2. तत्वों का आवर्ती वर्गीकरण

- तत्व तथा तत्वों का वर्गीकरण
- डोबेरायनर का त्रिक नियम
- न्यूलैंड्ज का अष्टक नियम
- मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी
- आधुनिक आवर्त सारणी

थोड़ा याद कीजिए

1. द्रव्य के प्रकार कौन-से है?
2. तत्वों के प्रकार कौन से है?
3. द्रव्य के सूक्ष्म से सूक्ष्म कण को क्या कहते है?
4. तत्व तथा यौगिक इनके अणुओं में क्या अंतर है?

तत्वों का वर्गीकरण (Classification of elements)

पिछली कक्षाओं में आपने पढ़ा है कि एक ही तत्व के सभी परमाणु एक समान होते हैं । आज की तारीख में विज्ञानजगत को कुल 118 तत्वों की जानकारी प्राप्त हुई है। परंतु इसवी सन 1800 के आसपास केवल 30 ही तत्वों की जानकारी थी । काल के अनुरूप (समय के साथ-साथ) अधिकाधिक तत्वों की खोज होती गई तथा इन तत्वों के गुणधर्म के संबंध में अधिकाधिक जानकारी इकट्ठा होती गई । बड़ी संख्या में उपलब्ध इन तत्वों का अध्ययन आसान होने के लिए उनके संबंध में बड़ी संख्या में उपलब्ध जानकारी में कुछ समानता है क्या यह वैज्ञानिक पता लगाने लगे । आपको मालूम ही है कि प्रारंभ में वर्गीकरणानुसार तत्वों को धातु तथा अधातु ऐसे दो भागों में विभाजित किया गया था । कालांतर में तत्वों का धातुसदृश नामक एक और प्रकार ध्यान में आया । तत्व तथा उनके गुणधर्म के विषय में ज्ञान जैसे-जैसे बढ़ने लगा वैसे-वैसे अलग-अलग वैज्ञानिकों ने वर्गीकरण की भिन्न-भिन्न पद्धतियाँ खोजने का प्रयत्न किया ।

डोबेरायनर के त्रिक (Dobereiner's Triad)

सन 1817 में डोबेरायनर इस जर्मन वैज्ञानिक ने तत्वों के गुणधर्म तथा उनके (परमाणुभारों) परमाणु द्रव्यमानों मे संबंध होने की पुष्टी की । उन्होंने समान गुणधर्मवाले प्रत्येक तीन-तीन तत्वों के समूह बनाकर उन्हें 'त्रिक' नाम दिया । एक त्रिक में तीन तत्वों को उनके परमाणु द्रव्यमानों के आरोही क्रम में इस प्रकार व्यवस्थित किया की मध्य तत्व का परमाणु द्रव्यमान उस त्रिक के अन्य दो तत्वों के परमाणु द्रव्यमानों के लगभग औसत के बराबर होता है । परंतु ज्ञात सभी तत्वों का वर्गीकरण डोबेरायनर के त्रिक में नही हो सका ।

अनु. क्र.	त्रिक	तत्व-1 प्रत्यक्ष परमाणु द्रव्यमान (a)	तत्व- 2		तत्व -3 प्रत्यक्ष परमाणु द्रव्यमान (c)
			औसत = $\frac{a+c}{2}$	प्रत्यक्ष परमाणु द्रव्यमान	
1	Li, Na, K	लिथिअम (Li) 6.9	सोडिअम $\frac{6.9 + 39.1}{2}$ = 23.0	(Na) 23.0	पोटॅशिअम (K) 39.1
2	Ca, Sr, Ba	कॅल्शियम (Ca) 40.1	स्ट्रॉन्शिअम $\frac{40.1 + 137.3}{2}$ = 88.7	(Sr) 87.6	बेरिअम (Ba) 137.3
3	Cl, Br, I	क्लोरीन (Cl) 35.5	ब्रोमीन $\frac{35.5 + 126.9}{2}$ = 81.2	(Br) 79.9	आयोडिन (I) 126.9

2.1 डोबरायनर के त्रिक

बताइए तो

समान रासायनिक गुणधर्मवाले तत्वों के समूह दिए गए है, उनमें से डोबेरायनर के त्रिक पहचानिए । (कोष्ठक में परमाणु द्रव्यमान दिए है) 1. Mg (24.3), Ca (40.1), Sr (87.6) 2. S (32.1), Se (79.0), Te (127.6) 3. Be (9.0), Mg (24.3), Ca (40.1)

न्यूलँड के अष्टकों का नियम (Newlands' Law of Octaves)

अंग्रेज रसायन वैज्ञानिक जॉन न्यूलँड्स ने एक अलग ही मार्ग से परमाणु द्रव्यमान का सहसंबंध तत्वों के गुणधर्म से जोड़ा। सन 1866 में न्यूलँड ने उस समय ज्ञात सभी तत्वों को उनके परमाणु द्रव्यमानों के आरोही क्रम में रखा । इसकी शुरूआत सबसे हल्के तत्व हाइड्रोजन तो अंत थोरियम इस तत्व से हुआ । उन्होंने पाया की प्रत्येक आठवें तत्व का गुणधर्म यह पहले तत्व के गुणधर्म के समान होता है । जैसे सोडियम यह लिथियम से आठवें क्रमांक का तत्व होकर इन दोनों के गुणधर्म समान है । उसी प्रकार मॅग्नेशियम की बेरीलियम से समानता है, तो फ्लोरिन की क्लोरीन के साथ समानता है । न्यूलँड्स ने इस समानता की तुलना संगीत के अष्टक से की । उसने आठवें तथा पहले तत्व के गुणधर्म मे पाए जानेवाली समानता को अष्टक का नियम कहा है ।

क्या आप जानते हैं?

भारतीय संगीत प्रणाली में सा, रे, ग, म, प, ध, नी ये सात मुख्य स्वर होते है और इन्हें सात स्वरों का समूह कहते है । 'सा' से स्वर की बारंबारता बढ़कर 'नी' स्वर आता है । उसके बाद मूल 'सा' के दोगुनी बारंबारता होने पर पुनः सात स्वरों के समूह का 'सा' स्वर आता है । अर्थात सप्तक पूर्ण होने पर स्वरों की पुनरावृत्ती होती हैं । पश्चिम देशो में पाश्चात्य संगीत do, re, mi, fa, sol, la, ti ये सात स्वर होते हैं तथा आठवें स्थान पर दोगुना बारंबारता का do स्वर फिर आता है इसे पाश्चात्य स्वरों का अष्टक कहते हैं । स्वरों के विविधतापूर्ण उपयोग से संगीत की निर्मिती हुई है ।

संगीत के स्वर	डो (सा)	रे (रे)	मी (ग)	फा (म)	सो (प)	ला (ध)	टी (नी)
	H	Li	Be	B	C	N	O
	F	Na	Mg	Al	Si	P	S
तत्व	Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
	Co व Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
	Br	Rb	Sr	Ce व La	Zr		

2.2 न्यूलँड का अष्टक

न्यूलँड्स के अष्टक नियम में बहुत सारी त्रुटियाँ सामने आई । यह नियम केवल कॅल्शियम तत्व तक ही लागू होता है । न्यूलँड ने ज्ञात सभी तत्वो को 7 x 8 इस 56 स्तंभो की सारणी में व्यवस्थित किया । ज्ञात सभी तत्वों को स्तंभो में समाविष्ट करने के लिए न्यूलँडसने कुछ स्थानों पर दो-दो तत्वों को रखा । उदा. Co तथा Ni , Ce तथा La इसके अतिरिक्त उन्होने कुछ भिन्न गुणधर्मावाले तत्वों को एक ही स्वर के नीचे रखा । उदा. Co तथा Ni इन धातुओं को न्यूलँडस ने डो इस स्वर के नीचे, Cl तथा Br इन हॅलोजनों के साथ रखा । इसके विपरीत Co तथा Ni इनसे समानता रखनेवाले Fe को उनसे दूर 'O' तथा S इन अधातुओ के साथ 'टी' इस स्वर के नीचे रखा उसी प्रकार नए खोजे गए तत्वों को समाविष्ट करने के लिए न्यूलँड के अष्टक नियम में कोई प्रावधान नहीं था । कालांतर में खोजे गए नए तत्वों के गुणधर्म न्यूलँड के अष्टक में लागू नहीं होते थे ।

मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी (Mendeleev's Periodic table)

दिमित्री मेंडेलीव्ह इस रशियन वैज्ञानिक ने इसवी सन् 1869 से 1872 इस काल में तत्वों की आवर्त सारणी विकसित की । मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी अर्थात् तत्वों के वर्गीकरण का सबसे महत्वपूर्ण चरण माना गया है । परमाणु द्रव्यमान यह तत्व का मूलभूत गुणधर्म आधार मानकर मेंडेलीव्ह ने उस समय ज्ञात सभी 63 तत्वों को उनके परमाणु द्रव्यमानों के आरोही क्रम में व्यवस्थित रखा । इन तत्वों के भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्मों के अनुसार मेंडेलीव्ह ने तत्वों की आवर्त सारणी की रचना की ।

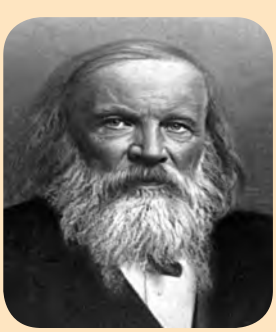
तत्वों की आवर्त सारणी की रचना करते समय मेंडेलीव्ह ने तत्वों के हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के साथ हुए हाइड्राइड़ तथा ऑक्साइड़ यौगिकों के अणुसूत्र यह रासायनिक गुणधर्म और उसी प्रकार उनके हायड्राइड़ तथा ऑक्साइड़ इन यौगिकों के द्रवणांक, क्वथनांक तथा घनत्व इन भौतिक गुणधर्मों का विचार किया । मेंडेलीव्ह के यह ध्यान में आया की एक निश्चित समय के पश्चात भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्मों मे समानता रखनेवाले तत्वों की पुनरावृत्ती होती है । इन निरीक्षणों के आधार पर मेंडेलीव्ह ने आवर्ती नियम का प्रतिपादन निम्नप्रकार से किया । **तत्वों के भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्म उनके परमाणु द्रव्यमानों के आवर्त फलन होते हैं ।**

मेंडेलीव्ह की आवर्तसारणी में उर्ध्वाधर स्तंभ को समूह कहते है तो क्षैतिज पंक्तियों को आवर्त कहते हैं ।

श्रेणी ↓	गण I – R^2O	गण II – RO	गण III – R^2O^3	गण IV RH^4 RO^2	गण V RH^3 R^2O^5	गण VI RH^2 RH^3	गण VII RH R^2O^7	गण VIII – RO^4
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl= 35.5	
4	K=39	Ca=40	– = 44	Ti= 48	V=51	Cr= 52	Mn=55	Fe=56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	–=68	–=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	–=100	Ru=104,Rh=104 Pd=106,Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	–	–	–	----
9	(–)	–	–	–	–	–	–	
10	–	–	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	–	Os=195, Ir=197 Pt=198, Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Ti=204	Pb=207	Bi= 208	–	–	
12	–	–	–	Th=231	–	U=240	–	---

2.3 मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी

(मेंडेलीव्ह के आवर्त सारणी के ऊपरी भाग के यौगिकों के सामान्य अणुसूत्र R^2O, R^2O^3 पद्धती से दर्शाए गए हैं यहा R अर्थात संबंधित तत्व है प्रचलित पद्धति में ये अणुसूत्र R_2O, R_2O_3 इस प्रकार लिखते है ।)



दिमित्री मेंडेलीव्ह

वैज्ञानिकों का परिचय

दिमित्री मेंडेलीव्ह (1834-1907) ये सेंट पीटर्सबर्ग विश्वविद्यालय में प्राध्यापक थे । तत्वों के अध्ययन के उद्देश्य से उन्होंने प्रत्येक ज्ञात तत्व के लिए एक एक कार्ड बनाकर उस पर तत्व का परमाणु द्रव्यमान और गुणधर्म को आधार मानकर कार्ड की व्यवस्था की इसी से तत्वों के आवर्तसारणी की खोज हुई ।

सोचिए

1. मेंडेलीव्ह आवर्त सारणी में अनेक स्थान रिक्त रखे गए हैं , उनमें से कुछ स्थानों पर परमाणु द्रव्यमान दर्शाए गए हैं । दर्शाए गए तीन परमाणु द्रव्यमान उनके समूह एवं आवर्त सहित बताइए ।
2. कुछ तत्त्वों के नाम अनिश्चित होने के कारण उनके संकेतों के पहले प्रश्नचिह्न दर्शाए गए हैं, ऐसे संकेत बताइए ?

मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी की विशेषताएँ (गुणधर्म) (Merits of Mendeleev's periodic table)

विज्ञान यह प्रगतिशील है । प्रयोग करने के अधिक विकसित साधनों एवं पद्धतियों का उपयोग कर पूराने (गुणधर्मों) निष्कर्षों को सुधारने की सुविधा विज्ञान में है । मेंडेलीव्ह की आवर्तसारणी में विज्ञान की यह विशेषताएँ स्पष्ट दिखाई देती है ।

तत्त्वों के गुणधर्म (भौतिक तथा रासायनिक) उनके परमाणु द्रव्यमानों के आवर्त फलन होते हैं । यह नियम सभी ज्ञात तत्त्वों के लिए लागू करते समय मेंडेलीव्ह ने आजतक उपलब्ध जानकारी यह अंतिम न होकर उसमें परिवर्तन हो सकता है, इस विचार से उन्होंने आवर्त सारणी की व्यवस्था की । इसी के परिणाम स्वरूप मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी में निम्न गुणधर्म दिखाई देते हैं ।

1. आवर्त सारणी में गुणधर्म के अनुसार योग्य स्थान देते बने इसलिए कुछ तत्त्वों के परमाणु द्रव्यमान पुनः जाँच कर दुरूस्त किए गए । उदाहरण बेरेलियम का पहले निश्चित किया गया परमाणु द्रव्यमान 14.09 यह बदलकर 9.4 ऐसा किया गया, तथा बेरिलियम को बोरान के पहले स्थान दिया गया ।

2. आवर्त सारणी मे मेंडेलीव्ह ने उस समय तक न खोजे गए तत्त्वों के लिए कुछ स्थान रिक्त रखे उनमें से तीन अज्ञात तत्त्वों को नजदीक के ज्ञात तत्त्वों के आधार पर एका - बोरॉन, एका-एल्युनिअम तथा एका-सिलिकॉन ऐसे नाम देकर मेंडेलीव्ह ने उनके परमाणु द्रव्यमान क्रमशः 44, 68 तथा 72 होंगे ऐसा दर्शाया । इतना ही नहीं तो उनके गुणधर्मों की भी प्रागुक्ति की थी । कालांतर में स्कँडिअम (Sc), गॅलिअम (Ga) व जर्मेनिअम (Ge)नाम दिया गया । इन तत्त्वों के गुणधर्म मेंडेलीव्ह द्वारा की गई प्रागुक्ति के अनुसार सही पाए गए । निम्न सारणी 2.4 देखिए । इस प्रगती के कारण मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी के महत्त्व के संदर्भमें सभी को विश्वास हुआ एवं तत्त्वों के वर्गीकरण की यह पद्धती तुरंत स्वीकार की गई।

गुणधर्म	एका - एल्यूमीनियम (E) (मेंडेलीव्ह की प्रागुक्ति)	गॅलियम (Ga)(प्रत्यक्ष में)
1. परमाणु द्रव्यमान	68	69.7
2. घनत्व (g/cm^3)	5.9	5.94
3. द्रवणांक (^0C)	कम	30.2
4. क्लोराइड का सूत्र	ECl_3	$GaCl_3$
5. ऑक्साइड का सूत्र	E_2O_3	Ga_2O_3
6. ऑक्साइड का स्वरूप	उभयधर्मी ऑक्साइड़	उभयधर्मी ऑक्साइड़

