगशाला के संस्थापक ई.ओ. लारेंस के नाम पर इस तत्व का नाम रखा गया। परायूरेनियम तत्वों की खोज साइक्लोट्रान के द्वारा हुई है।
- Unq, कुर्चटोवियम, १९६९। रूसी वैज्ञानिक आइंगर कुर्चतोव के नाम पर इसका नाम रखा गया। इसका दूसरा नाम रदरफोर्डियम रखा गया।
- Unp, हाहनियम १९७०। नाभिकीय विखंडन के आविष्कर्ता आटो हान के नाम पर इस तत्व का नाम हानियम रखा गया। अन्य नाम नील्स बोरियम रखा गया। अब इन तत्वों का स्वीकृत नाम Unq और Unp है।
- Unh, Un-nil-lexium १९७४। रूसी वैज्ञानिक ने ड्यूबना के साइक्लोट्रॉन से इस तत्व की रचना की। इस तत्व की रासायनिक अभिक्रिया टंगस्टन जैसी होनी चाहिए।

- Uns, Un-nil-Septium, १९७६। रूसी वैज्ञानिकों ड्यूबना स्थित साइक्लोट्रॉन में इस तत्व की रचना की। इस तत्व के गुण रेनियम की तरह होने चाहिए।

नोट

- जिन अत्यंत अल्प आयु वाले तत्वों की रचना प्रयोगशालाओं में की गई वे हैं- टेक्नीशियम, प्रोमेथियम, ऐस्टेटीन, फ्रेंसियम।
- यूरेनियम अयस्कों में पाये जाने वाले तत्व- नेप्टूनियम, प्लूटोनियम।
- वैसे रेडियोसक्रिय तत्व जिनके कतिपय आकाशीय पिंडों एवं कुछ नवतारों में भी पाये जाने की संभावना है एवं इन ग्यारह तत्वों में से प्रत्येक के समस्थानिकों की संख्या एक से अधिक है, निम्न सारणी में दिये गये हैं।

परमाणु क्रमांक	नाम और संकेत	परमाणु भार
९३	नेप्ट्यूनियम Np	२३७
९४	प्लूटोनियम Pu	२४२
९५	ऐमेरीशियम Am	२४३
९६	क्यूरियम Cm	२४७
९७	बर्केलियम Bk	२४९
९८	कैलिफोर्नियम Cf	२४९
९९	आयंस्टीनियम Es	251
परमाणु क्रमांक	**नाम और संकेत**	**परमाणु भार**
१००	फर्मियम Fm	253
१०१	मेन्डेलीवियम Md	256
१०२	नोबेलियम No	254
१०३	लारेंसियम Lr	257

- वे तत्व जिनके समस्थानिक इतनी मात्रा में पाये जाते हैं कि उनको तौला जा सकता है और रासायनिक क्रियाओं में उनका उपयोग किया जा सकता है- नेप्टूनियम, प्लूटोनियम, ऐमेरीशियम, क्यूरियम, बर्केलियम, कैलिफोर्नियम, आइन्सटीनियम।
- रेडियोसक्रिय तत्व एवं उनके समस्थानिकः

तत्व	समस्थानिक (परमाणु भार)
१. नेप्टूनियम	२३६, २३७
२. प्लूटोनियम	२३८, २३९, २४०, २४१, २४२, २४४
३. ऐमेरीशियम	२४१, २४२, २४३
४. क्यूरियम	२४२, २४३, २४४, २४५, २४६,२४७,२४८, २५०
५. बर्केलियम	२४७, २४९
६. कैलिफोर्नियम	२४९, २५०, २५१, २५२
७. आइंस्टीनियम	२५३, २५४

नोट

- सर्वाधिक आयु वाला रेडियो सक्रिय समस्थानिक - प्यूटोनियम २४४ (७.६×१०^{७} वर्ष)

5. अम्ल. भस्म. लवण

- रासायनिक यौगिकों को अनेक वर्गों में वर्गीकृत किया गया है– जिनमें तीन प्रमुख वर्ग हैं– अम्ल, भस्म एवं लवण।

अम्ल (Acid)

- ऐसा यौगिक जो घोल में हाइड्रोजन आयन देता हैं, जिसमें हाइड्रोजन रहता है, जिसके धातु द्वारा विस्थापन से लवण का निर्माण हो सकता है, जिसमें प्रोटॉन त्यागने की प्रवृत्ति हो, जिसका स्वाद खट्टा हो एवं नीले लिटमस पत्र को लाल कर देता हो, अम्ल कहलाता है। जैसे–

१. हाइड्रो अम्ल (जिसमें हाइड्रोजन अवश्य हो) HCL, HBr,

HCN

२. **ऑक्सी अम्ल (जिनमें हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन दोनों हों)**– H_2SO_4, HNO_3, $HClO_3$, **एसीटिक अम्ल** ($C_2H_4O_2$), **साइट्रिक अम्ल आदि।**

- **अम्ल प्रायः संक्षारिक** (Corrosive) **होते हैं।**

भस्म (Base)

- **ऐसा यौगिक जो अम्ल से प्रतिक्रिया कर लवण एवं जल देता हो, जिसमें प्रोटॉन ग्रहण करने की प्रवृत्ति हो एवं जल में घुलने से हाइड्रॉक्सिल आयन** (OH^-) **देता हो, भस्म कहलाता है। भस्म दो प्रकार के होते हैं:**

१. **जल में विलेय (भस्म)**– **वैसा भस्म जो जल में घुलनशील हो, क्षार कहलाता है। यह लाल लिटमस पत्र को नीला एवं ठरमेटिक पत्र को भूरा कर देता है। यह छूने में साबुन जैसा चिकना होता है एवं इसका स्वाद कड़वा होता है। उदाहरण कॉस्टिक पोटाश** (KOH), **सोडियम हाइड्रॉक्साइड** (NaOH) **आदि।**

२. **जल में अविलेय (भस्म)**– **ये अम्ल के साथ प्रतिक्रिया कर लवण एवं जल बनाते हैं, लेकिन क्षार के अन्य गुण प्रदर्शित नहीं करते। जैसे- जिंक ऑक्साइड** (ZnO), **कॉपर हाइड्रॉक्साइड** Cu(OH), **फेरस एवं फेरिक ऑक्साइड** (FeO, Fe_2O_3) **आदि।**

- **अम्ल का क्षार से पूर्णरूपेण प्रतिक्रिया कराकर लवण एवं जल बनाने की प्रक्रिया का उदासीनीकरण कहते हैं।**

लवण (Salt)

- **अम्ल एवं भस्म के प्रतिक्रिया के फलस्वरूप जल के अलावा लवण बनता है। जैसे-**

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

अम्ल क्षार लवण जल

अम्लों के उपयोग

१. **दैनिक जीवन में खाने के काम में, जैसे खट्टे दूध के रूप में लैक्टिक अम्ल, सिरका एवं अचार के रूप में एसीटिक अम्ल, सोडा वाटर अथवा अन्य वातित पेय पदार्थों जैसे लिम्का, थम्सअप, पेप्सी, कोला आदि के रूप में कार्बोनिक अम्ल। अंगूर में टॉर्टरिक अम्ल, सेव में मैलिक अम्ल, नींबू एवं नारंगी में सिट्रिक अम्ल आदि।**

२. **खाना पचाने के लिए पेट में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल** (HCl)।

३. **सल्फ्यूरिक एवं नाइट्रिक अम्ल का लौह एवं इस्पात की वस्तुओं पर जस्ता चढ़ाने से पहले उन्हें साफ करने में, रंगों, विस्फोटों, उर्वरकों, दवाओं आदि के बनाने में।**

४. **नाइट्रिक अम्ल का सोना और चाँदी के शुद्धीकरण में।**

भस्मों के उपयोग

१. **दैनिक जीवन में कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड (बुझा हुआ चूना,** $Ca(OH)_2$ **का घरों में चूना पोतने में, गारा एवं प्लास्टर बनाने, मिट्टी की अम्लीयता दूर करने, ब्लीचिंग बनाने, चमड़ा बनाने के लिए खल से बाल दूर करने, जल को मधु बनाने, अम्ल-जलन पर मरहम-पट्टी करने में आदि।**

२. **कास्टिक सोडा** (NaOH) **का साबुन बनाने, पेट्रोलियम साफ करने, कपड़ा एवं कागज बनाने, दवा बनाने, घरों एवं कारखानों को साफ करने में।**

३. **कली-चूना या अनबुझा-चूना** (CaO) **का मकान बनाने में गारे के रूप में, शीशा, ब्लीचिंग पाउडर, कास्टिक सोडा, सोडियम कार्बोनेट आदि बनाने में।**

४. **पेट की अम्लीयता को दूर करने में मिल्क ऑफ मैग्नीशिया** ($Mg(OH)_2$) **का विलयन, ऐल्यूमिनियम हाइड्रॉक्साइड** ($Al(OH)_3$) **आदि का उपयोग प्रति-अम्ल** (Antaacid) **के रूप में किया जाता है।**

लवणों के उपयोग

१. **साधारण नमक अर्थात् सोडियम क्लोराइड** (NaCl) **का खाने में, अचार के परिक्षण तथा माँस एवं मछली के संक्षारण में।**

२. **खाने का सोडा** ($NaHCO_3$) **का बेकिंग पाउडर के रूप में, पेट की अम्लीयता को कम करने में, अग्निशामक यंत्रों में।**

३. **धोवन सोडा** (Na_2CO_3) **का कपड़े धोने में, काँच, कास्टिक सोडा, अपमार्जक चूर्ण बनाने में।**

४. **पोटैशियम नाइट्रेट** (KNO_3) **का बारूद बनाने में, उर्वरक के रूप में।**

५. **कॉपर सल्फेट का कवकनाशी के रूप में, विद्युत लेपन में, रंगाई एवं छपाई में।**

६. **पोटाश एलम या फिटकरी** [$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24H_2O$] **का पानी को शुद्ध करने में, रंगाई में, कटे हुए स्थान से रक्त का रिसाव रोकने में।**

७. **लवण एवं चीनीयुक्त पानी के घोल का पेचिश** (Dysentry) **और अतिसार** (Diarrhoea) **की स्थिति में, जिसे मुख जलयोजन** (Oral Rehydration) **कहते हैं।**

वस्तु	पाये जाने वाला अम्ल
नींबू एवं नारंगी	साइट्रिक
सेव	मैलिक
अंगूर	टॉर्टरिक
ष्ठीतल पेय पदार्थ	कार्बोनिक
सिरका	एसीटिक
दही	लैक्टिक
चाय	टैनिक
मधुमक्खी या चींटी का डंक	फॉर्मिक
इमली	टॉर्टरिक

विलयन (Solution)

- विलयन दो या दो से अधिक पदार्थों का एक समांग मिश्रण है, जिसमें किसी निष्ठिचत ताप पर विलेय या विलायक की आपेक्षिक मात्राएँ एक निष्ठिचत सीमा तक निरंतर परिवर्तित हो सकती हैं।

उदाहरण– चीनी अथवा नमक का जल में विलयन। यहाँ चीनी या नमक विलेय है, जबकि जल विलायक।

- विलयन में उपस्थित विलेय के कण छन्ना-पत्र के आर-पार जा सकते हैं। विलयन स्थायी और पारदर्ष्ठक होता है।

संतष्ठ विलयन (Saturated solution)

- किसी निष्ठिचत ताप पर बना एक ऐसा विलयन, जिसमें विलेय पदार्थ की अधिकतम मात्रा घुली हुई हो, संतष्ठ विलयन कहलाता है।

असंतष्ठ विलयन (Unsaturated solution)

- किसी निष्ठिचत ताप पर बना एक ऐसा विलयन, जिसमें विलेय पदार्थ की और अधिक मात्रा उस ताप पर घुलाई जा सकती है, असंतष्ठ विलयन कहलाता है।

अतिसंतष्ठ विलयन (Supersaturated solution)

- एक ऐसा संतष्ठ विलयन, जिसमें विलेय की मात्रा उस विलयन को संतष्ठ करने के लिए आवष्ठयक विलेय की मात्रा से अधिक घुली हुई हो, अतिसंतष्ठ विलयन कहलाता है।

विलेयता या घुलनष्ठीलता (Solubility)

