Chapter-3

तत्वों का वर्गीकरण तथा गुणधर्मों में आवर्तिता

(Classification of Elements & Periodicity in Properties)

पाठ्य-पुस्तक के प्रश्नोत्तर

प्रश्न 3.1. आवर्त सारणी में व्यवस्था का मौतिक आधार क्या है?

उत्तर—आवर्त सारणी में तत्वों को उनके इलेक्ट्रॉन विन्यास के अनुसार रखा गया है।

प्रश्न 3.2. मेंडलीव ने किस महत्त्वपूर्ण गुणधर्म को अपनी आवर्त सारणी में तत्त्वों के वर्गीकरण का आधार बनाया? क्या वे उस पर दृढ़ रह पाए?

उत्तर—मेंडलीव ने तत्त्वों का परमाणु भार के आधार पर वर्गीकरण किया। तत्त्वों को क्षैतिज पंक्तियों और ऊर्ध्वाधर स्तम्भों में रखकर वर्गीकरण किया है। समान गुणधर्म के तत्त्व एक ही समूह में आते हैं।

प्रश्न 3.3. मेंडलीव के आवर्त नियम और आधुनिक आवर्त नियम में मौलिक अंतर क्या है?

उत्तर—मेंडलीव का आवर्त नियम परमाणु भार पर आधारित था, जबकि आधुनिक आवर्त नियम परमाणु संख्या पर आधारित है।

मेंडलीव के अनुसार तत्त्वों के गुणधर्म उनके परमाणु भारों के आवर्ती फलन होते हैं, जबकि आधुनिक आवर्त नियम के अनुसार तत्त्वों के भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्म उनके परमाणु क्रमांकों के आवर्ती फलन होते हैं।

प्रश्न 3.4. क्वांटम संख्याओं के आधार पर यह सिद्ध कीजिए कि आवर्त सारणी के छठवें आवर्त में 32 तत्त्व होने चाहिए।

उत्तर—जब $n = 6,$

तब $l = 0, 1, 2, 3, 4, 5$

कक्षकों के ऊर्जा स्तर $6s < 4f < 5d < 6p$

कुल कक्षकों की संख्या $= 10$

यहाँ पर, $s = 1, p = 3, d = 5$ तथा $f = 7$

किसी कक्षक में अधिक-से-अधिक दो इलेक्ट्रॉन होते हैं।

अत: छठवें कक्ष में 32 इलेक्ट्रॉन होते हैं।

प्रश्न 3.5. आवर्त और वर्ग के पदों में यह बताइए कि $Z = 14$ कहाँ स्थित होगा?

उत्तर—परमाणु क्रमांक 14 का संकेतन Si है। यह आवर्त सारणी के तीसरे समूह एवं वर्ग संख्या 14 का है। इसका विन्यास $3s^2\ 3p^2$ है।

प्रश्न 3.6. उस तत्त्व का परमाणु क्रमांक लिखिए, जो आवर्त सारणी में तीसरे आवर्त और 17 वें वर्ग में स्थित होता है?

उत्तर—तीसरे आवर्त और 17 वें वर्ग से सम्बन्धित तत्त्व का परमाणु क्रमांक $= 17\,(2, 8, 7)$

यह क्लोरीन परमाणु है।

प्रश्न 3.7. कौन से तत्त्व का नाम निम्नलिखित द्वारा दिया गया है?

(i) लॉरेन्स बर्कले प्रयोगशाला द्वारा

(ii) सी बोर्ग समूह द्वारा

उत्तर—(i) लॉरेन्स बर्कले प्रयोगशाला द्वारा Bk बाकलियम तथा परमाणु क्रमांक 97 नाम दिया गया है।

(ii) सी बोर्ग समूह द्वारा सी बोगीयम (Sg) तथा परमाणु क्रमांक 106 नाम दिया गया है।

प्रश्न 3.8. एक ही वर्ग में उपस्थित तत्त्वों के भौतिक और रासायनिक गुणधर्म समान क्यों होते हैं?

उत्तर—ऊर्ध्वाधर वर्ग में तत्त्वों का इलेक्ट्रॉन विन्यास समान होता है और इनके बाह्यतम कोश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या समान होती है।

अत: गुणधर्मों में समानता, इलेक्ट्रॉन विन्यास में समानता के कारण होती है; जैसे वर्ग एस के तत्त्वों में s कक्षक में इलेक्ट्रॉनों की संख्या एक होती है।

प्रश्न 3.9. परमाणु त्रिज्या और आयनिक त्रिज्या से आप क्या समझते हैं?

उत्तर—**परमाणु त्रिज्या**—अधातुओं में जैसे क्लोरीन की परमाणु त्रिज्या सहसंयोजक त्रिज्या होती है और यह परमाणुओं के बीच आबंध की आधी होती है।

Cl अणु में आंबध दूरी $= 198\,\text{pm}$

$\therefore$ परमाणु या सहसंयोजक त्रिज्या $= \frac{198}{2}\,\text{pm} = 99\,\text{pm}$

धातुओं में परमाणु त्रिज्या वास्तव में धात्विक त्रिज्या होती है, जो नाभिक और बाह्यतम इलेक्ट्रॉन के मध्य की दूरी की आधी होती है। जैसे—कॉपर परमाणुओं के मध्य दूरी 256 pm होती है।

अत: धात्विक त्रिज्या 128 है।

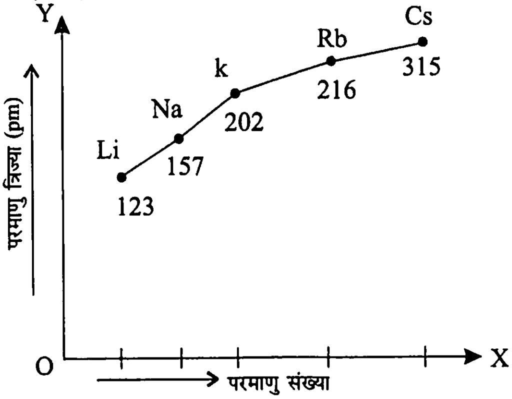
दूरी ओर आयनन त्रिज्या किसी आयन के नाभिक और बाह्य इलेक्ट्रॉन के बीच की दूरी की आधी होती है।

प्रश्न 3.10. किसी वर्ग या आवर्त में परमाणु त्रिज्या किस प्रकार परिवर्तित होती है? इस परिवर्तन की व्याख्या आप किस प्रकार करेंगे?