2.4 गॅलियम की की गई प्रागुक्ति एवं प्रत्यक्ष गुणधर्म

3. मेंडेलीव्ह के मूल आवर्त सारणी में निष्क्रिय (आदर्श) गैसों के लिए कोई निश्चित स्थान नही रखा था । परंतु उन्नीसवीं शताब्दी के अंत में हीलियम, निऑन, आरगन इत्यादी निष्क्रिय तत्त्वों की खोज हुई तो मेंडेलीव्ह ने मूल आवर्त सारणी में किसी प्रकार का कोई व्यवधान उत्पन्न किए बिना 'शून्य समूह' निर्माण किया तथा उसमें निष्क्रिय तत्त्वों को उचित स्थान दिया ।

थोड़ा सोचिए

क्लोरीन के Cl-35 तथा Cl-37 इस प्रकार दो समस्थानिक हैं । उनका परमाणु द्रव्यमान क्रमशः 35 तथा 37 इस प्रकार अलग-अलग होने के कारण मेंडेलीव्ह आवर्त सारणी में उन्हें अलग-अलग स्थानों में रखना उचित होगा, या उनके रासायनिक गुणधर्म समान हैं, इसलिए उन्हें एक ही स्थान में रखना उचित होगा ।

मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी की विषमताएँ (Demerits of Mendeleev's periodic table)

1. कोबाल्ट (Co) तथा निकेल (Ni) इन तत्वों के पूर्णांक में परमाणु द्रव्यमान समान होने के कारण इनके स्थान (क्रमांको) के विषय में मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी में संदिग्धता थी ।
2. मेंडेलीव्ह आवर्त सारणी प्रतिपादन करने के बहुत समय के बाद समस्थानिकों की खोज हुई । समस्थानिकों के रासायनिक गुणधर्म समान तो परमाणु द्रव्यमान भिन्न होने के कारण उन्हे मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी में स्थान किस तरह दिए जाएँ यह एक बड़ी चुनौती बनी रही ।
3. बढ़ते परमाणु द्रव्यमान के अनुसार रखे गए तत्वों के परमाणु द्रव्यमानों में क्रमशः वृद्धी होते हुए दिखाई नहीं दी । इसलिए दो भारी तत्वों के बीच कितने तत्वों की खोज होगी इसका अनुमान लगाना मेंडेलीव्ह के आवर्ती नियमानुसार संभव नही था ।
4. हाइड्रोजन का स्थान : हाइड्रोजन यह हॅलोजनों के (समूह VII) के साथ समानता दर्शाता है, जैसे हाइड्रोजन का अणुसूत्र H_2 तो फ्लुओरिन, क्लोरीन इनके अणुसूत्र क्रमशः F_2, Cl_2 इस प्रकार हैं। उसी प्रकार हाइड्रोजन एवं क्षारीय धातुओं (समूह I) इनके रासायनिक गुणधर्मों में समानता है। हाइड्रोजन एवं क्षारीय धातु (Na, K,) की क्लोरीन एवं आक्सीजन के साथ तैयार किए गए यौगिकों के अणुसूत्रों में समानता दिखाई देती है उपर्युक्त गुणधर्म का विचार करने पर हाइड्रोजन का स्थान क्षारीय धातु के समूह (समूह I) में या हॅलोजन इस समूह में (समूह VII) निश्चित नहीं कर सकते ।

H के यौगिक	Na के यौगिक
HCl	NaCl
H_2O	Na_2O
H_2S	Na_2S

2.5 हायड्रोजन एवं क्षारीय धातुओं में समानता दर्शानेवाली सारणी

तत्व (अणुसूत्र)	धातुओं के यौगिक	अधातुओं के यौगिक
H_2	NaH	CH_4
Cl_2	NaCl	CCl_4

2.6 हाइड्रोजन एवं हॅलोजन मे समानता दर्शानेवाली सारणी

थोड़ा सोचिए

1. मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी का उपयोग कर नीचे दिए गए तत्वों के आक्साइड के अणुसूत्र क्या होंगे लिखो ।
   Na, Si, Ca, C, Rb, P, Ba, Cl, Sn.
2. मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी का उपयोग कर नीचे दिए गए तत्वों के हाइड्रोजन के साथ तैयार किए गए यौगिकों के अणुसूत्र क्या होगें लिखो? C, S, Br, As, F, O, N, Cl.

आधुनिक आवर्त सारणी का नियम (Modern Periodic law)

मेंडेलीव्ह ने आवर्त सारणी बनाई उस समय विज्ञान विश्व को परमाणु के अंतरंग के बारे में अधिक जानकारी नहीं थी। इलेक्ट्रॉन की खोज होने पर परमाणु में पाए जानेवाले इलेक्ट्रॉन की संख्या एवं परमाणु क्रमांक इनके परस्पर संबंध की जानकारी वैज्ञानिक लेने लगे, तब तक मेंडेलीव्ह की आवर्त सारणी में परमाणु क्रमांक पर केवल तत्व का क्रमदर्शक अंक था ।

सन् 1913 में अंग्रेज वैज्ञानिक हेनरी मोसले (Henry Moseley) ने एक्स-रे नलिका का उपयोग कर किए गए प्रयोग से यह सिद्ध किया की तत्व का परमाणु क्रमांक (Z) अर्थात् उस परमाणु के परमाणु केन्द्रक मे स्थित धनावेशित कण अथवा प्रोटॉन की संख्या है । मोसले ने अनेक तत्वों के परमाणु क्रमांक प्रयोगोंद्वारा निश्चित किए । जिसके कारण परमाणु द्रव्यमान की अपेक्षा तत्वों के प्रभावी मूलभूत गुणधर्म परमाणु क्रमांक ही हैं, यह ध्यान में आया । इसके अनुसार मेंडेलीव्ह के आवर्त सारणी के नियम में परिवर्तन कर आधुनिक आवर्त सारणी का नियम लागू किया गया जो इस प्रकार है : **"तत्वों के गुणधर्म ये उनके परमाणु क्रमांको के आवर्त फलन होते है ।"**

आधुनिक आवर्त सारणी एवं आवर्त सारणी का दीर्घ स्वरूप
(Modern periodic table : long form of periodic table)

तत्वों को उनके परमाणु क्रमांक के आरोही क्रम में व्यवस्थित करने पर तत्वों का जो वर्गीकरण प्राप्त होता है, उसे आधुनिक आवर्त सारणी कहते हैं । परमाणु क्रमांक को आधार मानकर तैयार हुई आधुनिक आवर्त सारणी के कारण तत्वों के गुणधर्मों के विषय में जानकारी और अधिक अचूक हुई है । आधुनिक आवर्त सारणी को आवर्त सारणी का दीर्घ स्वरूप ऐसा भी कहते हैं ।

(देखिए सारणी क्र. 2.7) आधुनिक सारणी में तत्वों को उनके परमाणु क्रमांकों (Z) के अनुसार रखा गया । मेंडेलीव्ह के आवर्त सारणी की करीब करीब सारी विषमताएँ आधुनिक सारणी में दूर हुई दिखाई देती हैं । परंतु हाइड्रोजन के स्थान के विषय में संदेह आधुनिक आवर्त सारणी में भी दूर होता हुआ नहीं दिखाई दे रहा है ।

आपने पिछली कक्षाओं में देखा हैं, की परमाणु में पाए जानेवाले इलेक्ट्रॉन परमाणु केंद्रक के चारों ओर विभिन्न कवचों में वितरित किए जाते हैं, इस आधार पर उनका इलेक्ट्रॉनिक संरूपण उनकी कुल संख्या पर निश्चित होता है । तथा परमाणु में पाए जानेवाले इलेक्ट्रॉनों की कुल संख्या परमाणु क्रमांक के बराबर ही होती है । परमाणु का परमाणु क्रमांक और उसका इलेक्ट्रॉनिक संरूपण संबंध आधुनिक आवर्त सारणी में स्पष्ट रूप से दिखाई देता है ।

थोड़ा सोचिए

आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों का स्थान ...