- किसी विलेय की विलेयता उस विलेय का वह भार है जो विलायक के १०० ग्राम को एक संतष्ठ घोल बना दे।
  - सामान्यत: ठोस पदार्थों की विलेयता ताप बढ़ने से बढ़ती है। लेकिन कुछ में घटती है अर्थात् वे ठंडे विलायक में अधिक विलेय हैं, जैसे $NaSO_4$, $Ca(OH)_2$ आदि।
  - किसी द्रव में गैस की विलेयता ताप बढ़ने से घटती है।

विलयन का सांद्रण (Concentration of solution)

- किसी विलायक (या विलयन) की इकाई मात्रा में उपस्थित विलेय की मात्रा को विलयन का सांद्रण कहते हैं। जिस विलयन में विलेय की पर्याप्त मात्रा घुली रहती है, उसे सांद्र विलयन (Concentrated solution) और जिसमें विलय की कम मात्रा घुली रहती है उसे तनु विलयन (Dilute solution) कहा जाता है। सभी तनु विलयन असंतष्ठ विलयन होते हैं। किसी विलयन का सांद्रण आयतन या भार के अनुसार 'सामान्यतया' (Normality), ग्राम प्रति लीटर (gm/lit), मोलरता (Molarity), मोललता (Molality) या मोल-प्रभाज में व्यक्त किया जाता है।

कुछ महत्वपूर्ण तत्व एवं उनके यौगिक

हाइड्रोजन

- हाइड्रोजन का परमाणु क्रमांक १ है। इसके परमाणु के बाहरी कोष्ठा में केवल एक इलेक्ट्रॉन होता है। इसकी संयोजकता एक (१) होती है। यह एक अपचायक है। यह धनायन और ऋणायन दोनों बनाती है। हाइड्रोजन का ऑक्साइड उदासीन हैं

हाइड्रोजन के समस्थानिक

- इसके तीन समस्थानिक हैं, जिनकी द्रव्यमान संख्याएँ क्रमष्ठा: १, २ और ३ हैं। इन समस्थानिकों को प्रोटियम (1H1), ड्यूटीरियम (1H2 या D) और ट्राइटियम (1H3 या T) कहते हैं। ट्राइटियम रेडियोएक्टिव समस्थानिक है।
- **ड्यूटीरियम (भारी हाइड्रोजन)**– १९३१ में **यूरे, ब्रिकपैड** और **मर्फी** ने हाइड्रोजन के भारी समस्थानिक की खोज की। और इसका नाम ड्यूटीरियम रखा। इसका परमाणु द्रव्यमान २ होता है। १९३४ में ड्यूटीरियम (D_2) तथा भारी जल (D_2O) की खोज के लिए यूरे को **नोबेल पुरस्कार** प्रदान किया गया। यह रंगहीन, गन्धहीन, स्वादहीन और जल में अविलेय गैस है। ड्यूटीरियम के अणु द्वि-परमाणुक होते हैं। इसकी अभिक्रियाएँ हाइड्रोजन की तुलना में मन्द होती हैं। परमाणु भारों का अनुपात अधिक होने के कारण समस्थानिकों की अभिक्रिया की दरों में अन्तर होना, समस्थानिक प्रभाव कहलाता है।

ड्यूटीरियम के उपयोग

- ड्यूटीरियम के यौगिक जैसे, D_2O, ND_3, CD, C_6D_6 आदि बनाने में, नाभिकीय संलयन प्रक्रियाओं में, कृत्रिम विघटन प्रक्रियाओं में तथा न्यूट्रॉन मंदक के रूप में इसका प्रयोग होता है।

भारी जल

- भारी हाइड्रोजन के ऑक्साइड D_2O को भारी जल कहते हैं। इसकी खोज १९३२ में **यूरे** और **वाष्टबर्न** ने की थी। भारी जल रंगहीन, गन्धहीन, स्वादहीन द्रव है। इसका गलनांक 3.8^oC तथा क्वाथनांक 101^oC होता है। इसके उच्चतम घनत्व का ताप 11.6^oC होता है।

उपयोग

१. **न्यूट्रॉन मन्दक के रूप में:** नाभिकीय रिएक्टरों में जो पदार्थ तीव्रगामी न्यूट्रॉनों की चाल को मन्द करता है, उसे मन्दक कहते हैं। यह न्यूट्रॉन मन्दक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है।

२. **ट्रेसर के रूप में:** भारी जल रासायनिक अभिक्रियाओं की क्रिया-विधियों एवं जैव-तन्त्रों के अध्ययन में ट्रेसर या सूचक के रूप में प्रयुक्त होता है।

नोट

- भारी जल शरीर के लिए हानिकारक होता है। यह पौधों के विकास को रोकता है तथा इससे बीजों का अंकुरण रूक जाता है। भारत में भारी जल उत्पादन के संयंत्र भाखरा नांगल, कोटा और बड़ौदा में हैं।

मधु और कठोर जल

- जो जल साबुन के साथ आसानी के झाग देता है, उसे मधु जल और जो कठिनाई से झाग देता है, उसे कठोर जल कहते हैं। जल की कठोरता उसमें कैल्सियम और मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेट, क्लोराइड, सल्फेट नाइट्रेट आदि लवणों के घुले होने के कारण होती है। जब तक कठोर जल में उपस्थित कैल्सियम और मैग्नीशियम आयनों का पूर्ण रूप से अवक्षेपण नहीं हो पाता, तब तक कठोर जल साबुन के साथ झाग नहीं बनाता है। इस क्रिया में काफी साबुन व्यर्थ में खर्च हो जाता है। इसलिए कठोर जल कपड़े धोने के लिए उपयुक्त नहीं होता है। जल की कठोरता दो प्रकार की होती है, अस्थायी कठोरता और स्थायी कठोरता। यदि जल की कठोरता जल को उबालने से दूर हो जाती है तो इस प्रकार की कठोरता अस्थायी कठोरता कहलाती है। यह कठोरता जल में कैल्सियम और मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेट घुले होने के कारण होती है। अस्थायी कठोरता जल को उबालने से या जल में बुझा चूना अथवा दूधिया चूना डालने से दूर हो जाती है।
- यदि जल की कठोरता जल को उबालने से दूर नहीं होती है तो इस प्रकार की कठोरता स्थायी कठोरता कहलाती है। जल की स्थायी कठोरता उसमें कैल्सियम और मैग्नीशियम के सल्फेट, क्लोराइड, नाइट्रेट आदि लवणों के घुले रहने के कारण होती है। जल में सोडियम कार्बोनेट डालकर उबालने से स्थायी और अस्थायी दोनों प्रकार की कठोरता दूर हो जाती है।
- कठोर जल पीने, कपड़े धोने, खाना पकाने आदि के योग्य नहीं होता है। कठोर जल बॉयलर में उपयोग नहीं किया जा सकता है, क्योंकि उसे उबालने पर बॉयलर में $CaSO_4$, $MgSO_4$ आदि लवणों की परत जमा हो जाती है, जिसके कारण जल को उबालने में अधिक ऊष्मा व्यय होती है।

कार्बन

- कार्बन एक तत्व है, इसका नाम लैटिन शब्द **'कार्बो'** से लिया गया है, जिसका अर्थ है- कोयला। ग्रेफाइट और हीरा कार्बन की प्राकृतिक अवस्था में पाये जाने वाले रूप हैं।

ग्रेफाइट

- यह एक धूसर पदार्थ है। यह स्पर्श करने पर चिकना तथा फिसलनदार लगता है। ग्रेफाइट में प्रत्येक कार्बन परमाणु उसी तल में अपने पड़ोस के तीन कार्बन परमाणुओं से जुड़कर एक षट्कोणीय जाल बनाता है। ग्रेफाइट विद्युत का चालक होता है। ग्रेफाइट से कागज पर सरलता से लिखा जा सकता है। इसलिए, इसे पेन्सिल बनाने में प्रयोग करते हैं। इसका प्रयोग विद्युत-आर्क तथा शुष्क सेलों में इलेक्ट्रोड के रूप में किया जाता है। भारत में ग्रेफाइट, बिहार, उड़ीसा, राजस्थान, तमिलनाडु, आन्ध्र प्रदेश, उत्तर प्रदेश तथा जम्मू व कश्मीर में पाया जाता है।

हीरा

- यह पारदर्शी एवं कठोर होता है। यह सर्वाधिक कठोर पदार्थ होता है। हीरे में प्रत्येक कार्बन परमाणु चार अन्य कार्बन परमाणुओं से जुड़कर एक त्रिविमीय दृढ़ संरचना बनाता है। यह विद्युत का कुचालक लेकिन ऊष्मा का सुचालक है। हीरा आभूषणों में रत्न के रूप में और काटने, पीसने तथा छिद्र करने के लिए उपयोग किया जाता है। यह **पन्ना** (मध्य प्रदेश) तथा **हीरा ब्रजाकंरूर** (आंध्र प्रदेश) में पाया जाता है। पूर्ण आंतरिक परावर्तन के कारण हीरा काफी चमकता है।

सूखी बर्फ (Dry Ice)

- कार्बन डाईऑक्साइड को जब उच्च दाब पर संपीड़ित करके ठण्डा किया जाता है तो यह द्रव कार्बन डाईऑक्साइड में संघनित हो जाती है। दाब हटने पर द्रव कार्बन डाईऑक्साइड ठोस कार्बन डाईआक्साइड में परिवर्तित हो जाती है, जिसे **'ष्ठुष्क हिम'** या सूखी बर्फ (Dry ice) भी कहते हैं। इसे सूखी बर्फ कहने का कारण यह है कि इसे गर्म करने पर, यह सीधे गैस में परिवर्तित हो जाती है। कार्बन डाईऑक्साइड को संपीड़ित गैस के रूप में स्टील सिलिन्डरों में भरकर बेचा भी जाता है।

लोहा

- यह बहुत उपयोगी और महत्वपूर्ण धातु है। यह रंगीन अनुचुम्बकीय आयन और यौगिक बनाता है। यह उत्प्रेरक गुण प्रदर्शित करता है। पृथ्वी में सर्वाधिक मात्रा में पाये जाने वाले धातुओं में **लोहा** का **द्वितीय** स्थान है। यह संयुक्त अवस्था में पाया जाता है। लौह अयस्क का प्रगलन वात्या भट्टी में किया जाता है। वात्या भट्टी से प्राप्त अष्ठुद्ध लोहे को कच्चा लोहा कहते हैं। कच्चे लोहे में लगभग 93% Fe, 3-4%C तथा ष्ठोष Si, P, S और Mn की अष्ठुद्धियाँ होती हैं। कच्चे लोहे का उपयोग मुख्यतः ढलवाँ लोहा, पिटवा लोहा और इस्पात के निर्माण में किया जाता है।

ढलवाँ लोहा

- ढलवाँ लोहे का निर्माण कच्चे लोहे की रद्दी, लौह कोक और चूना पत्थर के साथ क्यूपोला भट्टी में गलाकर किया जाता है। इस भट्टी में अष्ठुद्ध लोहे में उपस्थित कार्बन व अन्य अष्ठुद्धियों की अल्प मात्रा वायु द्वारा ऑक्सीकृत हो जाती है तथा धातु मल बनता है। क्यूपोला भट्टी से प्राप्त गलित अष्ठुद्ध लोहा ढलवाँ लोहा कहलाता है। इसे साँचों में ढालकर विभिन्न प्रकार की वस्तुएँ, जैसे- मेनहोल के ढक्कन, ड्रेन-पाइप, मष्ठीनरी के फ्रेम आदि बनाये जाते हैं। ढलवाँ लोहे में 2.4% C, 93-94% Fe तथा ष्ठोष Si, P, S और Mn की अष्ठुद्धियाँ होती हैं। यह बहुत कठोर और भंगुर होता है।

पिटवां लोहा

- इसमें 98.8 से 99.9% Fe और 0.1 से 0.25% C तथा ष्ठोष Si, P, और Mn की अष्ठुद्धियाँ होती हैं।

पिटवां लोहे का निर्माण

ढलवां लोहे को एक परवर्तनी भट्टी में गलाया जाता है जिसके अन्दर हेमाटाइट का अस्तर लगा होता है। गलित अष्ठुद्ध लोहे में उपस्थित अष्ठुद्धियाँ हेमाटाइट द्वारा ऑक्साइडों में ऑक्सीकृत हो जाती है। अष्ठुद्धियाँ निकल जाने से लोहे का गलनांक 1200°C से बढ़कर लगभग 1500°C हो जाता है तथा लोहा लेई जैसा हो जाता है। भट्टी में से लेई जैसे पदार्थ को मेदों के रूप में बाहर निकाल कर हथौड़े से पीटा जाता है, जिससे धातु मल अलग हो जाता है तथा पिटवा लोहा प्राप्त होता है। यह ष्ठुद्ध लोहा होता है। इसमें 0.1 से 0.25%C होता है। इसमें अष्ठुद्धियाँ 0.5% से कम होती हैं। यह लोहा आघातवर्धनीय, चीमड़ और रेष्ठोदार होता है। इसका वेल्डिंग किया जा सकता है। इसका उपयोग लोहे के चेन, दरवाजे, युग्मन आदि बनाने में होता है।

