

## 2. मूलद्रव्यांचे आवर्ती वर्गीकरण



- मूलद्रव्य व मूलद्रव्यांचे वर्गीकरण
- न्यूलॅंड्सचा अष्टकांचा नियम
- आधुनिक आवर्तसारणी
- डोबरायनरची त्रिके
- मॅडेलीव्हची आवर्तसारणी



थोडे आठवा.

1. द्रव्याचे प्रकार कोणते?
2. मूलद्रव्यांचे प्रकार कोणते?
3. द्रव्याच्या लहानात लहान कणांना काय म्हणतात?
4. मूलद्रव्ये व संयुगे यांच्या रेणूंमध्ये काय फरक असतो?

### मूलद्रव्यांचे वर्गीकरण (Classification of elements)

पूर्वीच्या इयत्तांमध्ये आपण शिकलो आहोत की एका मूलद्रव्याचे सर्व अणू हे एकाच प्रकारचे असतात. आजमितीस विज्ञान जगताला 118 मूलद्रव्ये ज्ञात झाली आहेत. मात्र इसवी सन 1800 च्या सुमारास फक्त 30 मूलद्रव्ये ज्ञात होती. काळाच्या ओघात अधिकाधिक मूलद्रव्यांचा शोध लागत गेला. या मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांविषयी अधिकाधिक माहिती साठत गेली. मोठ्या संख्येने असलेल्या या मूलद्रव्यांचा अभ्यास सोपा व्हावा यासाठी त्यांच्या विषयीच्या प्रचंड माहितीमध्ये काही आकृतिबंध आहे का हे वैज्ञानिक तपासू लागले. तुम्हाला माहित आहे की सुरुवातीच्या वर्गीकरणात मूलद्रव्यांचे धातू व अधातू असे गट पाडले होते. पुढील काळात मूलद्रव्यांचा धातुसदृश नावाचा आणखी एक वर्ग लक्षात आला. मूलद्रव्ये व त्यांचे गुणधर्म या विषयीचे ज्ञान जसे वाढू लागले तसे वेगवेगळ्या वैज्ञानिकांनी वर्गीकरणाच्या इतर अनेक पद्धती शोधण्याचे प्रयत्न सुरू केले.

### डोबरायनरची त्रिके (Dobereiner's Triads)

सन 1817 मध्ये डोबरायनर या जर्मन वैज्ञानिकाने मूलद्रव्यांचे गुणधर्म व त्यांची अणुवस्तुमाने यात संबंध असल्याचे सुचवले. त्याने एकसारखे रासायनिक गुणधर्म असणाऱ्या प्रत्येकी तीन मूलद्रव्यांचे गट पाडून त्यांना त्रिके असे नाव दिले. एका त्रिकामधील तीन मूलद्रव्यांची मांडणी त्याने अणुवस्तुमानांच्या चढत्या क्रमाने केली व दाखवले की मधल्या मूलद्रव्याचे अणुवस्तुमान हे अंदाजे इतर दोन मूलद्रव्यांच्या अणुवस्तुमानांच्या सरासरीइतके असते. मात्र सर्व ज्ञात मूलद्रव्यांचे वर्गीकरण डोबरायनरच्या त्रिकांमध्ये होऊ शकले नाही.

अ. क्र.	त्रिक	मूलद्रव्य - 1 प्रत्यक्ष अणुवस्तुमान (a)	मूलद्रव्य - 2		मूलद्रव्य - 3 प्रत्यक्ष अणुवस्तुमान(c)
			सरासरी = $\frac{a+c}{2}$	प्रत्यक्ष अणुवस्तुमान	
1	Li, Na, K	लिथिअम (Li) 6.9	सोडिअम $\frac{6.9 + 39.1}{2} = 23.0$	(Na) 23.0	पोटॅशियम (K) 39.1
2	Ca, Sr, Ba	कॅल्शियम (Ca) 40.1	स्ट्रॉन्शियम $\frac{40.1 + 137.3}{2} = 88.7$	(Sr) 87.6	बेरियम (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 डोबरायनरची त्रिके



सांगा पाहू !