उत्तर—परमाणु त्रिज्या की आवर्त में आवर्त प्रवृत्ति—आवर्त में बायीं से दायीं ओर जाते समय परमाणु त्रिज्या घटती है; क्योंकि समान आवर्त में बाह्य इलेक्ट्रॉनों की संख्या समान रूप से बढ़ने के कारण नाभिकीय आवेश बढ़ता है।

अत: आवेश बढ़ने के साथ इलेक्ट्रॉन के प्रति आकर्षण बढ़ता है, जिससे परमाणु त्रिज्या घटती जाती है।

परमाणु त्रिज्या की वर्ग में आवर्त प्रवृत्ति—वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाते समय परमाणु त्रिज्या बढ़ती जाती है; क्योंकि परमाणु संख्या के साथ नाभिकीय आवेश बढ़ता है, परन्तु एक साथ कक्ष की संख्या आवेश की तुलना में अधिक बढ़ती है और इलेक्ट्रॉन की संख्या समान रहती है।



प्रश्न 3.11. समइलेक्ट्रॉनिक स्पीशीज से आप क्या समझते हैं? एक ऐसी स्पीशीज का नाम लिखिए, जो निम्नलिखित परमाणुओं या आयनों के साथ समइलेक्ट्रॉनिक होगी—

(i) F^- (ii) Ar (iii) Mg^{2+} (iv) Rb^+

उत्तर—समइलेक्ट्रॉनिक स्पीशीज (परमाणु या आयन) वे स्पीशीज होती हैं, जिनके इलेक्ट्रॉनों की संख्या समान होती है। जैसे—O^{2-}, F, Na^+, Mg^{2+} में से प्रत्येक में 10 इलेक्ट्रॉन होते हैं।

(i) F^- आयन का समइलेक्ट्रॉनिक स्पीशीज Na^+ ($10e^-$) है।

(ii) Ar का समइलेक्ट्रॉनिक स्पीशीज K^+ ($18e^-$) है।

(iii) Mg^{2+} का समइलेक्ट्रॉनिक स्पीशीज O^{2-} ($10e^-$) है।

(iv) Rb^+ का समइलेक्ट्रॉनिक स्पीशीज Rb^- ($36e^-$) है।

प्रश्न 3.12. निम्नलिखित स्पीशीज पर विचार कीजिए—

$$N^{3-}, O^{2-}, F^-, Na^+, Mg^{2+} \text{ और } Al^{3+}$$

(क) इनमें क्या समानता है?

(ख) इन्हें आयनिक त्रिज्या के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित कीजिए।

उत्तर—(क) स्पीशीज $N^{3-}, O^{2-}, F^-, Na^+, Al^{3+}$ समइलेक्ट्रॉनिक स्पीशीज हैं।

प्रत्येक में 10 इलेक्ट्रॉन हैं।

(ख) स्पीशीज $N^{3-}, O^{2-}, F^-, Na^+, Al^{3+}$ का आयन त्रिज्या स्तर निम्न है—

$$Al^{3+} < Na^+ < F^- < O^{2-} < N^{3-}$$

प्रश्न 3.13. धनायन अपने जनक परमाणुओं से छोटे क्यों होते हैं और ऋणायनों की त्रिज्या उनके जनक परमाणुओं की त्रिज्या से अधिक क्यों होती है? व्याख्या कीजिए।

उत्तर—धनायन अपने जनक परमाणुओं से इसलिए छोटे होते हैं; क्योंकि इनमें इलेक्ट्रॉन कम होते हैं, जबकि नाभिकीय आवेश समान होता है।

धनायन में इलेक्ट्रॉन नाभिक से मजबूती से बँधे होते हैं तथा आवेश प्रभाव अधिक होने से अंत: त्रिज्या छोटी होती है।

ऋणायनों में जनक परमाणु की तुलना में अधिक इलेक्ट्रॉन होते हैं।

अत: इन इलेक्ट्रॉनों पर आवेश का प्रभाव कम होता है, जिसके कारण त्रिज्या अधिक होती है।

प्रश्न 3.14. आयनन एन्थैल्पी और इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी को परिभाषित करने में विलगित गैसीय परमाणु तथा आद्य अवस्था पदों की सार्थकता क्या है?

उत्तर—आयनन एन्थैल्पी ऊर्जा की वह आवश्यकता होती है, जो विलगित गैसीय परमाणु से इलेक्ट्रॉन को बाहर करने में चाहिए।

अत:
$$X_g + \text{ऊर्जा} \rightarrow X^+ + e^-$$

इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी वह ऊर्जा परिवर्तन है, तो एक इलेक्ट्रॉन को विलगित परमाणु में जोड़ने के लिए होता है।

$$X_g + e^- \rightarrow X_g^- \quad \Delta H = \Delta HG$$

एक इलेक्ट्रॉन को उदासीन परमाणु में जोड़ने के लिए ऊर्जा मुक्त होती है।

प्रश्न 3.15. हाइड्रोजन परमाणु में आद्य अवस्था में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा -2.18×10^{-18} J है। परमाण्विक हाइड्रोजन की आयनन एन्थैल्पी J mol^{-1} के पदों में परिकलित कीजिए।