इस्पात

- इस्पात में कार्बन की मात्रा लगभग 0.25 से 1.5% होती है। इस्पात में मिलाये गये कार्बन की प्रतिष्ठत मात्रा के अनुसार विभिन्न प्रकार का इस्पात बनता है, टूल स्टील (0.9-1.5%C) संरचनात्मक स्टील (0.2-0.6%C) और माइल्ड स्टील (0.2%C)।

इस्पात के मिश्रधातु

१. **मैंगनीज स्टीलः** इसमें 12 से 14% Mn और 1 से 1.5% C होता है। यह बहुत कठोर व उच्च तनन सामर्थ्य का होता है तथा इस पर जंग नहीं लगता है। इसका उपयोग तिजोरियों, रेल की पटरियों में लगे गर्डर, कूटने और पीसने की मष्ठीनें आदि बनाने में किया जाता है।

२. **क्रोमियम स्टीलः** इसमें 2 से 4% तक क्रोमियम होता है। यह बहुत कठोर होता है। यह मुख्यतः काटने के औजार, मष्ठीनें, गोलियाँ आदि बनाने के काम में आता है।

३. **क्रोम-वैनेडियम स्टीलः** इसमें 0.15% वैनेडियम तथा 2 से 10% क्रोमियम होता है। यह बहुत चीमड़ होता है। इसका उपयोग कमानियाँ, धूरियाँ, फ्रेम, ऐक्सल आदि के बनाने में होता है।

४. **निकेल स्टीलः** इसमें 3-5% निकल होता है। यह वायुयान के भाग, बिजली के तार, कवच आदि बनाने के काम आता है।

५. **टंगस्टन स्टीलः** इसमें 10-20% टंगस्टन होता है। यह कम ताप पर कठोर तथा उच्च ताप पर मुलायम होता है। यह औजार आदि बनाने के काम आता है।

६. **स्टेनलेस स्टीलः** इसमें 10% क्रोमियम, 0.25% कार्बन और लगभग 0.35% मैंगनीज होता है। स्टेनलेस स्टील पर वायु, जल आदि का साधारण परिस्थितियों में कोई प्रभाव नहीं पड़ता। यह ष्ठाल्य चिकित्सा के औजार, बर्तन, मूर्तियाँ आदि बनाने के काम आता है।

एल्यूमिनियम

- प्रकृति में एल्यूमिनियम मुक्त अवस्था में नहीं पायी जाती है। यह संयुक्त अवस्था में विभिन्न अयस्कों के रूप में पायी जाती है। एल्यूमिनियम चाँदी के समान सफेद धातु है। यह ऊष्मा एवं विद्युत का सुचालक है। एल्यूमिनियम के मुख्य खनिज, बॉक्साइट, क्रोमोलाइट, ऐलूनाइट, फेलस्पार, ऐभ्रो, नीलम, लापिस लाजुली आदि हैं। एल्यूमिनियम मुख्य रूप से बॉक्साइट अयस्क से प्राप्त किया जाता है। बॉक्साइट बिहार, उड़ीसा तथा मध्य प्रदेश में पाया जाता है। एल्यूमिनियम दूसरे धातुओं के साथ उपयोगी मिश्रधातु बनाता है, जैसे- मैग्नेलियस (एल्यूमियिम, मैग्नीष्ठियम), निकेलॉय (निकेल, एल्यूमिनियम, ताँबा), वाई मिश्रधातु (एल्यूमिनियम, ताँबा, निकेल, मैग्नीष्ठियम), एल्यूमिनियम ब्रान्ज (एल्यूमिनियम ब्रान्ज का प्रयोग बर्तन, सिक्के, एल्यूमिनियम पाउडर, सिगरेट व टॉफी की चमकीली पन्नी आदि बनाने में होता है।

ताँबा

- ताँबा प्रकृति में मुक्त व संयुक्त दोनों अवस्थाओं में पाया जाता है। संयुक्त अवस्था में यह कॉपर पायराइट, कॉपर ग्लॉस, मैकलाइट, क्यूप्राइट आदि अयस्कों के रूप में पाया जाता है। इसके अयस्क मुख्य रूप से सिंहभूम, सिक्किम, उड़ीसा, नेपाल, भूटान आदि में पाये जाते हैं। ताँबा गुलाबी रंग का चमकदार धातु है। यह विद्युत का सबसे अच्छा सुचालक है। ताँबे का क्वथनांक २३२० डिग्री सेंटीग्रेट होता है तथा उबलने पर इससे हरे रंग की वाष्प निकलती है। इसका प्रयोग विद्युत यंत्र, कैलोरीमीटर आदि बनाने में किया जाता है। इसके अलावा इससे विभिन्न प्रकार की मिश्र धातुयें बनायी जाती हैं, जैसे- काँसा (ताँबा, टिन), पीतल (ताँबा, जस्ता), एल्यूमिनियम ब्रांज (ताँबा, एल्यूमिनियम, लोहा) आदि।

6. खनिज एवं अयस्क

खनिज (Minerals)

- धातु या उनके यौगिकों से युक्त वे प्राकृतिक पदार्थ जो पृथ्वी-तल के नीचे पाये जाते हैं, खनिज कहलाते हैं।

अयस्क (Ores)

- वे खनिज जिनसे धातुओं को आसानी से तथा कम खर्च में प्राप्त किया जा सकता है, अयस्क कहलाते हैं। इसलिए सभी अयस्क खनिज होते हैं, किन्तु सभी खनिज अयस्क नहीं होते। अतः सभी खनिजों का उपयोग धातु प्राप्त करने में नहीं किया जा सकता।

धातुकर्म (Metallurgy)

- अयस्कों से धातुओं के निष्कासन और उपयोग में लाने के पूर्व उनके शुद्धीकरण की प्रक्रिया को धातुकर्म कहते हैं। सामान्यतः अयस्कों से धातुओं को प्राप्त करने की विधि दो बातों पर

Gupta Classes

निर्भर करती है- (1) अयस्क की प्रकृति, और (2) निष्कासित होने वाली धातु के गुण।

ख धातुकर्म के लिए अयस्कों का सांद्रण (हाथ से चुनकर, गुरूत्व-पृथक्करण विधि से, फेन-प्लवन एवं चुम्बकीय पृथक्करण विधि द्वारा और निक्षालन द्वारा), जारण, निस्तापन, अवकरण, शोधन आदि किया जाता है।

कुछ धातुओं के अयस्क

धातु	अयस्क	अयस्क का संघटन
Na	सोडियम क्लोराइड	$NaCl$
	सोडियम कार्बोनेट	Na_2CO_3, $Na_2CO_3.10H_2O$
	सोडियम नाइट्रेट	$NaNO_3$
	बोरेक्स	$Na_2B_4O_7.10H_2O$
	सोडियम सल्फेट	$Na_2SO_4.10H_2O$
K	पोटैशियम क्लोराइड	KCl
	पोटैशियम कार्बोनेट	K_2CO_3
	पोटैशियम नाइट्रेट	KNO_3
Mg	मैग्नेसाइट	$MgCO_3$
	डोलोमाइट	$MgCO_3.CaCO_3$
	कार्नेलाइट	$KCl.MgCl_2.6H_2O$
	इप्सम साल्ट	$MgSO_4.7H_2O$
Ca	कैल्सियम कार्बोनेट	$CaCO_3$ (Chalk, Calcite, Iseland, Spar, Limestone, Marble)
	जिप्सम	$CaSO_4.H_2O$
	फ्लुओरस्पार	CaF_2
	फॉस्फोराइट	$Ca_3(PO_4)_2$
Al	बॉक्साइट	$Al_2O_3.2H_2O$
	क्रायोलाइट	Na_3AlF_6
	कोरनडम	Al_2O_3
	डायस्पोर	$Al_2O_3.H_2O$
Sn	कैसिटेराइट	SnO_2 (Tinstone)
Pb	गैलेना	PbS
	सीरूसाइट	$PbCO_3$
	मैटलोकाइट	$PbCl_2$
Cu	कैल्कोपाइराइट	$CuFeS_2$
	कैल्कोसाइट	Cu_2S
	क्यूप्राइट	Cu_2O
	मैलेकाइट	$CuCO_3.Cu(OH)_2$
	ऐजुराइट	$2CuCO_3.Cu(OH)_3$
धातु	अयस्क	अयस्क का संघटन
Ag	नेटिव सिल्वर	Ag
	अर्जेन्टाइट	Ag_2S
	केराजीराइट	$AgCl$
Zn	जिंक ब्लैन्ड	ZnS
	फेंकलिनाइट	$(ZnFe)O.Fe_2O_3$
	कैलामीन	$ZnCO_3$
	जिंकाइट	ZnO
Hg	सिनेबार	HgS
Mg	पाइरोलुसाइट	MnO_2
	मैंगनाइट	$Mn_2O_3.H2O$
Fe	मैग्नेटाइट	Fe_3O
	हेमाटाइट	Fe_2O_2
	लाइमोनाइट	$Fe_2O_3.3H_2O$
	सिडेराइट	$FeCO_3$
	आयरन पाइराइट	FeS_2
	कैल्कोपाइराइट	$CuFeS_2$

कुछ तत्वों के मिश्रधातु, उनका संघटन और उपयोग

मिश्रधातु	संघटन	उपयोग
पीतल	Cu-70%, Zn-30%	तार, मशीनों के पुर्जे,
डच मेटल	Cu-80%, Zn-20%	बर्तन के रूप में
जर्मन सिल्वर	Cu-50%, Zn-350%, Ni-15%	मशीनों के पुर्जे बनाने में बर्तन के रूप में,
मोनल मेंटल	Cu-28%, Fe-2%, Ni-70%	मूर्तियों के रूप में
कॉन्सटैंटन	Cu-60%, Ni-40%	मूर्तियाँ बनाने में
काँसा	Cu-88%, Sn-12%	तार के रूप में
गन मेटल	Cu-88%, Sn-10%, Zn-2%	बर्तन, मूर्तियाँ बनाने में बन्दूक, हथियार में तथा

मछीनी पुर्जों के रूप में		
बेल मेटल	Cu-80%, Sn-20%	--
फॉस्पर काँसा	Cu-85%, Sn-13%, P-2%	रेडियो के एरियल तथा पुर्जे के रूप में
मुद्रा धातु	Cu-95%, Sn-4%, P-1%	मुद्राएँ
कृत्रिम सोना	Cu-90%, Al-10%	आभूषण तथा मूर्तियाँ बनाने में
मैंग्नीज-स्टील	Mn-14%, C-1.5%, Fe-80-85%	तिजोरियों, रेल की पटरियों में लगे गर्डर, कूटने और पीसने की मछीनों में
क्रोमियम-स्टील	Cr-2.4%, Cl-5% Fe-90-95%	काटने बनाने के औजार, मछीन, गोलियाँ आदि बनाने में
क्रोम वैनेडियम-स्टील	V-0.15%, Cr-2-10% Fe-90-95%	कमानियाँ, धुरियाँ, छाफ्ट, फ्रेम, ऐक्सल आदि बनाने में
निकल-स्टील	Ni-3-5%, C-1.5% Fe-90-95%	बिजली के तार, प्रोपेलर छाफ्ट, कवच आदि में
मिश्रधातु	**संघटन**	**उपयोग**
टंगस्टन-स्टील	Cr-10%, C-0.25%, Mn-0.35% Fe-85-90%	छाल्य चिकित्सा के औजार, बर्तन, मूर्तियाँ, आदि बनाने में
मैग्नेलियम	Al-95%, Mg-5%	वायुयान व जहाज निर्माण
ड्यूरेलुमिन	Al-95%, Cu-4%, Mg-0.5%	वायुयान व जहाज निर्माण
एल्यूमिनियम -ब्रांज	Al-10%, Cu-90%	बर्तन, मुद्राएँ, कृत्रिम आभूषण, पेन्ट आदि में
नाइक्रोम	Ni, Fe, Cr & Mn	विद्युत तापन अवयव
सोल्डर	Pb, Sn	वैद्युत संबंधन
एलनिको	Fe, Al, Ni, Co	चुम्बकों का निर्माण