सारखे रासायनिक गुणधर्म असलेल्या मूलद्रव्यांच्या पुढे दिलेल्या गटांमधून डोबरायनरची त्रिके ओळखा. (कंसात अणुवस्तुमानांक) 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)

## न्यूलँड्सच्या अष्टकांचा नियम (Newlands' Law of Octaves)

इंग्लिश वैज्ञानिक जॉन न्यूलँड्स याने एका वेगळ्या मार्गाने अणुवस्तुमानांचा सहसंबंध मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांशी जोडला. सन 1866 मध्ये न्यूलँड्सने त्याकाळी ज्ञात असलेली मूलद्रव्ये त्यांच्या अणुवस्तुमानांच्या चढत्या क्रमानुसार मांडली. याची सुरुवात सर्वात हलक्या हायड्रोजन या मूलद्रव्याने झाली, तर शेवट थोरिअमने झाला. त्याला दिसले की प्रत्येक आठव्या मूलद्रव्याला पहिल्या मूलद्रव्यासारखे गुणधर्म होते. जसे सोडिअम हे लिथिअमपासून आठवे मूलद्रव्य असून दोघांचे गुणधर्म एकसारखे आहेत. तसेच मॅनेशिअमचे बेरिलिअमशी साधर्म्य असून क्लोरीनचे फ्ल्युओरीनशी साधर्म्य आहे. न्यूलँड्सने या सारखेपणाची तुलना संगीतातील अष्टकांशी (सप्तकांशी) केली. त्याने आठव्या व पहिल्या मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांमध्ये दिसून येणाऱ्या सारखेपणाला अष्टकांचा नियम असे म्हटले.



### माहीत आहे का तुम्हांला ?

भारतीय संगीत प्रणालीमध्ये सा, रे, ग, म, प, ध, नी हे सात मुख्य स्वर आहेत व त्यांच्या समूहाला सप्तक म्हणतात. 'सा' पासून स्वरांची वारंवारता वाढत जाऊन 'नी' स्वर येतो. त्यानंतर मूळ 'सा' च्या दुप्पट वारंवारतेवर पुन्हा वरच्या सप्तकातील 'सा' स्वर येतो. म्हणजे सप्तक पूर्ण झाल्यावर स्वरांची पुनरावृत्ती होते. पाश्चात्य संगीतात do, re, mi, fa, sol, la, ti हे सात स्वर आहेत व आठव्या स्थानावर दुप्पट वारंवारतेचा do स्वर पुन्हा येतो. हे पाश्चात्य स्वरांचे अष्टक होय. स्वरांच्या वैविध्यपूर्ण उपयोगातून संगीताची निर्मिती होते.

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

## 2.2 न्यूलँड्सची अष्टके

न्यूलँड्सच्या अष्टकांच्या नियमात खूप त्रुटी आढळून आल्या. हा नियम फक्त कॅल्शिअमपर्यंत लागू होत होता. न्यूलँड्सने सर्व ज्ञात मूलद्रव्ये 7 x 8 अशा 56 रकान्यांच्या तक्त्यात बसविली. ज्ञात असलेल्या सर्व मूलद्रव्यांना तक्त्यात सामावून घेण्यासाठी न्यूलँड्सने काही जागांवर दोन-दोन मूलद्रव्ये बसविली. उदा. Co व Ni , Ce व La. याशिवाय त्याने काही भिन्न गुणधर्मांची मूलद्रव्ये अष्टकातील एकाच स्वराखाली ठेवली. उदा. Co व Ni या धातूंना न्यूलँड्सने डो या स्वराखाली Cl व Br या हॅलोजनांबरोबर ठेवले. या उलट Co व Ni यांच्याशी साधर्म्य असणाऱ्या Fe ला त्यांच्यापासून लांब O व S या अधातूंबरोबर 'टी' या स्वराखाली ठेवले. तसेच नव्याने शोध लागलेल्या मूलद्रव्यांना सामावून घेण्याची तरतूद न्यूलँड्सच्या अष्टकात नव्हती. नंतरच्या काळात शोध लागलेल्या नव्या मूलद्रव्यांचे गुणधर्म न्यूलँड्सच्या अष्टकांच्या नियमात बसले नाहीत.

## मेंडेलीव्हची आवर्तसारणी (Mendeleev's Periodic table)

दिमित्री मेंडेलीव्ह या रशियन वैज्ञानिकाने इसवी सन 1869 ते 1872 या काळात मूलद्रव्यांची आवर्तसारणी विकसित केली. मेंडेलीव्हची आवर्तसारणी म्हणजे मूलद्रव्यांच्या वर्गीकरणातील सर्वात महत्त्वाची पायरी आहे. अणुवस्तुमान हा मूलद्रव्यांचा मूलभूत गुणधर्म प्रमाण मानून मेंडेलीव्हने त्याकाळी ज्ञात असलेली 63 मूलद्रव्ये त्यांच्या अणुवस्तुमानांच्या चढत्या क्रमाने मांडली. या मूलद्रव्यांच्या भौतिक व रासायनिक गुणधर्मानुसार मेंडेलीव्हने मूलद्रव्यांच्या आवर्तसारणीची रचना केली.