उत्तर— आद्य अवस्था में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा $= -2.18 \times 10^{-18}$ J

इलेक्ट्रॉन मुक्त करने में ऊर्जा की आवश्यकता $= +2.18 \times 10^{-18}$ J

$$H_g \rightarrow H_g^+ + e^- \Delta E$$

$$\text{इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा} = +2.18 \times 10^{-18} \text{ J/e}^-$$

मोल संकल्पना अनुसार,

$$= 2.18 \times 10^{-18} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ J mol}^{-1}$$

$$= 13.13 \times 10^5 \text{ J mol}^{-1}$$

प्रश्न 3.16. द्वितीय आवर्त के तत्त्वों में वास्तविक आयनन एन्थैल्पी का क्रम इस प्रकार है–

$$\textbf{Li} < \textbf{B} < \textbf{Be} < \textbf{C} < \textbf{O} < \textbf{N} < \textbf{F} < \textbf{Ne}$$

व्याख्या कीजिए कि–

(i) Be की $\Delta_i H$, B से अधिक क्यों है?

(ii) O की $\Delta_i H$, N और F से कम क्यों है?

उत्तर—(i) Be का ΔH मान B से अधिक है।

Be का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $1s^2\, 2s^2$ है; जबकि B का $1s^2 2s^2 2p^1$ है।

Be परमाणु से इलेक्ट्रॉन को s-कक्षक से हटाया जाता है, जबकि B परमाणु में p-कक्षक से s-कक्षक से इलेक्ट्रॉन युक्त करना कठिन होता है; क्योंकि यह नाभिक के पास होता है।

(ii) ऑक्सीजन परमाणु का इलेक्ट्रॉन विन्यास $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ है; यह न तो आधा भरा है और न ही पूरा है, जबकि N का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ है, जो कि आधा भरा हुआ है।

अत: N परमाणु के कक्षक से इलेक्ट्रॉन मुक्त करना कठिन है; क्योंकि कक्षक आधे भरे हुए हैं, जबकि O परमाणु का इलेक्ट्रॉन विन्यास अपूर्ण है। अत: यहाँ से इलेक्ट्रॉन आसानी से मुक्त हो सकते हैं, इसलिए F परमाणु का नाभिकीय आवेश अधिक होने के कारण F परमाणु का ΔH मान N और O दोनों से अधिक है।

प्रश्न 3.17. आप इस तथ्य की व्याख्या किस प्रकार करेंगे कि सोडियम की प्रथम आयनन एन्थैल्पी मैग्नीशियम की प्रथम आयनन एन्थैल्पी से कम है, किन्तु इसकी द्वितीय आयनन एन्थैल्पी मैग्नीशियम की द्वितीय आयनन एन्थैल्पी से अधिक है।

उत्तर—दोनों में प्रथम इलेक्ट्रॉन $3p$ कक्षक से मुक्त कराया जाता है; परन्तु Na का नाभिकीय आवेश Mg से कम होता है, इसलिए आयनन ऊर्जा Mg से कम है।

$$Na = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \xrightarrow{1E_1} Na^+ \ (1s^2 2s^2 2p^6)$$

$$Mg = 1s^2 2p^2 2p^6 3s^2 \xrightarrow{1E_1} Mg^+ \ (1s^2 2s^2 2p^6 3s^1)$$

एक इलेक्ट्रॉन खोकर सोडियम परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास Na^+, $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ है; यह इलेक्ट्रॉन विन्यास आदर्श गैसों के समान है; यहाँ से दूसरा इलेक्ट्रॉन मुक्त करना आसान नहीं है।

Mg में एक इलेक्ट्रॉन मुक्त होने के बाद इलेक्ट्रॉन विन्यास $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ है; यहाँ $3s$ कक्षक से दूसरा इलेक्ट्रॉन आसानी से हटाया जा सकता है।

अत: सोडियम की आयनन एन्थैल्पी ऊर्जा Mg की आयनन एन्थैल्पी ऊर्जा से अधिक है।

प्रश्न 3.18. मुख्य समूह तत्त्वों में आयनन एन्थैल्पी के किसी समूह में नीचे की ओर कम होने के कारक कौन-से हैं?

उत्तर—(i) नाभिकीय आवेश वर्ग के नीचे की ओर जाते समय बढ़ता है, जिसके कारण आकर्षण बल बढ़ता है और आयनन ऊर्जा का मान बढ़ता है।

(ii) नया कक्ष बढ़ने से इलेक्ट्रॉन की संख्या बढ़ती है, जिसके कारण आवरण प्रभाव या परिरक्षण प्रभाव बढ़ता है। आवरण प्रभाव के बढ़ने से इलेक्ट्रॉन और नाभिक के मध्य आकर्षण बल बढ़ता है। इसके कारण आयनन एन्थैल्पी घटती है।

(iii) वर्ग में नीचे की ओर जाते समय परमाणु आकार बढ़ता है; क्योंकि प्रत्येक परमाणु में एक नया कक्ष जुड़ता चला जाता है, जिसके कारण बाह्य इलेक्ट्रॉन और नाभिक के बीच दूरी बढ़ती है और आकर्षण बल कम हो जाता है। अत: आयनन एन्थैल्पी घटती है।

नाभिक आवेश से परमाणु आकार और आवरण प्रभाव तुलनात्मक रूप से अधिक सक्रिय है। अत: इलेक्ट्रॉन आसानी से दूर किया जा सकता है।

प्रश्न 3.19. वर्ग 13 के तत्त्वों की प्रथम आयनन एन्थैल्पी के मान ($KJ\ mol^{-1}$) में इस प्रकार हैं—

B	Al	Ga	In	Tl
801	577	579	558	589

सामान्य से इस विचलन की प्रवृत्ति की व्याख्या आप किस प्रकार करेंगे?