सीमेन्ट

- सीमेन्ट एक अत्यधिक महीन चूर्ण होता है, जो पानी के साथ मिलने पर ठोस बन जाता है और कठोर रूप धारण कर लेता है। प्रारम्भिक मिस्त्रवासियों ने भवन निर्माण में प्रयोग किया जाने वाला एक ऐसा पदार्थ बनाया था जिसमें चूना, चिकनी मिट्टी या जिप्सम होता था और जो आधुनिक सीमेन्ट जैसा ही था। रोमवासियों ने भी चुने तथा ज्वालामुखी राख से सीमेन्ट तैयार किया, जिसका प्रयोग यूरोप में ईंटों तथा पत्थरों को जोड़ने के लिए किया जाता था। सन १८२४ में एक ब्रिटिछ इंजीनियर जोसेफ एस्पडीन ने चूना पत्थर तथा चिकनी मिट्टी से एक जोड़ने वाला ऐसा नया पदार्थ बनाया जो अधिक छक्तिछाली तथा जलरोधी था। उसने इसे पोर्टलैंड सीमेन्ट कहा, क्योंकि यह रंग में पोर्टलैंड के चूना पत्थर से मिलता-जुलता था। चूना पत्थर तथा चिकनी मिट्टी से सीमेन्ट बनाने के लिए चार मूल संघटकों- कैल्सियम कार्बोनेट (चूना पत्थर से), सिलिका ऐलुमिना तथा आयरन ऑक्साइड (चिकनी मिट्टी) की आवछ्यकता होती है। पोर्टलैंड सीमेन्ट बनाने के लिए चूना-पत्थर तथा चिकनी मिट्टी को चूर्ण के रूप में पीसा जाता है। इसके पछ्चात् इच्छित अनुपात में उन्हें मिलाकर घूर्णी भट्टी में उच्चताप पर गर्म किया जाता है। प्राप्त उत्पाद जिसे **क्लिन्कर** कहते हैं, को साधारण ताप पर ठण्डा कर लिया जाता है। क्लिन्कर की थोड़ी मात्रा में जिप्सम मिलाकर पींसा

जाता है। यह पाउडर सीमेन्ट देर में जमता है। इसका उपयोग अधिक सुविधाजनक हो जाता है। परन्तु दरारों में भरने के अतिरिक्त यह बहुत ही कम प्रयोग किया जाता है। साधारणतया इसे किसी पूरक पदार्थ, जिसे **एग्रीगेट** कहते हैं, के साथ मिलाकर प्रयोग किया जाता है। जब इसे बजरी के साथ मिलाकर जमने दिया जाता है, तो यह कन्क्रीट बनाता है। कन्क्रीट को सांचों में ढालकर उससे इच्छित आकार एवं आकृतियों वाले भवनों के पूर्व संयोजित भाग, बिजली के खम्भे तथा रेल की पटरियाँ बनायी जाती हैं। स्टील की छड़ें, खम्भे और बाँस अन्य कठोर वस्तुएँ भीगी हुई कन्क्रीट में अन्त:स्थापित होती हैं।

काँच

- साधारण काँच, सिलिका (SiO_2), सोडियम सिलिकेट (Na_2SiO_3) और कैल्सियम सिलिकेट का ठोस विलयन (मिश्रण) होता है। अन्य प्रकार के काँच भी विभिन्न सिलिकेटों के ठोस विलयन होते हैं। काँच, अक्रिस्टलीय ठोस के रूप में एक अतिष्ठीतित द्रव हैं। इसलिए काँच की क्रिस्टलीय संरचना नहीं होती और न ही उसका कोई निष्ठिचत गलनांक होता है। काँच का कोई निष्ठिचत रासायनिक संघटन या सूत्र नहीं होता है, क्योंकि काँच मिश्रण है, यौगिक नहीं। साधारण काँच का औसत संघटन $Na_2SiO_2.CaSiO_3.4SiO_2$ होता है।

काँच का निर्माण- काँच के निर्माण में निम्न पदार्थों की आवष्ठ्यकता होती है-

क) अम्लीय ऑक्साइड

- काँच के निर्माण में विभिन्न प्रकार के अम्लीय ऑक्साइड प्रयुक्त किये जाते हैं। ऑक्साइड का चुनाव बनाये जाने वाले काँच की किस्म पर निर्भर करता है। कुछ मुख्य अम्लीय ऑक्साइड निम्नलिखित हैं-

१. **सिलिका** (SiO_2): यह ष्ठोधित रेत के रूप में प्रयुक्त किया जाता है।

२. बोरॉन ट्राईऑक्साइड- यह बोरिक अम्ल या बोरेक्स के रूप में होता है इसका उपयोग नीचे प्रसांग गुणांक के काँच (जैसे पाइरेक्स काँच) बनाने में प्रयुक्त होता है।

ख) क्षारीय ऑक्साइड

१. सोडियम ऑक्साइड (Na_2O): यह सोडा ऐष्ठ (Na_2CO_3) या सोडियम सल्फेट और कार्बन के मिश्रण के रूप में डाला जाता है।

२. पोटैष्ठियम ऑक्साइड (K_2O): यह पोटैष्ठियम कार्बोनेट के रूप में डाला जाता है।

३. कैल्सियम ऑक्साइड (CaO): यह चूना पत्थर ($CaCO_3$) के रूप में डाला जाता है।

४. बेरियम ऑक्साइड (BaO): यह बेरियम कार्बोनेट के रूप में डाला जाता है।

५. लीथियम ऑक्साइड (Li_2O): यह लीथियम कार्बोनेट के रूप में डाला जाता है।

६. लाल ष्ठीष्ठा (Pb_3O_4)

७. जिंक ऑक्साइड (ZnO)

ग) रंग देने वाले पदार्थ

- काँच में रंग देने के लिए अल्प मात्रा में धातुओं के यौगिक (रंगीन) मिलाये जाते हैं। धात्विक यौगिक का चुनाव वांछित रंग पर, निर्भर करता है।

	रंग देने वाला पदार्थ	काँच का रंग
१.	कोबाल्ट ऑक्साइड	गहरा नीला
२.	सोडियम क्रोमेट या फैरस ऑक्साइड	हरा रंग
३.	सिलेनियम ऑक्साइड	नारंगी लाल
४	फैरिक लवण या सोडियम यूरेनेट	पीला रंग
५.	गोल्ड क्लोराइड	पीला रंग
६.	कैडमियम सल्फाइड	चटक लाल
७	क्यूप्रिक लवण	नीला

काँच का अनीलन

- काँच की वस्तुओं को बनाने के बाद विष्ठेष प्रकार की भट्ठियों में धीरे-धीरे ठंडा करते हैं। इस क्रिया को कांच का अनीलीकरण कहते हैं। इस क्रिया को काँच का अनीलीकरण कहते हैं। यदि काँच की वस्तुएँ बनाते समय उन्हें ष्ठीघ्रता से ठंडा कर दिया जाये तो वे चटख जाती हैं, क्योंकि बाहरी भाग ठंडा होकर सिकुड़ने लगता है, जबकि भीतरी भाग नहीं सिकुड़ पाता।

काँच के प्रकार

- काँच कई प्रकार के होते हैं। कुछ मुख्य प्रकार के काँच निम्नलिखित हैं-

१. **मष्ठु काँच**- यह सोडा-चूना ($Na_2SiO_3.CaSiO_3.4SiO_2$) होता है। गर्म करने पर यह आसानी से कम ताप पर मष्ठु पड़ जाता है। इसका उपयोग खिड़की के काँच, बोतल, परखनली व अन्य उपकरण बनाने में किया जाता है।

२. **कठोर काँच**- यह पोटाष्ठ-चूना काँच ($K_2SiO_3.CaSiO_3.4SiO_3$) होता है। इसका नर्म होने का ताप नर्म काँच

से अधिक होता है।

३. **फ्लिन्ट काँच**– यह सोडियम कार्बोनेट, पोटैशियम कार्बोनेट, लेड कार्बोनेट, बोरिक अम्ल और सिलिका से बनाया जाता है। इसका उपयोग प्रिज्म तथा प्रकाशिक तन्त्रों के लेन्स बनाने में होता है।

४. **क्रुक्स काँच**– इस काँच में प्रतिक्रिया नहीं करने वाले धातुओं के ऑक्साइड होते हैं। इसका उपयोग चष्मों के लेन्स बनाने में किया जाता है।

५. **पाइरैक्स काँच**– यह मुख्यतः सोडियम और एल्यूमिनियम के बोरोसिलिकेट का मिश्रण होता है। इसका प्रसार गुणांक बहुत कम होता है। अतः यह ताप के आकस्मिक परिवर्तन से टूटता नहीं है। प्रयोगशाला के उच्च कोटि के उपकरण बनाने में यह काँच प्रयुक्त होता है।

६. **पट्टिका काँच**– यह साधारण काँच से काफी मोटा होता है और इसका उपयोग दुकानों की खिड़कियों तथा दरवाजे बनाने में होता है। इसका पृष्ठ काफी चिकना होता है। पिछली टिन धातु की परत पर पिछले काँच की परत को फैलाकर पट्टिका काँच बनायी जाती है।

७. **स्तरित काँच या गोलीरोधी काँच**– यह सुरक्षित काँच से भी अधिक प्रबल होता है। इसे सुरक्षित काँच की कई परतों को किसी पारदर्शी आसंजक द्वारा एक-दूसरे से जोड़कर बनाया जाता है। इस काँच को बनाने में जितनी अधिक परतों का प्रयोग किया जाता है, वह काँच उतना ही अधिक प्रबल होता है। इस प्रकार के काँच के पृष्ठ पर पड़ी दरार आसंजक परत पर समाप्त हो जाती है। और इसका फैलाव रूक जाता है। स्तरित काँच का उपयोग वायुयानों एवं कार के वात प्रतिरक्षी छीछों और गोलीरोधी पर्दों के निर्माण में किया जाता है।

८. **प्रकाशीय काँच**– यह विशेष विधियों द्वारा बनाया जाता है ताकि इसमें किसी भी प्रकार की विकृति अथवा दोष न रहे। इस प्रकार के कांच का उपयोग चश्मा, सूक्ष्मदर्शी, दूरदर्शक कैमरों, प्रिज्मों तथा अन्य प्रकाशिक यंत्रों के लेन्सों के निर्माण में होता है।

९. **तापरोधी काँच**– तापरोधी काँच का ऊष्मीय प्रसार गुणांक कम होता है। ऐसा सोडियम ऑक्साइड गालक को बोरिक ऑक्साइड (B_2O_3) द्वारा और कुछ चूने को ऐलयना (Al_2O_3) द्वारा विस्थापित करके किया जाता है। इस विधि द्वारा निर्मित काँच को बोरोसिलीकेट काँच कहते हैं। इसका गलनाँक उच्च होता है और यह ऊष्मा सहने की क्षमता रखता है। यह गर्म किये जाने पर सिलिका काँच की अपेक्षा बहुत ही कम (लगभग एक तिहाई) फैलता है। परिणामस्वरूप, यह पानी उबालने या भोजन पकाने पर टूटता नहीं है। इस प्रकार का काँच प्रयोगशालाओं, कारखानों, रसोईघरों तथा भट्टियों में किया जाता है।

१०. **फोटोक्रोमैटिक काँच**– फोटोक्रोमैटिक काँच एक विशेष प्राकर का काँच होता है जो प्रकाश की उपस्थिति में अस्थायी रूप से गहरे रंग का हो जाता है। अतः धूप से बचने के लिए यह बहुत उपयोगी है। जब प्रकाश की तीव्रता कम हो जाती है तो तुरन्त ही इसका रंग फिर पहले जैसा हल्का हो जाता है। ऐसा काँच में उपस्थित सिल्वर आयोडाइड के लवण के कारण होता है।

११. **लैड क्रिस्टल काँच**– यह एक विशेष प्रकार का काँच होता है, जिसके निर्माण में लेड ऑक्साइड (PbO) का प्रयोग किया जाता है। लेड काँच का उच्च अपवर्तनांक है, जिसके कारण यह चमकता है। इसका उपयोग उत्तम कलात्मक वस्तुओं तथा काँच के महंगे उपकरणों के निर्माण में किया जाता है।