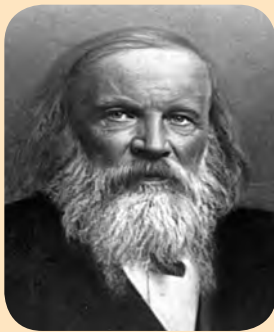
मूलद्रव्यांच्या आवर्तसारणीची रचना करताना, मेंडेलीव्हने मूलद्रव्यांच्या हायड्रोजन व ऑक्सीजन बरोबर झालेल्या हायड्राइड व ऑक्साइड संयुगांची रेणुसूत्रे हे रासायनिक गुणधर्म आणि मूलद्रव्यांचे तसेच त्यांच्या हायड्राइड व ऑक्साइड या संयुगांचे द्रवणांक, उत्कलनांक व घनता हे भौतिक गुणधर्म विचारात घेतले. मेंडेलीव्हला असे दिसून आले की ठराविक अवधीनंतर भौतिक व रासायनिक गुणधर्मांमध्ये सारखेपणा असलेल्या मूलद्रव्यांची पुनरावृत्ती होते. या निरीक्षणाच्या आधारे मेंडेलीव्ह यांनी पुढील आवर्ती नियमाचे प्रतिपादन केले. **मूलद्रव्यांचे गुणधर्म हे त्यांच्या अणुवस्तुमानांचे आवर्तीफल असतात.**

मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीमधील उभ्या स्तंभांना 'गण' म्हणतात तर आडव्या ओळींना 'आवर्त' म्हणतात.

श्रेणी ↓	गण I - R <sup>2</sup> O	गण II - RO	गण III - R <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	गण IV RH <sup>4</sup> RO <sup>2</sup>	गण V RH <sup>3</sup> R <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	गण VI RH <sup>2</sup> RO <sup>3</sup>	गण VII RH R <sup>2</sup> O <sup>7</sup>	गण VIII - RO <sup>4</sup>
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 मेंडेलीव्हची आवर्तसारणी

(मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीत वरच्या भागात संयुगांची सर्वसाधारण रेणुसूत्रे R<sup>2</sup>O, R<sup>2</sup>O<sup>3</sup> या पद्धतीने दर्शविलेली आहेत. येथे R म्हणजे संबंधित मूलद्रव्य होय. प्रचलित पद्धतीत ही रेणुसूत्रे R<sub>2</sub>O, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> अशी लिहितात.)



दिमित्री मेंडेलीव्ह

#### परिचय शास्त्रज्ञांचा

दिमित्री मेंडेलीव्ह (1834-1907) हे सेंट पीटर्सबर्ग विद्यापीठात प्राध्यापक होते. त्यांनी मूलद्रव्यांच्या अभ्यासाच्या हेतूने प्रत्येक ज्ञात मूलद्रव्यासाठी एकेक कार्ड बनवून त्यावर मूलद्रव्याचे अणुवस्तुमान दर्शवून अणुवस्तुमान व गुणधर्म यांच्या आधारे कार्डांची जी जुळणी केली त्यातून मूलद्रव्यांच्या आवर्तसारणीचा शोध लागला.



विचार करा.

1. मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीत अनेक रिकाम्या जागा सोडलेल्या आहेत. त्यापैकी काही ठिकाणी अणुवस्तुमानाचे भाकित केलेले दिसते. भाकित केलेली तीन अणुवस्तुमाने त्यांच्या गण व आवर्तसहित सांगा.
2. काही मूलद्रव्यांची नावे अनिश्चित असल्याने त्यांच्या संज्ञेमागे प्रश्नचिन्ह दर्शवले आहे. अशा संज्ञा कोणत्या ?

### मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीचे गुण (Merits of Mendeleev's periodic table)

विज्ञान हे प्रगतिशील आहे. प्रयोग करण्याची अधिक प्रगत साधने व पद्धती वापरून जुना निष्कर्ष सुधारण्याची मुभा विज्ञानात आहे. मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीमध्ये विज्ञानाची ही वैशिष्ट्ये स्पष्ट दिसतात.

मूलद्रव्यांचे गुणधर्म त्यांच्या अणुवस्तुमानाचे आवर्तीफल आहेत हा नियम सर्व ज्ञात मूलद्रव्यांना लागू करताना मेंडेलीव्हने आतापर्यंत उपलब्ध असलेली माहिती ही अंतिम नसून त्यात बदल होऊ शकतो, अशा विचारातून मांडणी केली. याचा परिणाम म्हणून मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीत पुढील गुण दिसून येतात.