1. कोबाल्ट (^{59}Co) तथा निकेल (^{59}Ni) इनके स्थानों के संदर्भ में मेंडेलीव्ह के आवर्त सारणी में पाई जाने वाली समस्या आधुनिक आवर्त सारणी मे किस प्रकार हल हुई । 2. $^{35}_{17}Cl$ तथा $^{37}_{17}Cl$ समस्थानिकों के स्थान आधुनिक आवर्त सारणी में किस प्रकार निश्चित हुई ?
3. क्रोमिअम $^{52}_{24}Cr$ व मँगेनीज $^{55}_{25}Mn$ इतन दो तत्वों के मध्य 53 या 54 परमाणु द्रव्यमान वाले तत्वों होगें क्या ?
4. आधुनिक आवर्त सारणी मे हाइड्रोजन को कहा रखे ऐसा आपको लगता है ? हेलोजन के समूह 17 मे या क्षारीय धातुवाले समूह 1 में ?

आधुनिक आवर्त सारणी की रचना
(Structure of Modern periodic table)

आधुनिक आवर्त सारणी में सात क्षैतिज पंक्तियाँ होती हैं, उन्हें आवर्त कहते हैं । जिन्हें 1 से 7 क्रमांक दिए गए हैं । उसी प्रकार से 18 ऊर्ध्वाधर स्तंभ हैं, उन्हें समूह कहते हैं, जिन्हें 1 से 18 क्रमांक दिए गए हैं । आवर्त तथा समूह इनकी रचना से चौखट तैयार होते हैं । इन चौखट में ऊपर की ओर से क्रमशः परमाणु क्रमांक दर्शाया गया है । प्रत्येक चौखट यह एक तत्व का स्थान है ।

सात क्षैतिज पंक्तियों के अतिरिक्त दो पंक्तियाँ स्वतंत्र रूप से आवर्त सारणी के अधोभाग में दर्शाई गई हैं । इन दो श्रेणियों को क्रमशः लॅन्थेनाइड़ श्रेणी तथा ॲक्टीनाइड़ श्रेणी कहते है । दो श्रेणियों के साथ आवर्त सारणी में कुल 118 चौखट हैं । अर्थात् आधुनिक आवर्त सारणी में 118 तत्वों के लिए स्थान हैं । कुछ समय पहले ही कुछ तत्वों की खोज प्रयोगशाला में होने के कारण अब यह आवर्त सारणी पूर्ण हो गई है तथा सभी 118 तत्वों की खोज हो चुकी है ।

संपूर्ण आवर्त सारणी को एस्‌-खंड, पी-खंड, डी-खंड तथा एफ्‌-खंड़ इस प्रकार चार खंडो मे वर्गीकृत किया गया है । एस्‌-खंड समूह 1 तथा समूह 2 से बना है । समूह 13 से समूह 18 यह पी-खंड़ में समाविष्ट है । समूह 3 से समूह 12 यह डी-खंड में तो आवर्त सारणी के अधोभाग मे स्थित दो श्रेणियाँ लॅन्थेनाइड़ तथा ॲक्टीनाइड़ श्रेणियाँ एफ्‌-खंड में समाविष्ट हैं । डी खंड के तत्वों को संक्रमण तत्व कहते है । आवर्त सारणी के P खण्ड़ में एक टेढ़ी-मेढ़ी रेखा दर्शाई गई है । इस टेढ़ी-मेढ़ी रेखा के सहायता से तत्वों के पारंपरिक तीन प्रकार हैं जो आधुनिक आवर्तसारणी मे स्पष्टरूप से दिखाए गए हैं। टेढ़ी-मेढ़ी रेखा के किनारे धातु सदृश तत्व हैं । टेढ़ी-मेढ़ी रेखा के बाई ओर सभी धातु होकर दाहिनी ओर सभी अधातु हैं ।

आधुनिक आवर्त सारणी और तत्वों का इलेक्ट्रॉन संरूपण (Modern periodic table and electronic configuration of elements)

एक ही आवर्त में नजदीक पाए जानेवाले तत्वों के गुणधर्मों में थोड़ा सा अंतर होता है, परंतु अधिक दूर स्थित तत्वों के गुणधर्मों में अधिक अंतर पाया जाता है । एक ही समूह के सभी तत्वों के रासायनिक गुणधर्मों में समानता तथा श्रेणीबद्धता (Gradation) दिखाई देती है । आधुनिक आवर्त सारणी के समूह तथा आवर्तों की ये विशेषताएँ तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक संरूपण के कारण हैं । किसी तत्व को आधुनिक आवर्त सारणी में किस समूह या आवर्त मे रखना है यह उसके इलेक्ट्रॉन संरूपण के आधार से स्पष्ट होता है ।

समूह तथा आवर्तों की विशेषताएँ

तत्वों के गुणधर्मों की तुलना करने पर आवर्त सारणी के समूह एवं आवर्तों की विशेषताएँ समझती हैं । किसी भी समूह के सभी तत्वों के भिन्न गुणधर्मों मे समानता एवं श्रेणी बद्धता दिखाई देती है । परंतु किसी विशिष्ट आवर्त मे एकओर से दूसरी ओर (बाएँ से दाहिनी ओर) जाते समय तत्वों के गुणधर्मों में क्रमशः परिवर्तन होता है ।

समूह व इलेक्ट्रॉन संरूपण (Groups and electronic configuration)

बताइए तो

1. आधुनिक आवर्त सारणी का (सारणी क्र. 2.7) निरीक्षण कर समूह 1के सभी तत्वों के नाम एक के नीचे एक लिखिए ।
2. इस समूह के पहले चार तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण लिखिए ।
3. आपको इनके इलेक्ट्रॉनिक संरूपण में कौन-सी समानता नजर आती है ?
4. इन चार तत्वों में प्रत्येक में कितने संयोजकता इलेक्ट्रॉन हैं ?

आपको दिखाई देगा की समूह 1 अर्थात् क्षारीय धातुओं के वंश के इन सभी तत्वों के संयोजकता इलेक्ट्रॉन की संख्या समान है । दूसरे किसी भी समूह के तत्वों को देखने पर उसके संयोजकता इलेक्ट्रॉन की संख्या एक समान दिखाई देगी । उदाहरण बेरिलिअम (Be), मॅग्नेशियम (Mg) तथा कॅल्शियम (Ca) यह तत्वसमूह 2 अर्थात् भूक्षारीय धातुओं के वंश में समाविष्ट किए गए है । इनके बाह्यतम कक्षा में दो इलेक्ट्रॉन होते है । उसी प्रकार समूह 17 अर्थात हैलोजन वंश के फ्ल्युओरिन (F) तथा क्लोरीन (Cl) इनके बाह्यतम कक्षा में सात इलेक्ट्रॉन होते हैं । किसी भी एक समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर इलेक्ट्रॉनों की कक्षाओं मे क्रमशः वृद्धि होती जाती है इससे यह स्पष्ट होता है कि बाह्यतम कक्षाओं का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण यह आधुनिक आवर्त सारणी के प्रत्येक समूह की विशेषता होती है परंतु जैसे ही हम किसी समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाते है वैसे वैसे कवचों की संख्या में वृद्धि होती जाती है ।

क्या आप जानते हैं?

परमाणु क्रमांक 92 वाले युरेनियम इस तत्व के बाद वाले सभी तत्व (परमाणु क्रमांक 93 से 118) यह मानवनिर्मित हैं अर्थात् प्रयोगशाला निर्मित हैं ये सभी तत्व रेड़िओधर्मी तथा अस्थायी होते हैं और उनकी आयुमर्यादा बहुत कम होती है ।

आधुनिक आवर्त सारणी में....