काँच रेशे

- यदि काँच की छड़ को बीच से गर्म कर इसके दोनों सिरों को खींचा जाये तो ये पतले-पतले रेशे की तरह बन जाते हैं। काँच के ये रेशे रूई के रेशों जैसे प्रतीत होते हैं। साथ ही इन रेशों में उस काँच के विशेष गुण भी उपस्थित होते हैं।

काँच की रूई

- यह भी रूई के गोले की भाँति काँच के रेशों (तन्तुओं) का ढीला-ढाला बन्डल-सा प्रतीत होता है। यह अति उत्तम ऊष्मारोधी है। यह अपने अन्दर बहुत-सी वायु समाये रखने का गुण रखती है। इसलिए इसे रेफ्रिजरेटर भट्टी, कुकर तथा पानी गर्म रखने वाली बोतलों में प्रयोग किया जाता है।
- काँच के रेशों को कपड़ों के रूप में भी बुना जा सकता है। इन कपड़ों में अन्य गुणों के साथ-साथ हल्कापन, प्रबलता, मौसमसह, जलसह, अग्निसह, रक्षारणरोधी होने के अतिरिक्त गुण होते हैं। काँच के रेशों से बने हुए इन कपड़ों की परतों को जब आसंजक द्वारा जोड़ा जाता है, तब एक और भी अधिक सर्ततोमुखी पदार्थ प्राप्त होता है। यह रेशा काँच पदार्थ उपरोक्त अन्य गुणों के साथ-साथ विभिन्न आकारों में भी ढाला जा सकता है। इस प्रकार इन्हें धातुओं के स्थान पर मोटर-कारों, नावों, वायुयानों तथा जल-टंकियों के निर्माण में

प्रयोग किया जा सकता है।

7. रसायन विज्ञान एवं उसके महत्वपर्ण अंग

कार्बनिक-रसायन

- **अपरूपता**- किसी तत्त्व के दो या दो से अधिक रूप उस तत्त्व के अपरूप कहलाते हैं तथा किसी तत्त्व का एक से अधिक रूपों में विद्यमान होना अपरूपता कहलाता है।

तत्त्व एवं उनके अपरूप

तत्त्व	अपरूप
कार्बन	हीरा, ग्रेफाइट, कोक, कोलतार
नाइट्रोजन	नाइट्रोजन तथा B-नाइट्रोजन

Gupta Classes

फॉस्फोरस	पीला फॉस्फोरस, लाल फॉस्फोरस, काला फॉस्फोरस, स्कार्लेट फॉस्फोरस तथा बैंगनी फॉस्फोरस
ऑक्सीजन	ऑक्सीजन (O_2) और ओजोन (O_3)
सल्फर	रोम्बिक, मोनोक्लाइनिक, एमारफस, कोलॉइडी तथा प्लास्टिक सल्फर

हाइड्रोकार्बन

- कार्बन तथा हाइड्रोजन से बने यौगिक को हाइड्रोकार्बन कहा जाता है। हाइड्रोकार्बन का एक मुख्य प्राकृतिक स्रोत पेट्रोलियम है।
- **संतृप्त हाइड्रोकार्बन**- जिसमें कार्बन-कार्बन बन्ध एकल सहसंयोजक बन्ध हो, उसे संतृप्त हाइड्रोकार्बन कहते हैं, जैसे-एल्केन।
- **असंतृप्त हाइड्रोकार्बन**- जिसमें कार्बन-कार्बन बन्ध द्विबन्ध अथवा त्रिबन्ध हो तो उसे असंतृप्त हाइड्रोकार्बन कहते हैं। ये प्राय: पेट्रोलियम से भंजन की प्रक्रिया द्वारा प्राप्त किये जाते हैं, जैसे-एल्कीन (द्विबंध), एल्काइन (त्रिबन्ध)।
- **जलभीरू**- ऐसे हाइड्रोकार्बन जो जल को प्रतिकर्षित करते हैं।

बहुलक ***(Polymer)***

- लाखों अणुओं से बनी एक लम्बी श्रंृखला होते हैं जो सामान्यत: कार्बनिक यौगिक होते हैं। लाखों अणुओं से निर्मित लम्बी श्रंृखला होने के कारण बहुलक कठोर तथा प्रबल होता है।

अ) **प्राकृतिक बहुलक**- सेल्यूलोज जो पौधों की कोष्ठिका भित्ति में पाया जाता है, एक प्राकृतिक बहुलक है। जूट एवं कपास सेल्यूलोज से बने होते हैं। प्राकृतिक बहुलक के अन्य उदाहरण रेशम तथा ऊन हैं।

ब) **मानव निर्मित बहुलक**- कृत्रिम विधियों से कार्बनिक अणुओं को परस्पर जोड़कर लम्बी श्रंृखला बनाकर बहुलक का निर्माण किया जाता है।

पॉलीथीन

- पॉलीथीन या पालीथिलीन एक-एक करके लगातार जुड़ी एथीन (C_2H_2) अणुओं की एक लम्बी श्रंृखला होती है।
- पॉलीथीन कठोर, परन्तु मजबूत और लचीला होता है। इसकी पतली चादरें बनायी जा सकती हैं और इसे इच्छित आकारों में भी ढाला जा सकता है। यह एक ताप सुघट्य पदार्थ है। अर्थात् यह गर्म किये जाने पर नर्म हो जाता है, परन्तु ठण्डा होने पर अपने मूल गूणों को पुन: प्राप्त कर लेता है। इसी गुण के कारण अपनी मूल गुणवत्ता को नष्ट किये बिना इसे किसी भी इच्छित आकृति में ढाला जा सकता है। साथ ही पैराफिन जैसा हाइड्रोकार्बन होने के कारण पॉलीथीन रासायनिक अभिक्रिया नहीं करता और जलरोधी होता है। यह विद्युत कुचालक होता है।

पॉलीविनाइल क्लोराइड

- यह एक अन्य सुघट्य बहुलक है। इसका उपयोग बोतलों, फर्श को ढकने, बरसाती कोटों, जूतों के तलों, सैन्डिलों तथा चमड़े जैसे पदार्थो के निर्माण में होता है। पॉलीस्टाइरीन एक प्लास्टिक है जो पॉलीथीन की अपेक्षा अधिक हल्का होता है और सरलता से सांचों में ढाला जा सकता है। इस गुण के कारण इसे बहुत बड़े झाग के रूप में फुलाया जा सकता है, जिसमें हवा के बुलबुले होते हैं। इस रूप में इसे ***स्टाइरोफोम*** या ***थर्मोकोल*** कहते हैं। इसका प्रयोग कोमल एवं भंगुर वस्तुओं को सुरक्षित रखने के लिए पैक करने वाली वस्तु के रूप में होता है। इसे प्रष्ठीतकों तथा कूलरों को खोखली दीवारों में ऊष्मारोधी के रूप में प्रयोग करते हैं।

एक्रीलिक या पर्सपेक्स

- यह एक स्पष्ट पारदर्शी प्लास्टिक है, जिसका कई परिस्थितियों में काँच के स्थान पर प्रयोग होता है। परन्तु कोमल होने के कारण इस पर आसानी से खरोच पड़ जाती है। यह कार्बनिक विलायकों में भी विलीन हो जाता है। सर्वोत्तम प्लास्टिक बहुलकों में से एक बहुलक ***टेफ्लॉन*** भी होता है, जिसका पूरा नाम पॉली टेट्राफ्लुओरो एथीलीन है। जिसे $(CF_2\text{-}CF_2)n$ द्वारा दर्शातें हैं। इसमें CF_2 अणुओं की लम्बी श्रंृखला होती है।
- इसका अत्यधिक उच्च गलनांक होता है और यह काफी निष्क्रिय भी होता है। इन्हीं गुणों के कारण यह इंजीनियरिंग के लिए सर्वश्रेष्ठ पदार्थ माना जाता है। बेकेलाइट ताप दृढ़ ताप पदार्थो का एक सामान्य उदाहरण है। यह एक श्रेष्ठ विद्युतरोधी होता है। जिसके कारण इसका उपयोग विद्युत प्लग, स्विच, टेलीफोन उपकरण के बाहरी ढाँचे तथा अन्य वस्तुएं बनाने में किया जाता है। फार्माइका तथा मेलामाइन, जिनका उपयोग सामान्यत: मेजों की ऊपरी सतह तथा प्याले व क्रॉकरी के निर्माण में किया जाता है। ये सभी तापदृढ़ प्लास्टिक हैं। इनके पृष्ठ कठोर एवं चिकने होते हैं।

संश्लिष्ट तन्तु

- संश्लिष्ट तंतु बहुलक पदार्थो के ही उदाहरण हैं। इनका उपयोग प्राकृतिक रेशों, जैसे-ऊन और रेशम के स्थान पर किया जाता है।

रेयॉन

- यह एक ऐसा रेष्ठा या तंतु होता है, जिसे रूई या लकड़ी के गूदे को किसी रासायनिक विलायक में घोलने पर प्राप्त पदार्थ से बनाया जाता है। रेयॉन में रेष्ठाम जैसी विभा होती है। यह सूती रेष्ठो जैसा ही प्रतीत होता है।

नायलॉन

- रासायनिक दृष्टि से नायलॉन रेष्ठो, रेष्ठाम के रेष्ठों से मिलते-जुलते हैं। नायलॉन के रेष्ठो कठोर, प्रबल तथा जल प्रतिरोधी होते हैं। इनका उपयोग पहनने के कपड़े, मछली पकड़ने की जाली तथा रस्सियाँ बनाने, ब्रष्ठा, कंघे, हुक, जिप चिपकाने तथा मष्ठीनों के पुर्जो के निर्माण में होता है।

पॉलिएस्टर रेष्ठो

- इन रेष्ठों को टेरीलीन, डेक्रॉन तथा टेरीन पेट्रोलियम पदार्थों से बनाया जाता है। इसका सर्वाधिक उपयोग वस्त्र उद्योगों में कमीज, पैन्ट, साड़ी, पर्दे तथा अन्य वस्त्रों के निर्माण में होता है। एक्रिलिक रेष्ठो जो ऊन जैसे प्रतीत होते हैं स्वेटर, ष्ठॉल एवं कम्बल बनाने में काम आते हैं। विभिन्न प्रकार के रेष्ठों की पहचान उनको जलाकर और जलाने के उपरान्त उनके व्यवहार का प्रेक्षण करके की जा सकती है।

पेट्रोलियम

- पष्ठ्वी की सतह के नीचे विष्ठेष स्थानों पर एक ज्वलनष्ठील, विष्ठेष गन्ध वाला गाढ़ा द्रव पाया जाता है। यह द्रव वास्तव में एल्केन हाइड्रोकार्बन का मिश्रण है। यह द्रव पदार्थ परतदार चट्टानों के नीचे कच्चे तेल के रूप में पाया जाता है। पष्ठ्वी के अन्दर पाये जाने के कारण इसे धात्विक तेल भी कहते हैं।

प्राप्ति- मुख्यत: पेट्रोलियम निम्न देष्ठों में पाया जाता है- संयुक्त राज्य अमेरिका, रूस, ईरान, ईराक, मैक्सिकों और बर्मा। विभिन्न देष्ठा में पाये जाने वाले पेट्रोलियम की लगभग प्रतिष्ठात मात्रा निम्न है-

अमेरिका	३६ प्रतिष्ठात
यूरोप	१६ प्रतिष्ठात
दक्षिण अमेरिका	१५ प्रतिष्ठात
एष्ठिया (इराक, ईरान, कुवैत तथा सऊदी अरब)	३३ प्रष्ठित