उत्तर—वर्ग 13 में नीचे की ओर जाते समय (B से Ag तक) प्रथम आयनन ऊर्जा घटती है, क्योंकि परमाणु का आकार एवं आवरण प्रभाव बढ़ता है। लेकिन द्वितीय आयनन ऊर्जा Al की तुलना में Ga से अधिक है, जबकि Tl की बहुत अधिक है। ऐसा इसलिए है कि Al तत्त्व *s*-ब्लॉक तत्त्वों के बाद आता है, जबकि Ga और In *d*-ब्लॉक तत्त्वों के पश्चात् आते हैं और Tl *d* और *f*-ब्लॉक तत्त्वों के बाद में अतिरिक्त *d*-*f* इलेक्ट्रॉन आवरित नहीं करते हैं।

Ga में Al की तुलना में बाह्य इलेक्ट्रॉन नाभिक से मजबूती से बँधा रहता है, इसलिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। Ga से नीचे जाते समय आवरण प्रभाव बढ़ता है, जो नाभिक आवेश के प्रभाव को कम कर देता है; इसलिए Tl की प्रथम आयनन ऊर्जा का मान 1*n* से अधिक होता है।

प्रश्न 3.20. तत्त्वों के निम्नलिखित युग्मों में किस तत्त्व की इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी अधिक ऋणात्मक होगी?

(i) O या F **(ii) F या Cl**

उत्तर—(i) ऑक्सीजन की तुलना में F ($-328\ kJ\ mol^{-1}$) की इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी का मान अधिक (−141 kg mol) है।

(ii) F की तुलना में Cl (−349) की इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी का मान अधिक है।

प्रश्न 3.21. आप क्या सोचते हैं कि O की द्वितीय इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी प्रथम इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी के समान धनात्मक, अधिक ऋणात्मक या कम ऋणात्मक होगी? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

उत्तर—जब ऑक्सीजन परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन को जोड़ा जाता है तथा O आयन बनता है और ऊर्जा मुक्त होती है; परन्तु जब दूसरा इलेक्ट्रॉन O आयन में जोड़ा जाता है, तब प्रतिकर्षण बल को कम करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। अत: दूसरी इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी धनात्मक होती है।

अत: प्रथम इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी

$$O_g + \bar{e} \rightarrow O_g^- \quad \Delta H = -141\ kg\ mol^{-1}$$

दूसरी इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी

$$O_g^- + e_g^- \rightarrow O^{2-} \quad \Delta H = +780\ kg\ mol^{-1}$$

प्रश्न 3.22. इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी और एन्थैल्पी और इलेक्ट्रॉन ऋणात्मकता में मूल अन्तर क्या है?

उत्तर—इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी ओर इलेक्ट्रॉन ऋणात्मकता में मूल अन्तर यह है कि इलेक्ट्रॉन ऋणात्मकता एक परमाणु की आद्य अवस्था में गुणधर्मों को दर्शाता है, जबकि इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी परमाणु की आबंध अवस्था का गुणधर्म है अर्थात् अणु के रूप में इलेक्ट्रॉन ऋणात्मकता एक गुणात्मक गुणधर्म है और मात्रात्मक गुणधर्म नहीं है।

प्रश्न 3.23. सभी नाइट्रोजन यौगिकों में N की विद्युत ऋणात्मकता पाऊलिंग पैमाने पर 3.0 है। आप इस कथन पर अपनी क्या प्रतिक्रिया देंगे?

उत्तर—हालांकि नाइट्रोजन की पाऊलिंग पैमाने पर विद्युत ऋणात्मकता 3.0 है; लेकिन किसी दिए हुए तत्त्व की विद्युत ऋणात्मकता स्थिर नहीं होती है। विद्युत ऋणात्कता जिस तत्त्व के साथ बँधी होती है, उस पर निर्भर करती है। विद्युत ऋणात्मकता एक गुणात्मक गुणधर्म है, मात्रात्मक नहीं।

प्रश्न 3.24. इस सिद्धांत का वर्णन कीजिए, जो परमाणु की त्रिज्या से सम्बन्धित होता है–

(i) जब वह इलेक्ट्रॉन प्राप्त करता है।

(ii) जब वह इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है।

उत्तर—जब कोई परमाणु इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है, तब यह ऋणात्मक आवेश कहलाता है। ऋणायन की त्रिज्या अपने मूल परमाणु से अधिक होती है; क्योंकि जोड़ा गया अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन प्रतिकर्षण बढ़ाता है और नाभिक आवेश कम करता है, जिसके कारण इलेक्ट्रॉन में बादल फैलते हैं और त्रिज्या बढ़ती है।

जब कोई परमाणु एक या अधिक इलेक्ट्रॉन खोता है, तब इस पर धनात्मक आवेश आता है। यह धनायन कहलाता है, धनायन की त्रिज्या अपने मूल परमाणु से छोटी होती है; क्योंकि–

(1) इस आयन में एक उपकक्ष कम होता है।

(2) नाभिक आवेश बढ़ता है।

(i) इलेक्ट्रॉन के गुण होने के कारण उस तत्त्व/आयन में कक्षकों की संख्या कम हो जाती है और आकार घट जाता है।

(ii) धनायन पर इलेक्ट्रॉन कम होते हैं और उसका नाभिक आवेश अधिक होता है। इस कारण वह इलेक्ट्रॉन को अधिक शक्ति से आकर्षित करता है, जिसके कारण त्रिज्या छोटी होती है।

प्रश्न 3.25. किसी तत्त्व के दो समस्थानिकों की प्रथम आयनन एन्थैल्पी समान होगी या भिन्न? आप क्या मानते हैं? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

उत्तर—किसी तत्त्व के समस्थानिक उनमें उपस्थित न्यूट्रॉन की संख्या के कारण अलग होते हैं। समस्थानिक प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन की संख्या बराबर रखते हैं। आयनन एन्थैल्पी का मान नाभिक आवेश और परमाणु के आकार पर निर्भर करता है। यह न्यूट्रॉन की संख्या पर निर्भर नहीं करता है। अत: विभिन्न समस्थानिकों की आयनन एन्थैल्पी समान होती है।

प्रश्न 3.26. धातुओं और अधातुओं में मुख्य अंतर क्या हैं?