1. सभी तत्वों को उनके परमाणु क्रमांकों के आरोही क्रम मे रखा गया ।
2. ऊर्ध्वाधर स्तंभों को समूह कहते हैं कुल 18 समूह हैं एक ही समूह के सभी तत्वों के रासायनिक गुणधर्मों में समानता तथा श्रेणीबद्धता दिखाई देती है ।
3. क्षैतिज पंक्तियों को आवर्त कहते हैं कुल 7 आवर्त हैं किसी आवर्त में एक सिरे से दूसरे सिरे तक जाने पर तत्वों के गुणधर्मों मे क्रमशः परिवर्तन होता है ।

2.7 तक्ता : आधुनिक आवर्त सारणी की दीर्घस्वरूप

S–खंड | d–खंड | P–खंड

परमाणु क्रमांक
संकेत
नाम
परमाणु द्रव्यमान

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305											13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.972	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Sliver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.711	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.294
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328	57-71 *	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [208.982]	85 At Astatine 209.987	86 Rn Radon 222.018
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103 #	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [278]	110 Ds Darmstadtium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]	113 Nh Nihomium [286]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [289]	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [294]	118 Og Oganesson [294]

f–खंड

*	57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolihium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055	71 Lu Lutetium 174.967
#	89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]

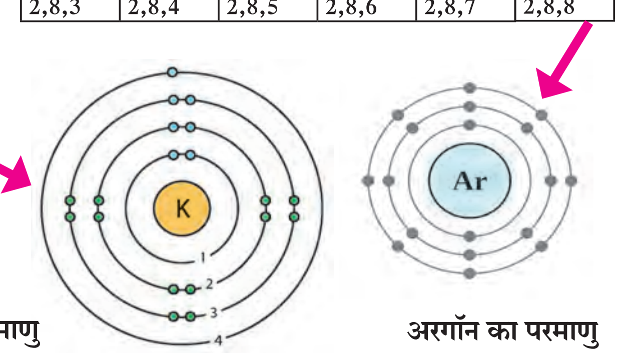
आवर्त और इलेक्ट्रॉनिक संरूपण (Periods and electronic configuration)

बताइए तो

1. आधुनिक आवर्त सारणी का निरीक्षण करने पर दिखाई देता है, Li, Be, B, C, N, O, F तथा Ne ये तत्व, आवर्त-2 में समाविष्ट है । इन सभी के इलेक्ट्रॉनिक संरूपण लिखिए ।
2. क्या इन तत्वों के संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या समान हैं?
3. क्या इनमे पाए जानेवाले कक्षाओं (कवचों) की संख्या समान हैं?

आपको ऐसा दिखाई देगा की इन तत्वों के संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या भिन्न-भिन्न है, परंतु उनमें कवचों की संख्या समान है । आपको यहाँ ऐसा भी दिखाई देता है कि आवर्त में बाएँ से दाहिनी ओर जाते समय जिस प्रकार परमाणु क्रमांक में एक की वृद्धि होती है, उसी तरह संयोजकता इलेक्ट्रॉन की संख्या में भी एक की वृद्धि होती है ।

	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H 1							He 2
2	Li 2,1	Be 2,2	B 2,3	C 2,4	N 2,5	O 2,6	F 2,7	Ne 2,8
3	Na 2,8,1	Mg 2,8,2	Al 2,8,3	Si 2,8,4	P 2,8,5	S 2,8,6	Cl 2,8,7	Ar 2,8,8
4	K 2,8,8,1	Ca 2,8,8,2						
5		Sr						
6		Ba						
7		Ra						



पोटॅशियम का परमाणु   अरगॉन का परमाणु

2.8 नया आवर्त नया कवच

इससे यह स्पष्ट होता है, की जिन तत्वों मे इलेक्ट्रॉन कक्षाओं की संख्या समान होती है वे तत्व एक ही आवर्त में होते है । द्वितीय आवर्त के Li, Be, B, C, N, O, F और Ne इन तत्वों के K तथा L इन दो कवचों में इलेक्ट्रॉन होते है । तृतीय आवर्त के Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl तथा Ar इन तत्वों के K, L, M इन तीन कवचों में इलेक्ट्रॉन पाए जाते हैं । इन तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक संरूपण लिखिए और जाँच कीजिए । आधुनिक आवर्त सारणी में किसी आवर्त में बाएँ से दाएँ जाते समय बाह्यतम कवच में इलेक्ट्रॉन भरते हैं । अगला आवर्त शुरू होते समय नया इलेक्ट्रॉन कवच भरने की शुरूआत होती है । (तालिका 2.8 देखिए ।)

प्रथम तीन आवर्तों के तत्वों की संख्या इलेक्ट्रॉन धारक क्षमता और इलेक्ट्रॉन अष्टक का नियम इन पर निश्चित होती है । (तालिका क्र. 2.8 देखिए ।)

1. K, L, M इन इलेक्ट्रॉन कवचों के लिए 'n' का मान क्या है?
2. एक इलेक्ट्रॉन कवच में अधिकतम कितने इलेक्ट्रॉन होते हैं? सूत्र लिखिए ।
3. K, L और M इन कवचों की अधिकतम इलेक्ट्रॉन धारण क्षमता कितनी है ज्ञात कीजिए।

कवच के इलेक्ट्रॉन धारण क्षमतानुसार पहले आवर्त में दो तत्व हैं तथा दूसरे आवर्त में 8 तत्व हैं । इलेक्ट्रॉन अष्टक नियम के अनुसार तीसरे आवर्त में भी 8 तत्व हैं । आगे वाले आवर्तों में इलेक्ट्रॉन भरने की क्रिया को नियंत्रित करनेवाले कुछ घटक हैं । उनका विचार हम आनेवाली आगे की कक्षाओं में करेंगे ।

तत्वों की रासायनिक अभिक्रियाशीलता यह उनके संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या तथा संयोजकता कवच कौन-सा है, इस पर आधारित होती है ।

कवच	n	$2n^2$	इलेक्ट्रॉन क्षमता धारण
K	1	$2x1^2$	2
L	2	$2x2^2$	8
M	3	$2x3^2$	18
N	4	$2x4^2$	32

2.9 इलेक्ट्रॉन कवचों की इलेक्ट्रॉन धारकक्षमता

इन दोनों मुद्दों की जानकारी से आधुनिक आवर्त-सारणी में तत्वों के स्थान कहाँ है (किस समूह में और किस आवर्त में) इसका पता लगता है । इसीलिए तत्वों के अध्ययन मे आधुनिक आवर्त सारणी अत्याधिक उपयोगी है ।

आधुनिक आवर्त सारणी मे आवर्ती झुकाव (Periodic trends in the modern periodic table)

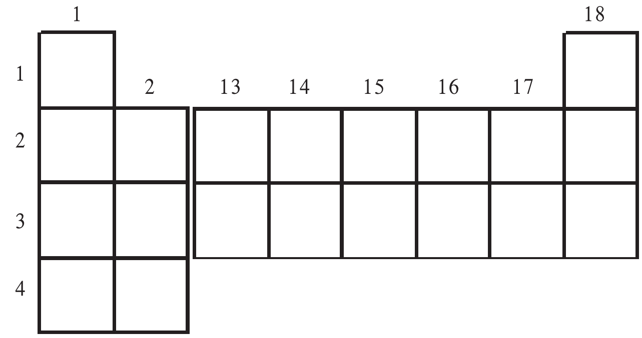
आधुनिक आवर्त सारणी में किसी आवर्त या किसी समूह के तत्वों के गुणधर्मों की तुलना करने पर उनके गुणधर्मों में कुछ नियमितता दिखाई देती है । इसे ही आधुनिक आवर्त सारणी का झुकाव कहते है । हम इस कक्षा मे केवल तत्वों की संयोजकता, परमाणु-आकार और धातु अधातुओं के गुणधर्म इन्हीं तीन गुणधर्मों मे पाए जानेवाले आवर्ती झुकाव का अध्ययन करने वाले है ।

संयोजकता (Valency) : तत्वों के परमाणु के बाह्यतम कक्षा में पाए जानेवाले इलेक्ट्रॉनों अर्थात संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या पर तत्वों की संयोजकता निश्चित होती हैं ये आपने पिछली कक्षाओं में पढ़ा हैं ।

1. तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण और उनकी संयोजकता मे क्या संबंध हैं?
2. बेरिलिअम का परमाणु क्रमांक 4 और आक्सीजन का परमाणु क्रमांक 8 हैं । दोनों के इलेक्ट्रॉनिक संरूपण लिखिए और दोनों की उसकी संयोजकता निश्चित कीजिए ।
3. आधुनिक आवर्त सारणी को आधारभूत मानकर बनाई गई आगे दी गई तालिका में प्रथम 20 तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण उनके नामों के नीचे लिखकर उसके नीचे उन तत्वों की संयोजकता लिखिए । (चौखट में दिखाए अनुसार)
4. किसी आवर्त मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर संयोजकता परिवर्तन का आवर्त झुकाव क्या है? द्वितीय आवर्त और तृतीय आवर्त इनका संदर्भ लेकर आप अपने उत्तर स्पष्ट कीजिए ।
5. किसी एक समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर संयोजकता में परिवर्तन का आवर्ती झुकाव क्या है ? समूह 1 और समूह 2 व समूह 18 का संदर्भ लेकर अपने उत्तर स्पष्ट कीजिए ।