- तेल की सबसे पहला कुआँ १८५९ ई. में पेन्सल्वेनिया के टाइटसीले नामक स्थान पर खोदा गया था, जिसकी खोज **कर्नल ड्रेक** ने की थी। ष्ठुरू में कच्चे तेल से आसवन द्वारा केवल कैरोसिन तेल निकाला जाता था और अन्य पदार्थ जलाकर नष्ट कर दिये जाते थे। पेट्रोलियम अल्केन हाइड्रोकार्बन यौगिकों (C_1-C_{40}) का मिश्रण है।
- इसमें अल्प मात्रा में ऐरोमैटिक हाइड्रोकार्बन और अन्य संवष्ठ श्रंष्ठला यौगिक तथा सूक्ष्म मात्रा में गन्धक और नाइट्रोजन के यौगिक भी पाये जाते हैं।
- पेट्रोलियम ष्ठोधन- *कच्चा तेल विलेय गैसों, द्रवों और ठोसों का मिश्रण होता है। कच्चे तेल से इन अवयवों को प्रभावी आसवन द्वारा पष्ठक करने की विधि को ष्ठोधन कहते हैं। कच्चे तेल का प्रभावी आसवन एक खड़े प्रभाजक स्तम्भ में किया जाता है। कच्चे तेल को पहले ३७५° ब तक गर्म किया जाता है। फिर इसे प्रभाजक स्तम्भ के मध्य में पहुँचाया जाता है। इसके अधिक क्वथनांक वाले अंष्ठा नीचे और कम क्वथनांक वाले अंष्ठा ऊपर संघनित होते हैं। असंघनित गैसें स्तम्भ के सबसे ऊपर से पष्ठक् होती हैं। कोलतार प्रभाजक में बचा रहता है, जिसे पिच कहते हैं।*
- ***पेट्रोल(गैसोलिन)काष्ठोधन***- पेट्रोल का ष्ठोधन रंग, बुरी गंध, सल्फर यौगिकों तथा असंतष्ठ हाइड्रोकार्बनों को पष्ठक् करने के लिए किया जाता है। सल्फर यौगिक अस्फोटरोधी यौगिकों के प्रभाव को कम कर देते हैं तथा असंतष्ठ हाइड्रोकार्बन इंजन में कार्बन निक्षेपित कर देते हैं। अष्ठुद्ध पेट्रोल को सान्द्र H_2SO_4 या NaOH विलयन से धोकर थायोऐल्कोहॉल पष्ठक कर देते हैं।
- ***मिट्टी तेल का ष्ठोधन***- इसे क्रमष्ठा: सान्द्र H_2SO_4, NaOH तथा जल से धोकर ष्ठुद्ध किया जाता है।
- ***गैस तेल तथा लुब्रिकेटिंग तेल का ष्ठोधन***- इसे SO_2 से निष्कर्षित करके ष्ठुद्ध करते हैं।
- ***भंजन***- अधिक क्वथनांक वाले संकीर्ण हाइड्रोकार्बन यौगिकों को ऊष्मा द्वारा कम क्वथनांक वाले सरल हाइड्रोकार्बन यौगिकों में बदलने की क्रिया को भंजन कहते हैं। इस प्रक्रिया को ताप अपघटन भी कहते हैं। भंजन का प्रक्रम अनिष्ठिचत होता है। अणु अनेक स्थानों से टूट कर भिन्न उत्पाद दे सकता है। इस प्रक्रम में संतष्ठ और असंतष्ठ हाइड्रोकार्बन, हाइड्रोजन और कार्बन का मिश्रण प्राप्त होता है।
- ***भंजन द्वारा तेल गैस बनाना***- भंजन द्वारा तेल गैस भी बनाई जाती है, जिसका उपयोग प्रयोगष्ठालाओं में बर्नरों को जलाने में होता है। तेल गैस साधारणत: किरासन तेल या ईंधन तेल से बनाई जाती है। पतली धार हवा की अनुपस्थिति में एक रक्त तप्त लोहे के रिटॉर्ट में गिरायी जाती है। गर्मी के प्रभाव से तेल का भंजन होता है और मिथेन, इथेन आदि सरल हाइड्रोकार्बनों का मिश्रण प्राप्त होता है। इसे हाइड्रॉलिक बॉक्स में भेजा जाता है, जहाँ गैस से मिश्रित तारकोल द्रवित हो जाता है।
- ***पाराफिन मोम***- पेट्रोलियम से प्राप्त होने वाला मोम उसका केवल २ प्रतिष्ठात भाग होता है। यह एक रंगीन और चिकना ठोस पदार्थ होता है। इसमें $C_{10}H_{58}$ तक संतष्ठ हाइड्रोकार्बन

पाया जाता है। यह मोमबत्ती बनाने के काम आता है। इसका उपयोग दियासलाई उद्योग, मोमी कपड़ा बनाने, चमड़े को चिकना करने, बक्सों में तह लगाने आदि में भी होता है। कोयले के चूर्ण का एक उचित उत्प्रेरक की उपस्थिति में भारी तेल के साथ पेस्ट बना लेते हैं। इसको एक पूर्व तापक में २४००° तक गर्म करके एक परिवर्तक में पहुँचा देते हैं।

गैसीय ईंधन

१) **भाप-अंगार गैस**- भाप-अंगार गैस, हाइड्रोजन एवं कार्बन मोनोक्साइड गैसों का मिश्रण होती है। भाप को रक्त तप्त कोक पर प्रवाहित करने पर हाइड्रोजन व कार्बन मोनोक्साइड का मिश्रण प्राप्त होता है, जिसे भाप-अंगार गैस कहते हैं। भाप-अंगार गैस में ५० प्रतिष्ठात कॉर्बन मोनोक्साइड और ५० प्रतिष्ठात नाइट्रोजन होती है।

- कोक का ताप ११००°C के लगभग रखना आवष्ठयक है, क्योंकि इसमें कम ताप हाइड्रोजन, कार्बन मोनोक्साइड और कार्बन डाइऑक्साइड का मिश्रण प्राप्त होता है। कोक का ताप घटने के साथ मिश्रण में कार्बन मोनोक्साइड की मात्रा घटती है तथा हाइड्रोजन और कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा बढ़ती है। भाप-अंगार गैस का कैलोरी मान प्रोड्यूसर गैस से अधिक होता है।

२) **प्रोड्यूसर गैस**- प्रोड्यूसर गैस, नाइट्रोजन एवं कार्बन मोनोक्साइड गैसों का मिश्रण होती है। गर्म वायु को रक्त-तप्त कोक पर प्रवाहित करने पर नाइट्रोजन और कार्बन मोनोक्साइड का मिश्रण प्राप्त होता है, जिसे प्रोड्यूसर गैस कहते हैं। मिश्रण में नाइट्रोजन वायु से आती है। ष्ठुद्ध प्रोड्यूसर गैस में २.५ से ५ प्रतिष्ठात कार्बनडाईऑक्साइड अष्ठुद्धि के रूप में रहती है। प्रोड्यूसर गैस का कैलोरीमान अन्य गैसीय ईंधनों की तुलना में सबसे कम होता है।

३) **कोयला गैस**- यह गैस मुख्यत: मिथेन, हाइड्रोजन और कार्बन मोनोक्साइड गैसों का मिश्रण होती है। इसे कोयले के भंजक आसवन द्वारा बनाया जाता है। कोयला गैस में हाइड्रोजन ५५ प्रतिष्ठात, मिथेन ३० प्रतिष्ठात, कार्बन मोनोक्साइड ४ प्रतिष्ठात, एथाइन व एथीन ३० प्रतिष्ठात, नाइट्रोजन, ऑक्सीजन व कार्बन डाईऑक्साइड ८ प्रतिष्ठात होती है। कोयला गैस ईंधन एवं प्रदीपक के रूप में प्रयुक्त होती है। इसे जलाने पर हाइड्रोजन, गैसीय हाइड्रोकार्बनों व कार्बन मोनोक्साइड से ऊष्मा उत्पन्न होती है तथा गैसीय हाइड्रोकार्बनों से प्रकाष्ठा उत्पन्न होता है।

४) **पेट्रोल गैस**- पेट्रोल विभिन्न प्रकार के हाइड्रोकार्बनों का मिश्रण होता है। यह आसानी से वाष्पित हो जाता है। पेट्रोल की वाष्प और वायु के मिश्रण को पेट्रोल गैस कहते हैं। पेट्रोल गैस एक विष्ठोष प्रकार के संयंत्र से बनायी जाती है। इस संयंत्र में पेट्रोल को विद्युत ऊष्मक द्वारा गर्म करके उसमें वायु की तेज धारा प्रवाहित की जाती है। वायु और पेट्रोल के वाष्प के मिश्रण को गैस भरने की टंकी में एकत्रित कर लिया जाता है। पेट्रोल गैस का उपयोग प्रयोगष्ठाला में बर्नरों में जलाने के लिए किया जाता है।

तेल और वसा

- तेल और वसा वनस्पति व जन्तुओं से प्राप्त होने वाले पदार्थ हैं। ये वास्तव में ऊँचे वसीय अम्लों तथा कुछ असंतष्ठप्त अम्लों के ग्लिसरॉल में मिले एस्टर हैं। ये एस्टर ग्लिसराइड कहलाते हैं। अत: तेल और वसा को ग्लिसराइड का मिश्रण कहा जा सकता है।
- ***साबुन***- तेल और वसा का क्षारों द्वारा जल अपघटन करने पर वसा अम्लों के लवण प्राप्त होत हैं। वसा अम्लों के ये लवण साबुन कहलाते हैं। यह अभिक्रिया साबुनीकरण कहलाती है। अत: वसीय अम्लों, स्टिऐरिक, पामीटिक, ओलिइक आदि के सोडियम और पोटैष्ठियम लवण साबुन कहलाते हैं। वसीय अम्लों के सोडियम लवण कठोर होते हैं, इसलिए उन्हें कठोर साबुन कहा जाता है और पोटैष्ठियम लवण मुलायम होते हैं, इसलिए ये मुलायम साबुन कहलाते हैं।
- ***मोम***- तेल और वसा के समान मोम भी प्रकृति में पाये जाने वाले एस्टर हैं। परन्तु ये ऐस्टर ग्लिसराइड से भिन्न हैं। इनमें ऊँचे वसीय अम्लों के अणु ग्लिसरॉल के स्थान पर ऊँचे मोनो हाइड्रिक अल्कोहॉल से संयुक्त होकर एस्टर बनाते हैं। उदाहरण के लिए, निम्न प्रकार के मोम मुख्य हैं:

१. ***ष्ठाहद की मक्खी का मोम*** *(Bee's Wax)*: इसमें मुख्य रूप से मिरीसिल पामिटेट ($C_{15}C_{31}COOC_{30}H_{61}$) रहता है। यह मिरिलिस अल्कोहल और पामिटिक अम्ल का एस्टर है।

२. ***कार्नोबा मोम***- यह स्पर्म व्हेल से प्राप्त होता है। इसमें मुख्य रूप से सेटिल अल्कोहल रहता है। यह सेटिल अल्कोहल और पामिटिक अम्ल का एस्टर है। मोम का बहुत अधिक उपयोग जूते की पॉलिष्ठा, लकड़ी की पॉलिष्ठा और वार्निष्ठा आदि बनाने में होता है। इसका उपयोग लेड पेंसिल बनाने में भी होता है।

क्या आप जानते हैं?