उत्तर–1. धातुओं और अधातुओं के भौतिक गुणों में अन्तर–

	धातुएँ	अधातुएँ
(i)	**मिश्र धातु का बनाना**—धातुएँ अधातु या धातुओं से मिलकर मिश्र धातु बनाती हैं।	(i) **मिश्र धातु का बनाना**—अधातुओं की मिश्र धातु नहीं बनाई जा सकती है। **अपवाद**—कार्बन एवं सिलिकॉन आदि इसके अपवाद हैं।
(ii)	**घुलनशीलता**–धातुएँ जल में अघुलनशील होती हैं, लेकिन ये रासायनिक विलेय तैयार करती हैं। $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2$ $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$	(ii) **घुलनशीलता**—कुछ अधातुओं को जल में घोला जा सकता है। जैसे-ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन, लेकिन अधिकतर अधातुएँ जल में अघुलनशील होती हैं।

(iii)	**अवस्था**—कक्ष ताप पर धातु ठोस होती है तथा उच्च ताप पर ऊर्ध्वपातित होती है।	(iii) **अवस्था**—कक्ष ताप पर अधातुएँ गैस, द्रव या भंगुर ठोस के रूप में होती है तथा कम ताप पर ऊर्ध्वपातित हो जाती हैं।
	अपवाद—पारा कक्ष ताप पर द्रव अवस्था में पाया जाता है।	**अपवाद**—कार्बन, सिलिकॉन और बोरॉन उच्च ताप पर ऊर्ध्वपातित होते हैं।
(iv)	**कठोरता**—धातुएँ कठोर होती हैं।	(iv) **कठोरता**—अधातुएँ नरम होती हैं।
	अपवाद—सोडियम और पोटैशियम नरम हैं और चाकू से काटे जा सकते हैं, जबकि सोना और मैग्नीशियम भी कठोर नहीं हैं।	**अपवाद**—हीरा एक कठोर पदार्थ है।
(v)	**चमक**—धातुएँ चमकीली होती हैं।	(v) **चमक**—अधातुएँ चमकीली नहीं होती हैं।
	अपवाद—चमक धात्विक चमक कहलाती है। इन्हें पॉलिक किया जा सकता है।	**अपवाद**—आयोडीन और ग्रेफाइट चमक रखते हैं।
(vi)	**घनत्व**—धातुओं का घनत्व बहुत अधिक होता है।	(vi) **घनत्व**—अधातुओं का घनत्व कम होता है।
	अपवाद—सोडियम और पोटैशियम का घनत्व कम होता है और इनका घनत्व जल से भी कम है, Ca एवं Mg धातुएँ भी कम घनत्व रखती हैं।	**अपवाद**—हीरे का घनत्व ऐलुमिनीयम से भी कम होता है।
(vii)	**क्वथनांक और गलनांक**—धातुओं के क्वथनांक और गलनांक अधिक उच्च होते हैं।	(vii) **क्वथनांक और गलनांक**—अधातुओं के क्वथनांक और गलनांक कम होते हैं।
	अपवाद—सोडियम और पोटैशियम के क्वथनांक और गलनांक कम होते हैं।	**अपवाद**—कार्बन, सिलिकॉन और बोरॉन के क्वथनांक एवं गलनांक उच्च होते हैं।
(viii)	**आघातवर्ध्यता**—धातुएँ आघातवर्ध्यता के गुण को दर्शाती हैं, इन्हें चादर का रूप दिया जा सकता है।	(viii) **आघातवर्ध्यता**—अधातुएँ आघातवर्ध्यता गुण को नहीं दर्शाती हैं। ये भंगुर प्रकृति की होती हैं।
	अपवाद—जिंक एवं आर्सेनिक आदि धातुएँ आघातवर्ध्यता गुण नहीं दर्शाती हैं।	
(ix)	**तन्यता**—धातुएँ तन्य होती हैं। इनको तार का आकार दिया जा सकता है।	(ix) **तन्यता**—अधातुएँ तन्यता गुण को नहीं दर्शाती हैं।
	अपवाद—जिंक एवं आर्सेनिक आदि धातु तन्य नहीं होती हैं।	**अपवाद**—कार्बन ऐसा तन्य होता है।
(x)	**खिंचाव शक्ति**—धातुओं की खिंचाव शक्ति अधिक होती है।	(x) **खिंचाव शक्ति**—अधातुएँ खिंचाव शक्ति नहीं दर्शाते हैं।

	अपवाद—जिंक, आर्सेनिक, एन्टिमनी एवं बिस्मिथ आदि इसके अपवाद हैं।	**अपवाद**—कार्बन रेशे इसमें अपवाद हैं।
(xi)	**चालकता**—धातुएँ, ऊष्मा और विद्युत की चालक होती हैं। **अपवाद**—बिस्मिथ एवं टंगस्टन इसके अपवाद हैं।	(xi) **चालकता**—अधातुएँ, ऊष्मा और विद्युत की कुचालक होती है। **अपवाद**—गैस, कार्बन और ग्रेफाइट इसके अपवाद हैं।
(xii)	**परमाणुकता**—धातुओं के अणु एकल परमाणु होते हैं, जब ये वाष्प अवस्था में होते हैं; जैसे—Na, K, Cu तथा Ag आदि।	(xii) **परमाणुकता**—अधातुएँ बहु-परमाणुकता को दर्शाते हैं। जैसे—ऑक्सीजन अणु की परमाणुकता है, फारस्फोरस की चार आदि।