संकेत
परमाणु क्रमांक
इलेक्ट्रॉनिक संरूपण
संयोजकता

$_{19}K$
2, 8, 8, 1
1



परमाणु आकार (Atomic size)

आकार यह द्रव्यों का मूलभूत गुणधर्म है, यह आपने पिछली कक्षाओं मे पढ़ा है । परमाणु का आकार परमाणु की त्रिज्या द्‌वारा दर्शाया जाता है । स्वतंत्र परमाणु में परमाणु की त्रिज्या अर्थात् परमाणु के केंद्रक तथा बाह्यतम कवच के बीच का अंतर होता है ।

परमाणु त्रिज्या को व्यक्त करने के लिए नॅनो मीटर से भी छोटी ऐसे पिकोमीटर (pm) इस इकाई का उपयोग करते है । (1 pm = 10^{-12}m)

नीचे कुछ तत्व एवं उनकी त्रिज्याएँ दी गई है।

तत्व :	O	B	C	N	Be	Li
परमाणु त्रिज्या (pm) :	66	88	77	74	111	152

थोड़ा सोचिए

1. आधुनिक आवर्त सारणी देखकर उपर्युक्त तत्वों के आवर्त बताइये ।
2. उपर्युक्त तत्वों को उनके परमाणु त्रिज्याओं के अवरोही क्रम में लिखिए ।
3. क्या यह व्यवस्था आधुनिक आवर्त सारणी मे दूसरे आवर्त के अनुरूप है ?
4. उपर्युक्त में से सबसे बड़ा और सबसे छोटा परमाणुवाले तत्व कौन-से हैं?
5. किसी आवर्त में बाईं ओर से दाहिनी ओर जाने पर परमाणु त्रिज्या में होनेवाले परिवर्तन में कौन-सा आवर्ती झुकाव दिखाई देता हैं?

आपको दिखाई देगा कि सामान्यतः आवर्तो मे बाई ओर से दाहिनी ओर जाने पर परमाणु त्रिज्या कम-कम होती जाती है । इसका कारण निम्न प्रकार से है । किसी आवर्त मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर परमाणु क्रमांक मे एक की वृद्‌धी होती है अर्थात केंद्रक में धनआवेश में एक की वृद्‌धी होती है । परंतु इलेक्ट्रॉन में वृद्‌धी होने पर भी वह उसी बाह्यतम कक्षा में समाविष्ट होता है । केंद्रक में धन आवेशों में होनेवाली वृद्‌धी के कारण इलेक्ट्रॉन केंद्रक की ओर अधिक मात्रा मे आकर्षिक होते हैं और इसी कारण परमाणु का आकार क्रमशः कम होता जाता है । नीचे कुछ तत्व और उनकी परमाण्विक त्रिज्याएँ दी गई है ।

तत्व :	K	Na	Rb	Cs	Li
परमाणुत्रिज्या (pm) :	231	186	244	262	151

थोड़ा सोचिए

1. आधुनिक आवर्त सारणी देखकर उपर्युक्त तत्वों के समूह बताइए ।
2. उपर्युक्त तत्वों को उनके परमाणु त्रिज्याओं के आरोही क्रम में लिखिए ।
3. क्या की गई यह व्यवस्था आधुनिक आवर्त सारणी के समूह 1के अनुरूप है ?
4. उपर्युक्त में से सबसे बड़ा परमाणु और सबसे छोटा परमाणु वाला तत्व कौन-सा है?
5. किसी समूह मे ऊपर से नीचे परमाणु त्रिज्या मे होने वाले परिवर्तन में कौन-सा आवर्ती झुकाव दिखाई देता है?

आपको दिखाई देगा की समूह मे ऊपर से नीचे की ओर जाने पर परमाणु के आकार मे वृद्‌धी होती जाती है । इसका कारण यह है की समूह मे नीचे की ओर जाने पर नई कक्षाओं में वृद्‌धी होती जाती है, जिसके कारण बाह्यतम कक्षा में उपस्थित इलेक्ट्रॉन एवं परमाणुकेंद्रक के बीच की दूरी बढ़ती जाती है । इसका परिणाम अर्थात केंद्रकीय आवेश मे वृद्‌धी होने के बावजूद परमाणु आकार मे वृद्‌धी होती जाती है ।

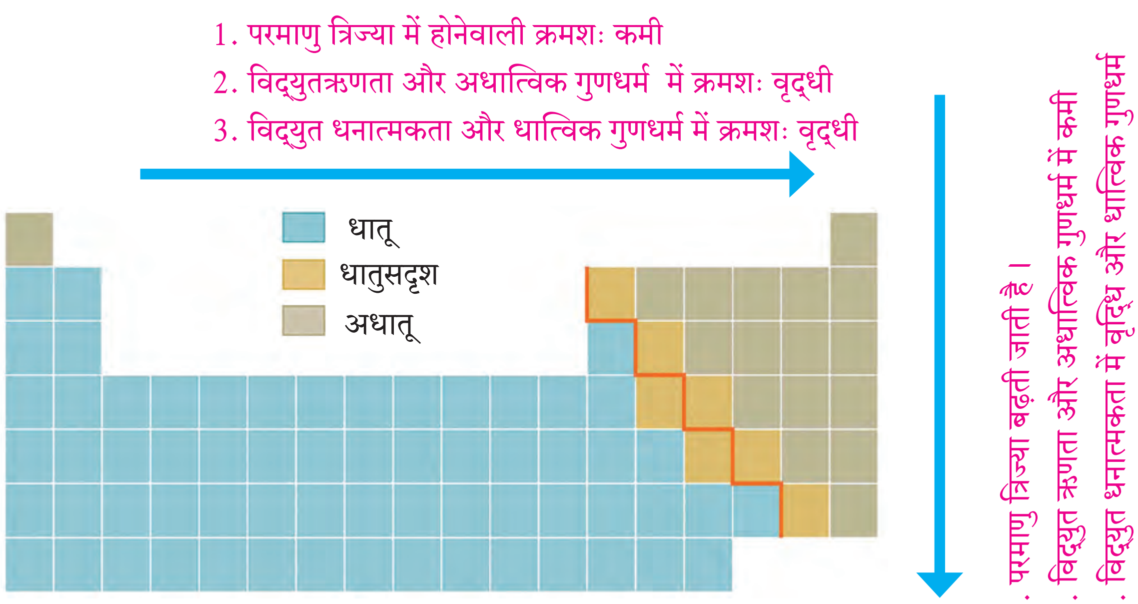
धातु-अधातु गुणधर्म (Metallic – Nonmetallic character)

1. आधुनिक आवर्त सारणी के तृतीय आवर्त का निरीक्षण कीजिए और उनका धातू एवं अधातुओं मे वर्गीकरण कीजिए ।
2. धातुएँ आवर्त सारणी के किस ओर है? बाएँ या दाएँ?
3. आपको अधातुएँ आवर्त सारणी के किस ओर दिखाई दिए ।

ऐसा दिखाई देता है की सोड़ियम, मॅग्नेशियम ऐसे धातु तत्व बाईं ओर है । सल्फर और क्लोरीन जैसे अधातु तत्व आवर्तसारणी के दाहिनी ओर हैं । इन दोनों प्रकारों के मध्य सिलिकॉन यह धातुसदृश तत्व है । इसी प्रकार का संबंध दूसरे आवर्तों मे भी दिखाई देता है ।

आधुनिक आवर्तसारणी में एक टेढ़ी-मेढ़ी रेखा धातुओं को अधातुओं से अलग करती है, ऐसा दिखाई देता है । इस रेखा के बाईं ओर धातु, दाईं ओर अधातु और रेखा के किनारों पर धातुसदृश इस प्रकार से तत्वों की आधुनिक आवर्तसारणी मे व्यवस्था की गई है ऐसा दिखाई देता है, यह किस कारण हुआ?