- सर्वाधिक प्रतिक्रियाशील ठोस तत्व
  लीथियम (Li)
- सर्वाधिक प्रतिक्रियाशील तरल तत्व
  सीजियम (Caesium-cs)
- सर्वाधिक प्रतिक्रियाशील गैसीय तत्व
  फ्लोरीन (F)
- सर्वाधिक *(Electronegativity)*
  फ्लोरीन (F)
- सर्वाधिक आयनीकरण क्षमता
  हीलियम (He)
- निम्नतम इलेक्ट्रॉन एफीनिटी *(Electron affinity)*
  (Noble Gages) **अक्रिय गैस** *(Zero)*
- रेडियो सक्रियता प्रकृति वाला तरल तत्व
  फ्रेंसियम (Fr)
- आवर्त सारणी में रेडियोसक्रिय तत्वों की कुल संख्या
  २५
- d-Block के अस्थिर तत्व
  जिंक, कैडमियम (cd), पारा (Hg)
- वह तत्व जिसमें न्युट्रॉन नहीं होते
  $_1H^1$
- पृथ्वी पर प्रचुर मात्रा में पाये जाने वाले तत्व
  ऑक्सीजन
- पृथ्वी का सर्वाधिक दुर्लभ तत्व
  एस्टेटीन (At)
- पृथ्वी पर पाया जाने वाला प्रचुर मात्रा में धातु
  एलुमिनियम (Al)
- वह तत्व जिसमें *Catenation* (श्रंखला बनाने की) की सर्वाधिक चेष्टा होती है
  कार्बन
- सर्वाधिक हल्का तत्व
  हाइड्रोजन
- प्राकृतिक रूप में सबसे भारी पाया जाने वाला तत्व
  U^{238}
- धारा का न्यूनतम सुचालक *(Poorest Conductor)*
  लेड (धातु), सल्फर (अधातु)
- Amphoteric अधातु
  सिलिकन (Si)
- विकर्णीय संबंध *(Diagonal relationship)* प्रदर्शित करने वाले तत्व
  Li-Mg; Be-Al; B-Si
- अधातु जो देखने में धातु सदृश्य हैं
  आयोडीन, ग्रेफाइट
- पदार्थ जो गर्म करने पर उर्ध्वपतित *(Sublimated)* हो जाते हैं
  आयोडीन, कपुर, नैफ्थलीन, गंधक।
- अक्रिय धातु *(Noble metal)*
  प्लैटिनम (pt), सोना (Au)
- *Amphoteric* धातु
  जिंक, एलुमिनियम, टिन, लेड
- उच्च गलनांक *(Meting Point)* एवं उच्च क्वथनांक *(Boiling Point)* वाला अधातु
  हीरा
- अत्यधिक फैलाव क्षमता *(Tensile strength)* वाला तत्व
  बेरॉन
- नाभिकीय संयंत्र में प्रशीतक *(Coolant)*
  D_2O (भारी जल)
- सबसे नवीन खोजा गया तत्व
  Hahnium (Ha, atomic no-105) Eka (Eka mercury atomic no. 112)
- पानी में रखा जाने वाला तत्व
  पीला फॉस्फोरस
- किरोसिन तेल में रखा जाने वाला तत्व
  सोडियम, पोटेशियम, आयोडीन, सीजियम (Cs)
- शुष्क बर्फ
  ठोस कार्बन डाइऑक्साइड
- कृत्रिम विस्फोटक
  डायनामाइट
- रसायन विज्ञान में नोबेल पुरस्कार पाने वाले प्रथम वैज्ञानिक
  वांट होफ *(Vant Hoff)*
- टींचर आयोडीन *(Tincture Iodine)*
  एल्कोहल में आयोडीन
- साधारणतया प्रयुक्त होने वाले ऑक्सीकारक
  H_2O_2, SO_2, SO_3, Cl_2, H_2SO_4, HNO_3
- साधारणतया प्रयुक्त होने वाले अवकारक
  SO_2, H_2S, Cl_2, ब्लीचिंग पाउडर
- अधातु के उदासीन ऑक्साइड *(Neutral Oxides)*

CO, N_2O, NO, H_2O

- **शुष्क रंधक** *(Dry bleacher)*

  O_3
- **प्राकृतिक विस्फोटक**

  NCl_3
- *Amphoteric* **ऑक्साइड**

  $ZnO, PbO, Al_2O_3, SnO, BeO$
- **कुछ बहुआकृतिक** *(Polymorphic)* **तत्व**

ऑक्सीजन, सल्फर, फॉस्फोरस

- साधारण ताप पर पारा, गेलियम और सीजियम धातुएँ द्रव हैं और शेष धातुएँ ठोस हैं।
- साधारण ताप पर अधातुओं में ब्रोमीन द्रव है तथा शेष अधातुएँ ठोस या गैस हैं।
- धातुओं में सिल्वर सबसे अच्छा सुचालक और सीसा कुचालक होता है।
- कार्बन को छोड़कर अधातुएँ नरम होती हैं।
- हीरा सभी प्राकृतिक वस्तुओं में सबसे अधिक कठोर होता है।

महत्वपूर्ण रासायनिक विधियाँ

संबंधित तत्व/यौगिक	
• **बॉस विधि** (Bosch process)	Hydrogen
• **केस्टनर विधि** (Castner process)	Sodium
• **डाउन विधि** (Down process)	Sodium
• **नेल्सन सेल** (Nelson cell)	NaOH
• **केस्टर केल्नर सेल** (Caster Kellner cell)	NaOH
• **लोविंग विधि** (Lowing process)	NaOH
• **लेबलेंक विधि** (Leblanc process)	K_2CO_3
• **प्रेक्ट विधि** (Precht process)	K_2CO_3
• **मेक ऑर्थर फोरेस्ट विधि** MacArthur Forrest process (Cyanide process)	Ag
• **पार्क विधि** (Parke's process)	Ag
• **पेटिन्सन विधि** (Pattinson's process)	Ag
• **कपलेष्ठान विधि** (Cupellation process)	Ag (Purification)
• **मोंड विधि** (Mond process)	Ni
• **बेयर विधि** (Baeyer's process)	Al
• **सर्पेक विधि** (Serpeck's process)	Al
• **हूप विधि** (Hoop's process)	Al (Purification)
• **हॉल हेरॉल्ट विधि** (Hall-Heroult process)	Al
• **कार्टर विधि** (Carter process)	Basic lead carbonate (White lead)
• **हेबर विधि** (Haber's process)	NH_3
• **ओस्टवाल्ड विधि** (Ostwald process)	NO, HNO_3
• **डेकॉन विधि** (Deacon's process)	Cl_2
• **लेड चेम्बर विधि** (Lead chamber process)	H_2SO_4
• **कान्टेक्ट विधि** (Contact process)	H_2SO_4
• **काल्दो एंड एल.डी. विधि** (Kaldo and L.D. process)	Steel
• **कोरे हाउस** (Corey-House)	Alkane

Gupta Classes

- **ऑक्सो विधि** (Oxo process) — Alcohol
- **डाउ का समुद्री जल विधि** (Dow's sea water process) — Mg
- **पेजिऑन विधि** (Piageon process) — Mg
- **सायनामाइड विधि** (Cyanamide process) — NH_3
- **बेस्मर-थॉमस विधि** (Bessemer-Thomas process) — Steel
- **सीमेन्स विधि** (Siemens process) — Steel
- **फ्रेस्क विधि** (Frasch process) — Sulphur

महत्वपूर्ण मिश्रधातु

नाम	संरचना
एल्यूमिनियम काँसा Aluminium bronze	Cu + Al
पीतल Brass	Cu + Zn
काँसा Bronze	Cu + Sn
बेल धातु Bell metal	Cu + Sn
सिक्का मिश्रधातु (लाल) Coin alloys (Red)	Cu + Zn + Sn
सिक्का मिश्रधातु (सफेद) Coin alloys (White)	Cu + Ag + Zn + Ni
ड्यूरेलुमिन Duralumin	Al + Cu + Mg + Mn
जर्मन सिल्वर (निकेल सिल्वर) German Silver (nickel silver)	Cu + Zn + Ni
गन धातु Gun Metal	Cu + Sn + Zn
मैग्नेलियम Magnalium	Al + Mg
प्यूटर Pewter	Pb + Sn
सोल्डर Solder	Pb + Sn
टाइप धातु Type metal	Pb + Sb + Sn
काष्ट धातु Wood metal	Bi + Pb + Sn + Cd
Y-मिश्रधातु Y-alloy	Cu + Al
देवर्दा मिश्रधातु Devarda's alloy	Cu + Al + Zn
फेरोसिलिकन Ferrosilicon	Fe + Si
फेरोवेनेडियम Ferrovanadium	Fe + V
मोनेल धातु Monel metal	Ni + Cu + (Fe + Mn is traces)
निमोनिक श्रंछला Nimonic series	Ni + Cr + Co + Al + Ti
हेस्टेलॉय सी नाइक्रोम Hastelloy C Nochrome	Ni + Cr

रसायन वैज्ञानिक	उनकी खोज
बोर (Bohr)	**परमाणु मॉडल, आवर्त सारणी का विस्तृत स्वरूप**
बर्जेलियस (Burzelius)	**कैटेलिसिस**
बेकरेल (Becquerrel)	**रेडियोधर्मिता**

Gupta Classes

• ब्रॉन्सटेड-लौरी (Bronsted-Lowry)	अम्ल-भस्म संकल्पना
• चैडविक (Chadwick)	न्यूट्रॉन की खोज
• डिबोई-हकल (Debye-Huckel)	सष्ठाक्त इलेक्ट्रोलाइड का सिद्धान्त
• डी ब्रॉगली (de Broglie)	इलेक्ट्रॉन की तरंग प्रकृति
• फैराडे (Faraday)	विद्युत अपघटन के सिद्धान्त
• फजन (Fajan)	धनायन का ध्रुवीकरण
• गोल्डस्टीन (Goldstein)	प्रोटोन की खोज
• हेल्महोल्ट्ज (Helmholtz)	ऊष्मा गतिकी का प्रथम सिद्धान्त
• हंड-मूलीकेन (Hund-Mulliken)	आणविक-कक्षीय सिद्धान्त
• हिटलर-लंदन (Heitlor-London)	संयोजकता बंध सिद्धान्त
• मैडम क्यूरी एंड एफ जोलिऑट (Madam Curie and F. Joliot)	कृत्रिम रेडियो धर्मिता
• लिबी (Libby)	रेडियोधर्मी डेटिंग
• लारेन्स (Lawrence)	साइक्लोट्रॉन
• मैक्सवेल (Maxwell)	गैसों का गतिज सिद्धान्त
• मेंडलिफ (Mendeleef)	आवर्त सारणी
• मिलिकन (Mulliken)	इलेक्ट्रॉन-आवेष्ठ
• मॉस्ले (Mosley)	आधुनिक आवर्त सारणी
• नर्स्ट (Nernst)	इलेक्ट्रोड विभव
• ऑस्वाल्ड (Ostwald)	कमजोर विद्युत अपघटकों के नियम
• पॉलिंग-स्लेटर (Pauling-Slater)	संयोजकता बंध सिद्धान्त
• प्लैंक (Planck)	प्रकाष्ठ का तरंगीय सिद्धान्त
• रदरफोर्ड (Rutherford)	न्यूट्रॉन की खोज
• रोन्टजन (Roentzen)	एक्स-किरणों की खोज
• रेले-रामसे (Rayleigh-Ramsay)	आर्गन की खोज
• रामसे-ट्रेवर्स (Ramsay-Travers)	नियोन, क्रिप्टॉन एवं जेनॉन की खोज
• सॉडी-फजन (Soddy-Fajan)	वर्ग स्थानांतरण नियम
• सोरेन्सन (Sorenson)	pH
• ष्ठाल्ज-हार्डले (Schulze-Hardly)	विद्युतीय अपघटन से जमाव
• थॉमसन (Thomson)	इलेक्ट्रॉन की खोज
• टीन्डल (Tyndall)	ठोस कणों से प्रकाष्ठ का प्रकीर्णन
• यूकाबा (Yukawa)	मेसॉन की खोज

8. वैज्ञानिक शाखाएं

[A]

Acarology	जन्तु विज्ञान की इस ष्ठाखा के अंतर्गत किलनी (जूँ) एवं जीवाणु के बारे में अध्ययन।

Gupta Classes

Acoustics	इसके अन्तर्गत ध्वनि का अध्ययन।
Aerodynamics	गति तथा ठोस द्रव्य जैसे एयर क्राफ्ट एवं मिसाइल की हवा में गति एवं नियंत्रण का अध्ययन करती है।
Aeronautics	उड़ान की कला का विज्ञान।
Aerostatics	स्थैतिकी की शाखा, जिसमें गैसों का गैसों एवं उसके निकायों के साथ साम्यावस्था का अध्ययन।
Aetiology	कारिकी विज्ञान।
Agrobiology	इसके अंतर्गत पौधो के जीवन एवं पोषण का अध्ययन।
Agrology	इसके अंतर्गत मृदा विज्ञान एवं फसलों के उत्पादन का अध्ययन।
Agronomy	इसमें फसलों का अध्ययन किया जाता है।
Agrostology	इसमें घासों का अध्ययन किया जाता है।
Alchemy	प्राचीन रसायन विज्ञान।
Anatomy	पौधों के आंतरिक भागों का अध्ययन।
Anaesthesiology	आयुर्विज्ञान की शाखा जो अचेतन अवस्था में रोगी की स्थिति एवं निश्चेतक के क्रियान्वयन का अध्ययन करती है।
Anthropology	मानव जाति के शारीरिक एवं सांस्कृतिक विकास का अध्ययन।
Arboriculture	वृक्षों एवं सब्जियों की कृषि।
Archacology	भग्नावशेष का अध्ययन।
Astrochemistry	आकाशीय पिण्ड में पाए जाने वाले पदार्थो के संघटन एवं अभिक्रियाओं का अध्ययन।
Astrogeology	अन्य ग्रहों में उपस्थित पर्वत एवं खनिज की संरचना एवं स्वरूप का अध्ययन।
Astrology	ज्योतिष शास्त्र।
Astronautics	अंतरिक्ष यात्रा का विज्ञान।
Astronomy	ब्रह्माण्डीय पिण्डो का अध्ययन।
Astrophysics	ब्रह्माण्डीय पिण्डों का भौतिक प्रकृति का अध्ययन।