2. धातु तथा अधातुओं के रासायनिक गुणों में अन्तर—

	धातुएँ	अधातुएँ
(i)	**बाह्य कक्ष में उपस्थित इलेक्ट्रॉन**—धातुओं के बाह्य कक्ष में एक से तीन इलेक्ट्रॉन होते हैं।	(i) **बाह्य कक्ष में उपस्थित इलेक्ट्रॉन**—अधातुओं के बाह्य कक्ष में चार से सात इलेक्ट्रॉन होते हैं। **अपवाद**—हाइड्रोजन परमाणु।
(ii)	**आयन का बनाना**—अधातु इलेक्ट्रॉन खोकर धनआयन बनाती है। $Na \rightarrow Na^+ + e^-$	(ii) **आयन का बनाना**— अधातु इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके या संयुक्त करके ऋणायन बनाती हं। $O + 2e^- \rightarrow O^{2-}$
(iii)	**ऑक्सीकारक या उपचायक गुण**—धातु इलेक्ट्रॉन खोकर ऑक्सीकृत हो जाती है और उपचायक के रूप में कार्य करती है।	(iii) **ऑक्सीकारक या उपचायक गुण**—अधातु इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके अपर्याप्त हो जाती है और ऑक्सीकारक के रूप में कार्य करती है।
(iv)	**विद्युत अपघटन**—जब धातुओं के जलीय वियलन में स विद्युत गुजारते हैं जो इनके आयन कैथोड पर जमा हो जाते हैं। $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$ (तत्त्व) कैथोड	(iv) **विद्युत अपघटन**—जब अधातुओं के जलीय विलयन से विद्युत प्रवाहित करते हैं, तब इनके आयन एनोड पर जमा हो जाते हैं। $Cl^- - e^- \longrightarrow Cl$ ऐनोड
(v)	**ऑक्साइड की प्रकृति**—धातु ऑक्साइड क्षार प्रकृति के होते हैं। अम्लों से क्रिया करके लवण तथा जल बनाते हैं। $CuO + 2HCl \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$ **अपवाद**— Al_2O_3, ZnO, PbO तथा SnO उभयधर्मी गुण को दर्शाते हैं।	(v) **ऑक्साइड की प्रकृति**—अधातु ऑक्साइड अम्लीय प्रकृति के होते हैं तथा जल में घुल कर अम्ल बनाते हैं। $2NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_2 + HNO_3$ **अपवाद**—H_2O, N_2O, NO एवं CO उदासीन होते हैं और ये जल से मिलकर न आयन और न ही क्षार बनाते हैं।

	$ZnO + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2O$ $ZnO + 2KOH \longrightarrow K_2ZnO_2 + H_2O$	
(vi)	**क्लोराइड की प्रकृति**—धातु क्लोराइड विद्युत अपघटय होते हैं तथा विद्युत गुजारने पर ये आयन में विभाजित हो जाते हैं।	(vi) **क्लोराइड की प्रकृति**—अधातु क्लोराइड सहसंयोजी प्रकृति के हेाते हैं और विद्युत धारा का विरोध करते हैं।
	$MgCl_2 \longrightarrow Mg^{2+} + 2Cl^-$ धातु क्लोराइड ऊर्ध्वपातित नहीं होते हैं।	अधातु क्लोराइड उर्ध्वपातित हो जाते हैं। $PCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HCl$
(vii)	**हाइड्राइड की प्रकृति**—आमतौर पर धातु हाइड्रोजन से क्रिया नहीं करती है; लेकिन सोडियम और पौटेशियम धातु हाइड्रोजन से क्रिया करके अस्थाई हाइड्राइड बनाती है।	(vii) **हाइड्राइड की प्रकृति**—अधातु हाइड्रोजन से क्रिया करके स्थाई हाइड्राइड बनाती है; जैसे– H_2O, NH_3 तथा CH_4 आदि।
(viii)	**अम्लों से क्रिया**—धातु अम्लों से क्रिया करके लवण एवं हाइड्रोजन गैस बनाते हैं।	**अम्लों से क्रिया**—अधातु अम्लों से क्रिया नहीं करती है। कुछ अधातुएँ ऑक्सी अम्लों से क्रिया करती हैं।
	$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$ $Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$	$P + 5HNO_3 \longrightarrow H_3PO_4 + 5NO_2 + H_2O$ $S + 6HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$

प्रश्न 3.27. आवर्त सारणी का उपयोग करते हुए निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए-
(क) उस तत्त्व का नाम बताइए, जिसके बाह्य उप-कोश में पाँच इलेक्ट्रॉन उपस्थित हों।
(ख) उस तत्त्व का नाम बताइए, जिसकी प्रवृत्ति दो इलेक्ट्रॉनों को त्यागने की हो।
(ग) उस तत्त्व का नाम बताइए, जिसकी प्रवृत्ति दो इलेक्ट्रॉनों को प्राप्त करने की हो।
(घ) उस वर्ग का नाम बताइए, जिसमें सामान्य ताप पर धातु, अधातु, द्रव और गैस उपस्थित हों।

उत्तर—(क) फ्लोरीन $F = 1s^2\ 2s^2\ 2p^5$ (5 इलेक्ट्रॉन $2p$ कक्षक)
(ख) कैल्सियम (Ca) $= 1s^2 2s^2 2p^6 3p^6 4s^2$ (2 इलेक्ट्रॉन)
(ग) ऑक्सीजन (O) $= 1s^2 2s^2 2p^4$ (2 इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर सकता है।)
(घ) वर्ग 1 यदि हाइड्रोजन को सम्मिलित करता है, जो अधातु गैस है।
Cs द्रव है तथा Ci, NO, K एवं Rb ठोस हैं।