धातु और अधातुओं के विशिष्ट रासायनिक गुणधर्मो में अंतर करके देखें । सरल आयनिक यौगिकों के रासायनिक सूत्रों से ऐसा दिखाई देता है, कि उनमे पाया जानेवाला धन आयन यह धातु से तो ऋणआयन अधातु से बना है । इससे यह स्पष्ट होता है की धातु के परमाणु की प्रवृत्ती स्वयं के संयोजकता इलेक्ट्रॉन खोकर धनायन बनने की होती है, इसे ही परमाणु की विद्युत धनात्मकता कहते है । इसके विपरीत अधातुओं के परमाणु की प्रवृत्ती बाहर के इलेक्ट्रॉन संयोजकता कवच में ग्रहण कर ऋणायन बनने की होती है । हमने इसके पहले भी देखा है, की आयनों को निष्क्रीय गैसीय तत्वों का स्थाई इलेक्ट्रॉनिक संरूपण होता है । संयोजकता कवच मे से इलेक्ट्रॉन खोने की अथवा संयोजकता कवच मे इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की परमाणु की क्षमता कैसे निश्चित होती है? किसी भी परमाणु के सभी इलेक्ट्रॉन उनपर धनावेशित केंद्रक के कारण प्रयुक्त होनेवाले आकर्षण बल के कारण परमाणु मे स्थिर होते है । संयोजकता कवक के इलेक्ट्रॉन और परमाणु केंद्रक के बीच स्थित आंतरिक कवचों मे भी इलेक्ट्रॉन पाए जाने के कारण संयोजकता इलेक्ट्रॉनों पर आकर्षणबल प्रयुक्त करने वाला परिणामी केंद्रकीय आवेश यह मूल केंद्रकीय आवेश की अपेक्षा थोड़ा कम होता है । धातुओं में पाए जानेवाले संयोजकता इलेक्ट्रॉन की कम संख्या (1 से 3) तथा इन संयोजकता इलेक्ट्रॉनों पर प्रयुक्त होनेवाला कम परिणामी केंद्रकीय बल इन दोनों घटकों के एकत्रित परिणाम के कारण धातुओं में संयोजकता इलेक्ट्रॉन खोकर स्थाई निष्क्रीय गैसीय संरूपण वाला बनने की प्रवृत्ती होती है । तत्वों की यह प्रवृत्ती अर्थात विद्युतधनता अर्थात उस तत्व का धात्विक गुणधर्म है ।



2.10 तत्वों मे आवर्ती कल

आधुनिक आवर्त सारणी के स्थानों से तत्वों के धात्विक गुणधर्म का आवर्ती झुकाव स्पष्ट रूप से समझ मे आता है।

सर्व प्रथम किसी एक समूह के तत्वों के धात्विक गुणधर्म पर विचार करके देखें । किसी एक समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर नई कक्षा का निर्माण होकर केंद्रक और संयोजकता इलेक्ट्रॉन इनमें अंतर बढ़ता जाता है । जिसके कारण परणामी केंद्रकीय आवेश बल कम होकर संयोजकता इलेक्ट्रॉन पर पाया जानेवाला आकर्षण बल कम होता है । जिसके कारण संयोजकता इलेक्ट्रॉन खो देने की परमाणु की प्रवृत्ती बढ़ती जाती है । उसी प्रकार संयोजकता इलेक्ट्रॉन खो देने पर अंतिम कवच के पहले वाला कवच बाह्यतम कवच बन जाता है । यह कवच पूर्ण अष्टक होने के कारण बनने वाले धनायन को विशेष रूप से स्थिरता प्राप्त होती है । जिसके कारण इलेक्ट्रॉन खो देने की प्रवृत्तीऔर भी बढ़ती जाती है । जिसके कारण इलेक्ट्रॉन त्यागने की परमाणु की प्रवृत्ती अर्थात धात्विक गुणधर्म । किसी भी समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर तत्वों के धात्विक गुणधर्म में वृद्धी होने की आनति/झुकाव दिखाई देता है ।

एक ही आवर्त में बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर बाह्यतम कवच वही रहता है । परंतु केंद्रक मे धनावेशित आयन में वृद्धी होने से और परमाणु त्रिज्या कम-कम होने से प्रयुक्त होनेवाले परिणामी केंद्रकीय बल में भी वृद्धी होती है । जिसके कारण संयोजकता इलेक्ट्रॉन खो देने की परमाणु की प्रवृत्ती कम-कम होती जाती है । अर्थात् आवर्त मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर तत्वों के धात्विक गुणधर्म कम-कम होते जाते है । (तालिका 2.10 देखिए)

किसी एक आवर्त में बाएँ से दाहिनीओर जाने पर बढ़ने वाले केंद्रकीय आवेश बलऔर कम-कम होने वाली परमाणु त्रिज्या इन दोनों घटकों के कारण संयोजकता इलेक्ट्रॉनों पर प्रयुक्त होनेवाला परिणामो केंद्रकीय आवेश बल बढ़ता है और संयोजकता इलेक्ट्रॉन अधिकाधिक आकर्षण बल से बद्ध होते हैं । इसी को परमाणु की विद्युतऋणात्मकता कहते हैं । किसी एक आवर्त में बाएँ से दाहिनीओर जाने पर बढ़नेवाली विद्युतऋणात्मकता के कारण बाहर से इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर पूर्ण अष्टक स्थिती मे ऋणायन बनाने की परमाणु की क्षमता बढ़ती है । तत्वों की ऋणायन बनाने की प्रवृत्ती अथवा विद्युत ऋणता अर्थात तत्वों का अधात्विक गुणधर्म ।

थोड़ा सोचिए

1. तत्वों का अधातु गुणधर्म किस कारण होता है ?
2. आवर्तों मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर तत्वों के अधात्विक गुणधर्म परिवर्तन में कौन सी आनति अपेक्षित है ?
3. समूह मे ऊपर से नीचे की ओर जाने पर तत्वों के अधात्विक गुणधर्म परिवर्तन के पीछे अपेक्षित आनति क्या होगी ?

इसे सदैव ध्यान में रखिए ।

1. किसी भी समूह मे ऊपर से नीचे की ओर जाने पर तत्वों की विद्युत धनता बढ़ती जाती है, तो विद्युत ऋणता कम होती जाती है ।
2. किसी भी आवर्त में बाएँ से दाहिनी ओर जानेपर तत्वों की विद्युत ऋणता बढ़ती जाती है और विद्युत धनता कम-कम होती जाती है ।
3. तत्वों की विद्युत धनता अथवा विद्युत ऋणता जितनी ज्यादा उतनी ही उसकी अभिक्रियाशीलता ज्यादा होती है ।

हॅलोजन वंश की श्रेणीबद्धता (Gradation in halogen family)

समूह 17 मे हॅलोजन कुल के सदस्य हैं । सभी के सामान्य अणुसूत्र X_2 ऐसे है । समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर उनकी भौतिक अवस्था में श्रेणीबद्धता दिखाई देती है । फ्ल्यूओरीन (F_2) और क्लोरीन (Cl_2) ये गैस है, ब्रोमीन (Br_2) यह द्रव है तो आयोड़िन (I_2) यह ठोस है ।

इंटरनेट मेरा मित्र

जानकारी प्राप्त कीजिए तथा दूसरों को मेल करें ।

1. निष्क्रीय गैसीय तत्व
2. विभिन्न तत्वों के उपयोग

तत्वों की खोज तथा विविध वैज्ञानिकों के कार्य इनके विषय में पुस्तकालय से प्राप्त होनेवाली संदर्भ पुस्तकों को पढ़िये ।

1. Understanding chemistry - C.N.R. Rao
2. The Periodic Table Book: A Visual Encyclopedia of the Elements

क्या आप जानते हैं?