[B]

Bacteriology	जीवाणुओं का अध्ययन।
Biochemistry	सजीवों में रासायनिक प्रक्रिया का अध्ययन।
Biology	सजीवों अध्ययन।
Biometry	सजीवों का गणितीय अध्ययन।
Bionics	जैविक संसार में उपस्थित क्रियाओं एवं गुणों का अध्ययन तथा मशीनों में इसका अनुप्रयोग।
Bionomics	सजीव एवं उसके पर्यावरण के मध्य सह-संबंध का अध्ययन।
Bionomy	जैविकीय नियम का विज्ञान।
Biophysics	जैविक क्रियाओं की भौतिकी। (जैव- भौतिकी)
Botany	वनस्पति शास्त्र

[C]

Cardiology	हृदय की क्रियाओं का अध्ययन।
Carpology	फलों एवं बीजों का अध्ययन।
Cetology	जलीय स्तनधारी का अध्ययन।
Chemistry	रसायन शास्त्र।
Chemotherapy	रसायन संबंधी उपचार।
Cherology	भौगोलिक क्षेत्रों तथा जन्तुओं/पौधों के वितरण का अध्ययन।
Chronobiology	जीवन काल का अध्ययन।
Chronology	ऐतिहासिक परिघटनाओं का क्रमबद्ध ज्ञान।
Conchology	मोलस्का कोष्ठिकाओं का अध्ययन।
Cosmogony	ब्रह्माण्डीय पिण्डों की प्रकृति का विज्ञान।
Cosmography	ब्रह्माण्डीय स्वरूप का अध्ययन।
Cosmology	ब्रह्माण्डीय प्रकृति, उत्पत्ति एवं जीवनगाथा का अध्ययन।
Craniology	कपाल (खोपड़ी) का अध्ययन।
Criminology	अपराध शास्त्र।
Cryptography	रहस्यमय दस्तावेजों का अध्ययन।
Crystallography	क्रिस्टल के संरचना-स्वरूप-गुणों

	का अध्ययन।
Cryogenics	निम्न ताप पर उत्पादन नियंत्रण एवं अनुप्रयोग का विज्ञान।
Cytochemistry	कोष्ठिका संबंधी रसायन विज्ञान।
Cytogenetics	कोष्ठिका विज्ञान एवं आनुवंष्ठिकों के दृष्टिकोण से वंष्ठानुगति का अध्ययन।
Cytology	कोष्ठिका विज्ञान।
Cytopathology	रोगयुक्त कोष्ठिकाओं का अध्ययन।
	[D]
Dactylography	परीक्षण हेतु फिंगर प्रिण्ट का अध्ययन।
Dactylogy	फिंगर प्रिंट का अध्ययन।
Dandrology	वष्ठों का अध्ययन।
Dietetics	कुपोषण एवं पोषण का अध्ययन।
	[E]
Ecology	जंतुओं और पौधों का अपने वातावरण के साथ संबंध।
Econometrics	आर्थिक सिद्धांतों का गणितीय अनुप्रयोग।
Economics	अर्थष्ठास्त्र।
Embryology	भ्रूण विज्ञान।
Endocrinology	अन्तः स्त्रावी विज्ञान।
Entomology	कीट विज्ञान।
Epidemiology	संक्रामक रोगों का अध्ययन।
Epigraphy	लिपि ष्ठास्त्र।
Epistemology	ज्ञान की प्रकृति का अध्ययन।
Eschatology	मष्ठ्यु एवं भाग्य का अध्ययन।
Etanography	नष्टविज्ञान की वह ष्ठाखा, जो व्यक्तिगत संस्कृतियों का वैज्ञानिक वर्णन करती है।
Ethnology	नष्टविज्ञान की वह ष्ठाखा जो मानव प्रजातियों की उत्पत्ति-वितरण गुणों का अध्ययन करती है।
Ethology	जन्तु प्रकृति का अध्ययन।
Eugenics	सुजननिकी।
Exobiology	वाह्य जीव विज्ञान।
	[G]
Genecology	आवासीय दृष्टिकोण से पौधों के आनुवंष्ठिक संघटन का अध्ययन।
Gensiology	पीढ़ी विज्ञान।
Genetics	आनुवांष्ठिकी।
Geobiology	स्थलीय जीव विज्ञान।
Geobotany	स्थलीय वनस्पति विज्ञान।
Geochemistry	भू-रसायन विज्ञान।
Geology	भू-विज्ञान।
Geomedicine	भू-आयुर्विज्ञान।
Geomorphology	स्थलीय आकृति की उत्पत्ति, विकास एवं गुणों का अध्ययन।
Geophysics	भू-भौतिकी।
Geriatrics	आयुर्विज्ञान की वह ष्ठाखा जो प्रौढ़ व्यक्तियों को प्रभावित करने वाले रोगों के परीक्षण एवं उपचार का अध्ययन करती है।
Geriodontics	प्रौढ़ व्यक्तियों में दंत रोगों का अध्ययन।
Gerontology	वष्ठावस्था एवं उसके रोगों का अध्ययन।
Gynaecology	माता जनन तन्त्र से संबंधित रोगों का अध्ययन।
	[H]
Haemetology	रक्त विज्ञान।
Hepatology	यकृत का अध्ययन।
Histology	ऊतक विज्ञान।
Horticulture	पुष्पों, फलों, सब्जियों एवं सजावटी पौधों का उत्पादन।
Hydrodynamics	जल गतिकी।
Hydrology	जलमण्डल एवं वायुमण्डल में उपस्थित जल के गुणों का अध्ययन।
Hydropathy	जल के वाह्य एवं आंतरिक प्रयोगों से रोग का उपचार।
Hydroponics	पौधों के जड़ों का मष्ठा की अपेक्षा पोषक जलीय विलयन में रखकर पौधे का विकास करना।
Hydrostatics	जल-स्थैतिकी।
Hygiene	स्वास्थ्य संरक्षण विज्ञान।

Hypnology	निद्रा का अध्ययन।
	[I]
Iehthyology	मत्स्य विज्ञान।
Immunology	प्रतिरक्षा तन्त्र विज्ञान।
	[L]
Lalopathology	वाक् कला की अनियमितता का अध्ययन।
Lithology	चट्टान के गुणों का अध्ययन।
	[M]
Malacology	मोलस्का विज्ञान।
Metallography	धातु एवं मिश्रधातु की क्रिस्टल संरचना का अध्ययन।
Meteorology	वायुमण्डल विज्ञान।
Metrology	जीवाणु कवक एवं रोगजनक प्रोटोजोआ का वैज्ञानिक अध्ययन।
Minerology	खनिज तत्व के वितरण एवं गुणों का अध्ययन।
Moleculer Biology	सूक्ष्म विज्ञान।
Morphology	वाह्य आकारिकी।
Mycology	कवक विज्ञान।
Myrmecology	चींटी का अध्ययन।
	[N]
Nephrology	वृक्क संबंधी रोगों का अध्ययन।
Neurology	तंत्रिका विज्ञान
Neuropathology	तंत्रिका तन्त्र संबंधी रोगों का अध्ययन।
Neurophysiology	तंत्रिका तन्त्र संबंधी प्रक्रियाओं एवं भौतिक तथा रासायनिक परिवर्तनों का अध्ययन।
Neumerology	गणना विज्ञान।
	[O]
Obstetrics	आयुर्विज्ञान की वह शाखा जो गर्भावस्था एवं बच्चे के जन्म संबंधी क्रियाओं का अध्ययन।
Oceanography	समुद्र विज्ञान।
Odontology	दन्त-विज्ञान।
Olfactology	घ्राण शक्ति का अध्ययन।
Oncology	ट्यूमर का अध्ययन।
Ophthalmology	आँख एवं आँख संबंधी रोगों का अध्ययन।
Oology	अण्डा मुख्य रूप से चिड़ियों के अण्डों का अध्ययन।
Ophiology	सर्प विज्ञान।
Orology	पर्वतों का अध्ययन।
Optics	प्रकाश के गुणों का अध्ययन।
Ornithology	पक्षी विज्ञान।
Orthondontics	दन्त संबंधी अनियमितताओं एवं समस्याओं का अध्ययन।
Orthopaedics	पेशीय कंकाल तन्त्र के रोगों की पहचान उपचार एवं निवारण का विज्ञान।
Osteology	अस्थि विज्ञान।
Otology	कान का अध्ययन।
Otorhinolaryngology	नाक, कान गला संबंधी रोगों का अध्ययन।
	[P]
Palaeobotany	जीवाश्म वनस्पति विज्ञान।
Palaeontology	जीवाश्म विज्ञान।
Palaeozoology	जीवाश्म जन्तु विज्ञान।
Parasitology	जीवाणु विज्ञान।
Pathology	रागों का अध्ययन।
Pedology	मृदा विज्ञान।
Petrology	चट्टान की उत्पत्ति, संघटन एवं संरचना का अध्ययन।
Phormacology	दवाओं का शरीर में प्रभाव का अध्ययन।
Penology	अपराधियों के उपचार का अध्ययन।
Phryngology	फैरिंग्स एवं संबंधित रोगों का अध्ययन।
Phenology	पोधों की क्रमिकता का अध्ययन।
Philology	लिखित दस्तावेजों एवं उनकी प्रमाणिकता का अध्ययन।
Phonetics	ध्वनि को उत्पत्ति, संप्रेषण एवं ग्राह्यता का अध्ययन।
Photobiology	जीवों पर प्रकाश के प्रभाव का अध्ययन।
Phrenology	खोपड़ी की संरचना के आधार पर मस्तिष्क की संरचना (गुणवत्ता,

	प्रकृति आदि) का निर्धारण।
Phthisiology	क्षय, रोग का वैज्ञानिक अध्ययन।
Phyedogy	ष्ठौवाल का अध्ययन।
Physical Science	प्राकृतिक नियमों एवं प्रक्रियाओं का अध्ययन।
Physics	भौतिक विज्ञान।
Physiography	भौतिक भू-विज्ञान।
Physiology	सजीवों में विभिन्न अंगों की प्रक्रियाओं का अध्ययन।
Phytogeny	पौधों की उत्पत्ति एवं विकास से संबंधित विज्ञान।
Phytopathology	पौधों में उत्पन्न रोगों की उत्पत्ति, प्रकृति एवं निवारण का अध्ययन।
Pomology	फलों का अध्ययन।
Potamology	नदियों का अध्ययन।
Psychiatry	मानसिक एवं भावनात्मक अनियमितता का अध्ययन
Psychology	मनुष्य एवं जन्तु व्यवहार का अध्ययन।
Pteridology	फर्न का अध्ययन।
	[R]
Radio Astronomy	रेडियो खगोल विज्ञान।
Radio Biology	सजीवों पर विकिरण के प्रभावों का अध्ययन।
Radiology	*X.Ray* और *Radioactivity* का अध्ययन।
	[S]
Seismology	भूकम्प विज्ञान।
Selenoigy	चंद्रमा उसकी प्रकृति उत्पत्ति एवं गति का वैज्ञानिक अध्ययन।
Sericulture	रेष्ठम विज्ञान।
Sitology	पोषण विज्ञान।
Sociology	समाज ष्ठास्त्र।
Spectroseophy	स्पेक्ट्रोस्कोप के प्रयोग से द्रव्य एवं उसकी ऊर्जा का अध्ययन।
Syllepsiology	गर्भावस्था से संबंधित आयुर्विज्ञान की ष्ठाखा।
Symptomatology	रोग के लक्षणों से संबंधित आयुर्विज्ञान की ष्ठाखा।
Syndesmology	संयोजी ऊतक से संबंधित विज्ञान।
	[T]
Teleology	प्रकृति के उद्देष्ठ्यों की प्रमाणिकता का अध्ययन।
Telepathy	मस्तिष्क का परस्पर संचार।
Teratology	असमान्य वष्ठिद्र एवं विकृति निर्माण संबंधी भ्रूण विज्ञान की ष्ठाखा।
Theology	धर्म का अध्ययन।
Therapeutics	घाव भरने से संबंधित विज्ञान।
Toxicology	विष विज्ञान
	[U]
Urology	मूत्र जनन नलिका की संरचना एवं प्रक्रिया का अध्ययन।
	[V]
Virology	विषाणु का अध्ययन।
	[Z]
Zoology	जन्तु विज्ञान।
Zymology	किण्वन का अध्ययन।

Gupta Classes