प्रश्न 3.28. प्रथम वर्ग के तत्त्वों के लिए अभिक्रियाशील का बढ़ता हुआ क्रम इस प्रकार है-

$$Li < Na < K < Rb < Cs$$

जबकि वर्ग 17 के तत्त्वों में क्रम
$F > Cl > Br > I$ है।
इसकी व्याख्या कीजिए।

उत्तर—वर्ग एक के तत्त्व धातु हैं। ये तत्त्व एक इलेक्ट्रॉन खोकर एकल धनायन बनाते हैं।
$M \longrightarrow M^+ + e^-$ वर्ग एक में ऊपर से नीचे जाते समय आयनन एन्थैल्पी घटती है तथा एकल धनायन बनाने की प्रवृत्ति बढ़ती है, इसलिए क्रियाशीलता भी ऊपर से नीचे की ओर जाते समय बढ़ती है।

अत: $Li < Na < K < Rb < Cs$

वर्ग 17 के तत्त्व हैलोजन कहलाते हैं। इनका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $ns^2 p^5$ है। इन तत्त्वों की प्रवृत्ति एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की है। सभी हैलोजन क्रियाशील तत्त्व हैं, क्रियाशीलता का अग्र कारण है—

(i) **आबंध तोड़ने की कम ऊर्जा**—F_2 अणु में आबंध ऊर्जा कम होती है। अत: यह सबसे अधिक क्रियाशील है।
(ii) **अधिक इलेक्ट्रॉन लब्धि प्रवृत्ति**—इलेक्ट्रॉन एन्थैल्पी अधिक होने के कारण ये तत्त्व अधिक सक्रिय हैं।
(iii) **अपचय विभव अधिक होना-**

$$\frac{1}{2}F_2 + e^- \longrightarrow F \quad E^0_{red} = 2.87\,V$$

$$\frac{1}{2}I_2 + e^- \longrightarrow I^- \quad E^0_{red} = 0.53\,V$$

अत: क्रियाशीलता क्रम $F > Cl > Br > I$ है।

प्रश्न 3.29. $s-$, $p-$, $d-$ और $f-$ ब्लॉक के तत्त्वों का सामान्य बाह्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।

उत्तर—s-ब्लॉक के तत्त्वों का सामान्य बाह्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= ns^{1-2}$
p-ब्लॉक के तत्त्वों का सामान्य बाह्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= ns^2 np^{1-6}$ (अपवाद $He = 1s^2$)
d-ब्लॉक के तत्त्वों का सामान्य बाह्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= (n-1)d^{1-10} ns^{0-2}$
तथा f-ब्लॉक के तत्त्वों का सामान्य बाह्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= (n-2)f^{0-14}(n-1)d^{0-1}ns^2$

प्रश्न 3.30. तत्त्व, जिसका बाह्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास निम्न है, का स्थान आवर्त सारणी में बताइए—
(i) $ns^2 np^4$, जिसके लिए $n = 3$ है।
(ii) $(n-1)d^2 ns^2$, जब $n = 4$ है तथा
(iii) $(n-2)f^7(n-1)d^1 ns^2$, जब $n = 6$ है।

उत्तर—(i) $ns^2 np^4$ के लिए, $3s^2 3p^4$
पूर्ण इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
परमाणु संख्या $= 2+2+6+2+4 = 16$
तत्त्व सल्फर है, जो वर्ग 16 से सम्बन्धित है।

(ii) $(n-1)d^2 ns^2, n = 4$ के लिए, $3d^2 4s^2$
पूर्ण इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$
यह संक्रमण तत्त्व है, जो वर्ग 4 से सम्बन्धित है।

(iii) $(n-2)f^7(n-1)d^1 ns^2, n = 6$ के लिए,
$4f^7 5d^1 6s^2$
पूर्ण इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^7 5s^2 5p^6 5d^1 6s^2$
यह तत्त्व गेडोलियम (GD) है, जो लैन्थेनाइड श्रेणी का है।

प्रश्न 3.31. कुछ तत्त्वों की प्रथम $\Delta_i H_1$ और द्वितीय $\Delta_i H_2$ आयनन एन्थैल्पी ($kJ\ mol^{-1}$ में) और इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी (Δ_{eg} H kg mol^{-1} में) निम्नलिखित है-

तत्त्व	ΔH_1	ΔH_2	$\Delta_{eg} H$
I	520	7300	−60
II	419	3051	−48
III	1681	3374	−328
IV	1008	1846	−295
V	2372	5251	+48
VI	738	1451	−40

ऊपर दिए गए तत्त्वों में से कौन-सी–

(क) सबसे कम अभिक्रियाशील धातु है?

(ख) सबसे अधिक अभिक्रियाशील धातु है?

(ग) सबसे अधिक अभिक्रियाशील अधातु है?

(घ) सबसे कम अभिक्रियाशील अधातु हैं?

(ङ) ऐसी धातु है, जो स्थायी द्विअंगी हैलाइड (binary halide), जिनका सूत्र MX_2 (X = हैलोजन) है, बनाता है।

(च) ऐसी धातु जो मुख्यत: MX (X = हैलोजन) वाले स्थायी सहसंयोजी हैलाइड बनाती है।

उत्तर— (क) असक्रिय धातु वेनेडियम (V)

(ख) सक्रिय धातु पोटैशियम (K)

(ग) सक्रिय अधातु फ्लोरीन (F)

(घ) सबसे कम सक्रिय अधातु (I)

(ङ) मैग्नीशियम Mg

$$Mg^+ + X_2 \longrightarrow MgX_2$$

(च) लीथियम Li

प्रश्न 3.32. तत्त्वों के निम्नलिखित युग्मों के संयोजन से बने स्थायी द्विअंगी यौगिकों के सूत्रों की प्रयुक्ति कीजिए-