$M + 2H_2O \rightarrow M(OH)_2 + H_2$

उपर्युक्त समीकरण भू-क्षारीय धातुओं की पानी के साथ रासायनिक अभिक्रिया दर्शानेवाला सर्वसामान्य रासायनिक समीकरण है। दूसरे समूह मे ऊपर से नीचे Be → Mg → Ca → Sr → Ba इस प्रकार जाने पर इन भू-क्षारीय धातुओं के रासायनिक गुणधर्म में श्रेणीबद्धता दिखाई देती है। दूसरे समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर भू-क्षारीय धातुओं की अभिक्रियाशीलता बढ़ती जाती है और जिसके कारण यह अभिक्रिया होने की सहजता में भी वृद्धी होती है। बेरिलिअम (Be) की पानी के साथ अभिक्रिया नही होती। मॅग्नेशियम की (Mg) की अभिक्रिया पानी के वाष्प के साथ ही हो सकती है। कॅल्शियम (Ca), स्ट्रॉन्शिअम (Sr) और बेरिअम (Ba) इनकी पानी के साथ होनेवाली रासायनिक अभिक्रिया कमरे के तापमान पर ही क्रमशः बढ़ती हुई गती से दिखाई देती है।

स्वाध्याय

1. **स्तंभ क्रमांक 1 के साथ स्तंभ क्र. 2 तथा 3 की उचित जोड़ियाँ लगाकर पुनः लिखिए।**

स्तंभ क्र.1	स्तंभ क्र.2	स्तंभ क्र.3
i. त्रिक	अ. सभी परमाणुओं में सबसे हलका कण एवं ऋणावेशित	1. मेंडेलीव्ह
ii. अष्टक	आ. समाविष्ट द्रव्यमान एवं धनावेशित	2. थॉमसन
iii. परमाणु क्रमांक	इ. पहले तथा तीसरे परमाणु द्रव्यमानों का औसत	3. न्यूलँड्स
iv. आवर्त	ई. आठवें तत्व का गुणधर्म पहले तत्व के जैसे	4. रुदरफोर्ड
v. परमाणुकेंद्रक	उ. परमाणु केंद्रक में उपस्थित धनावेश	5. डोबरायनर
vi. इलेक्ट्रॉन	ऊ. अणुसूत्रों में क्रमशः परिवर्तन	6. मोसले

2. **उचित पर्याय चुनकर कथन पूर्ण लिखिए।**

अ. क्षारीय धातुओं के बाह्यतम कक्षा में इलेक्ट्रॉनों की संख्या .... है।

(i) 1 (ii) 2 (iii) 3 (iv) 7

आ. भू-क्षारीय धातु की संयोजकता 2 है अर्थात् उनका आधुनिक आवर्त सारणी में स्थान............... में है।

(i) समूह 2 (ii) समूह 16
(iii) आवर्त 2 (iv) डी-खंड

इ. तत्व X के क्लोराइड़ का अणुसूत्र XCl है। यह यौगिक उच्च द्रवणांकवाला ठोस है। X यह तत्व आवर्त सारणी के जिस समूह में होगा उस समूह में निम्न में से कौनसा तत्व होगा?

i. Na ii. Mg iii. Al iv. Si

ई. आधुनिक आवर्त सारणी में अधातुएँ किस खंड़ में उपस्थित हैं?

i. s खंड़ ii. p खंड़ iii. d खंड़ iv. f खंड़

3. **किसी तत्व का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण 2,8,2 है। इस आधार पर निम्न प्रश्नों के उत्तर लिखिए।**

अ. इस तत्व का परमाणु क्रमांक क्या है?

आ. इस तत्व का समूह कौन-सा है?

इ. ये तत्व कौन-से आवर्त में हैं ?

ई. इस तत्व का रासायनिक गुणधर्म निम्न में से किस तत्व के जैसा होगा? (कोष्ठक में परमाणु क्रमांक दिए गए है)

N (7), Be (4) , Ar (18), Cl (17)

4. **दिए हुए परमाणु क्रमांको के आधार पर नीचे दिए तत्त्वों का इलेक्ट्रॉनिक संरूपण लिखिए । इस आधार पर प्रश्नों का स्पष्टीकरण कारणसहित लिखिए ।**

अ. ${}_{3}Li$, ${}_{14}Si$, ${}_{2}He$, ${}_{11}Na$, ${}_{15}P$
इनमें से तृतीय आवर्त के तत्त्व बताइए?

आ. ${}_{1}H$, ${}_{7}N$, ${}_{20}Ca$, ${}_{16}S$, ${}_{4}Be$, ${}_{18}Ar$
इनमें से समूह-2 का तत्त्व कौन-सा है?

इ. ${}_{7}N$, ${}_{6}C$, ${}_{8}O$, ${}_{5}B$, ${}_{13}A1$
इनमें से सर्वाधिक विद्युतऋण वाला तत्त्व कौन-सा है?

ई. ${}_{4}Be$, ${}_{6}C$, ${}_{8}O$, ${}_{5}B$, ${}_{13}A1$
इनमें से सर्वाधिक विद्युतधन वाला तत्त्व कौन-सा है?

उ. ${}_{11}Na$, ${}_{15}P$, ${}_{17}C1$, ${}_{14}Si$, ${}_{12}Mg$
इनमें सबसे बड़े आकार वाला परमाणु कौन-सा है?

ऊ. ${}_{19}K$, ${}_{3}Li$, ${}_{11}Na$, ${}_{4}Be$
इनमें से सबसे कम परमाणु त्रिज्या वाला परमाणु कौन-सा है?

ए. ${}_{13}A1$, ${}_{14}Si$, ${}_{11}Na$, ${}_{12}Mg$, ${}_{16}S$
इनमें से सबसे अधिक धात्विक गुणधर्म वाला तत्त्व कौन-सा है?

ऐ. ${}_{6}C$, ${}_{3}Li$, ${}_{9}F$, ${}_{7}N$, ${}_{8}O$
इनमें से सबसे अधिक अधात्विक गुणधर्म वाला तत्त्व कौन-सा है?

5. **किए गए वर्णन के आधार पर तत्त्वों के नाम एवं उनके संकेत लिखिए ।**

अ. सबसे छोटे आकारवाला परमाणु

आ. सबसे कम परमाणु द्रव्यमान वाला परमाणु

इ. सर्वाधिक विद्युतऋण वाला परमाणु

ई. सबसे कम परमाणु त्रिज्या वाला निष्क्रीय तत्त्व (आदर्श गैसीय तत्त्व)

उ. सर्वाधिक अभिक्रियाशील अधातू

6. **संक्षेप में टिप्पणी लिखिए ।**

अ. मेंडेलीव्ह का आवर्ती नियम

आ. आधुनिक आवर्त सारणी की रचना

ई. समस्थानिकों का मेंडेलीव्ह और आधुनिक आवर्त सारणी में स्थान

7. **वैज्ञानिक कारण लिखिए ।**

अ. आवर्तों मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर परमाणु त्रिज्या कम-कम होती जाती है ।

आ. आधुनिक आवर्त सारणी में आवर्तों मे बाएँ से दाहिनी ओर जाने पर धात्विक गुणधर्म कम-कम होते जाते है ।

इ. समूह में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर परमाणु त्रिज्या बढ़ती जाती है ।

ई. एक ही समूह के सभी तत्त्वों की संयोजकता समान होती है ।

उ. तीसरे कवच की इलेक्ट्रॉन धारक क्षमता 18 होने पर भी तृतीय आवर्त में आठ तत्त्व हैं ।

8. **दिए गए वर्णन के आधार पर उत्तर लिखिए ।**

अ. K, L तथा M इन कवचों मे इलेक्ट्रॉन होने वाला आवर्त.

आ. शून्य संयोजकता वाला समूह

इ. संयोजकता 1 वाले अधातु का वंश

ई. संयोजकता 1 धातु का वंश

उ. संयोजकता 2 वाले धातु का वंश

ऊ. द्वितीय एवं तृतीय आवर्त के धातुसदृश

ए. तृतीय आवर्त के अधातु

ऐ. संयोजकता 4 होनेवाले दो तत्त्व

उपक्रम :

सभी निष्क्रीय गैसीय तत्त्वों के उपयोग खोजिए तथा सारणी तैयार करके कक्षा में लगाएँ ।

HKGRM2