(क) लीथियम और ऑक्सीजन

(ख) मैग्नीशियम और नाइट्रोजन

(ग) ऐलुमीनियम और आयोडीन

(घ) सिलिकॉन और ऑक्सीजन

(ङ) फॉस्फोरस और फ्लुओरीन

(च) 71 वाँ तत्त्व और फ्लुओरीन।

उत्तर— (क) लीथियम और ऑक्साइड (Li_2O)

(ख) मैग्नीशियम और नाइट्राइड (Mg_3N_2)

(ग) ऐलुमीनियम और आयोडाइड (AlI_3)

(घ) सिलिकॉन और ऑक्साइड या सिलिका (SiO_2)

(ङ) फास्फोरस और फ्लुराइड (PF_5)

(च) तत्त्व (Lu) और फ्लुराइड (LuF_3)

प्रश्न 3.33. आधुनिक आवर्त सारणी में आवर्त निम्नलिखित में से किसको व्यक्त करता है?

(क) परमाणु संख्या

(ख) परमाणु द्रव्यमान

(ग) मुख्य क्वांटम संख्या

(घ) दिगंशी क्वांटम संख्या।

उत्तर—(ग) मुख्य क्वांटम संख्या।

प्रश्न 3.34. आधुनिक आवर्त सारणी के लिए निम्नलिखित के संदर्भ में कौन सा कथन सही नहीं है?

(क) *p*-ब्लॉक में 6 स्तंभ हैं, क्योंकि *p*-कोश के सभी कक्षक भरने के लिए अधिकतम 6 इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है।

(ख) *d*-ब्लॉक में 8 स्तम्भ हैं, क्योंकि *d*-उपकोश के कक्षक भरने के लिए अधिकतम 8 इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है।

(ग) प्रत्येक ब्लॉक में स्तम्भों की संख्या उस उपकोश में भरे जा सकने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होती है।

(घ) तत्त्व के इलेक्ट्रॉन विन्यास को भरते समय अंतिम भरे जाने वाले इलेक्ट्रॉन का उप-कोश उसके द्विगंशी क्वांटम संख्या के प्रदर्शित करता है।

उत्तर—(ख) *d*-ब्लॉक में 8 स्तंभ हैं; क्योंकि *d*-उपकोश के कक्षक भरने के लिए अधिकतम 8 इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है।

प्रश्न 3.35. ऐसा कारक, जो संयोजकता इलेक्ट्रॉन को प्रभावित करता है, उस तत्त्व की रासायनिक प्रवृत्ति भी प्रभावित करता है। निम्नलिखित में से कौन-सा कारक संयोजकता कोश को प्रभावित नहीं करता?

(क) संयोजक मुख्य क्वांटम संख्या *(n)*

(ख) नाभिकीय आवेश *(Z)*

(ग) नाभिकीय द्रव्यमान **(घ) क्रोड इलेक्ट्रॉनों की संख्या।**

उत्तर—(घ) क्रोड इलेक्ट्रॉनों की संख्या।

प्रश्न 3.36. सम इलेक्ट्रॉनिक स्पीशीज F^-, Ne और Na^+ का आकार इनमें से किससे प्रभावित होता है?

(क) नाभिकीय आवेश (Z)

(ख) मुख्य क्वांटम संख्या (n)

(ग) बाह्य कक्षकों में इलेक्ट्रॉन-इलेक्ट्रॉन अन्योन्य क्रिया

(घ) ऊपर दिए गए कारणों में से कोई भी नहीं, क्योंकि उनका आकार समान है।

उत्तर—(क) नाभिकीय आवेश (Z)।

प्रश्न 3.37. आयनन एन्थैल्पी के संदर्भ में निम्नलिखित में से कौन सा कथन गलत है?

(क) प्रत्येक उत्तरोत्तर इलेक्ट्रॉन में आयनन एन्थैल्पी बढ़ती है।

(ख) क्रोड उत्कृष्ट गैस के विन्यास से जब इलेक्ट्रॉन को निकाला जाता है, तब आयनन एन्थैल्पी का मान अत्यधिक होता है।

(ग) आयनन एन्थैल्पी के मान में अत्यधिक तीव्र वृद्धि संयोजकता इलेक्ट्रॉनों के विलोपन को व्यक्त करता है।

(घ) कम *n* मान वाले कक्षकों से अधिक *n* मान वाले कक्षकों की तुलना में इलेक्ट्रॉनों को आसानी से निकाला जा सकता है।

उत्तर—(क) प्रत्येक उत्तरोत्तर इलेक्ट्रॉन में आयनन एन्थैल्पी बढ़ती है।

प्रश्न 3.38. B, Al, Mg, K तत्त्वों के लिए धात्विक अभिलक्षण का सही क्रम इनमें कौन-सा है?

(क) B > Al > Mg > K **(ख) Al > Mg > B > K**

(ग) Mg > Al > K > B **(घ) K > Mg > Al > B**

उत्तर—(घ) K > Mg > Al > B

प्रश्न 3.39. तत्त्वों B, C, N, F और Si के लिए अधातु अभिलक्षण का इनमें से सही क्रम कौन-सा है?

(क) B > C > Si > N > F **(ख) Si > C > B > N > F**

(ग) F > N > C > B > Si **(घ) F > N > C > Si > B**

उत्तर–(घ) F > N > C > Si > B

प्रश्न 3.40. तत्त्वों F, Cl, O और N तथा ऑक्सीकरण गुणधर्मों के आधार पर रासायनिक अभिक्रियाशीलता का निम्नलिखित में से कौन-सा तत्त्वों में है?

(क) F > Cl > O > N **(ख) F > O > Cl > N**

(ग) Cl > F > O > N **(घ) O > F > N > Cl**

उत्तर–(क) F > Cl > O > N