1. गुणधर्मांप्रमाणे आवर्तसारणीत योग्य स्थान देता यावे म्हणून काही मूलद्रव्यांचे अणुवस्तुमान पुन्हा तपासून दुरुस्त करण्यात आले. उदा. बेरिलियमचे आधी ठरविलेले 14.09 हे अणुवस्तुमान बदलून 9.4 असे दुरुस्त केले, व बेरिलियमला बोरॉनच्या आधीची जागा दिली.
2. मेंडेलीव्हने आवर्तसारणीमध्ये काही जागा तोपर्यंत शोध न लागलेल्या मूलद्रव्यांसाठी रिक्त ठेवल्या. त्यापैकी तीन अज्ञात मूलद्रव्यांना जवळच्या ज्ञात मूलद्रव्यांवरून एका- बोरॉन, एका-अॅल्युमिनियम व एका-सिलिकॉन अशी नावे देऊन मेंडेलीव्हने त्यांची अणुवस्तुमाने अनुक्रमे 44, 68 व 72 असतील असे दर्शवले. इतकेच नव्हे तर त्यांच्या गुणधर्मांचेही भाकित केले. पुढे या मूलद्रव्यांचा शोध लागून त्यांना अनुक्रमे स्कॅंडियम (Sc), गॅलियम (Ga) व जर्मेनियम (Ge) अशी नावे देण्यात आली. या मूलद्रव्यांचे गुणधर्म मेंडेलीव्हच्या भाकीताशी जुळणारे आढळले. खालील तक्ता 2.4 पहा. या यशामुळे मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीच्या महत्त्वाविषयी सर्वांची खात्री पटली व मूलद्रव्यांच्या वर्गीकरणाची ही पद्धत लगेच स्वीकारली गेली.

गुणधर्म	एका - अॅल्युमिनियम (E) (मेंडेलीव्हचे भाकित)	गॅलियम (Ga) (प्रत्यक्षातील)
1. अणुवस्तुमान	68	69.7
2. घनता (g/cm <sup>3</sup> )	5.9	5.94
3. द्रवणांक (°C)	कमी	30.2
4. क्लोराइडचे सूत्र	ECl <sub>3</sub>	GaCl <sub>3</sub>
5. ऑक्साइडचे सूत्र	E <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
6. ऑक्साइडचे स्वरूप	उभयधर्मी ऑक्साइड	उभयधर्मी ऑक्साइड

### 2.4 गॅलियमचे केलेले भाकित व प्रत्यक्षातील गुणधर्म

3. मेंडेलीव्हच्या मूळ आवर्तसारणीत राजवायूसाठी जागा राखून ठेवलेली नव्हती. परंतु एकोणीसाव्या शतकाच्या शेवटी हेलियम, निऑन, अरगॉन, इत्यादी राजवायूंचा शोध लागल्यावर मेंडेलीव्हने मूळ आवर्तसारणीला धक्का न लावता 'शून्य गण' निर्माण केला व त्यात राजवायू बरोबर बसले.



जरा डोके चालवा.

क्लोरीनची Cl-35 व Cl-37 अशी दोन समस्थानिके आहेत. त्यांची अणुवस्तुमाने अनुक्रमे 35 व 37 अशी वेगवेगळी असल्याने मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीत त्यांना वेगवेगळ्या स्थानांवर ठेवणे योग्य ठरेल, की त्यांचे रासायनिक गुणधर्म समान आहेत म्हणून त्यांना एकाच स्थानावर ठेवणे योग्य ठरेल ?

## मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीतील त्रुटी (Demerits of Mendeleev's periodic table)

1. कोबाल्ट (Co) व निकेल (Ni) या मूलद्रव्यांचे पूर्णांकी अणुवस्तुमान समान असल्याने त्यांच्या क्रमाबद्दल मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीत संदिग्धता होती.
2. मेंडेलीव्हने आवर्तसारणी मांडल्यानंतर खूप काळाने समस्थानिकांचा शोध लागला. समस्थानिकांचे रासायनिक गुणधर्म समान तर अणुवस्तुमाने भिन्न असल्यामुळे त्यांना मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीत जागा कशा प्रकारे द्यावयाची हे एक मोठे आव्हान उभे राहिले.
3. वाढत्या अणुवस्तुमानाप्रमाणे मांडलेल्या मूलद्रव्यांच्या अणुवस्तुमानांमधील वाढ नियमित दराने होताना दिसत नाही. त्यामुळे दोन जड मूलद्रव्यांच्या मध्ये किती मूलद्रव्यांचा शोध लागेल याचे भाकित करणे मेंडेलीव्हच्या आवर्ती नियमानुसार शक्य नव्हते.
4. हायड्रोजनचे स्थान : हायड्रोजन हा हॅलोजनांशी (गण VII) साम्य दर्शवतो, जसे की हायड्रोजनचे रेणुसूत्र  $H_2$  आहे, तर फ्लुओरिन, क्लोरीन यांची रेणुसूत्रे अनुक्रमे  $F_2$ ,  $Cl_2$  अशी आहेत. तसेच हायड्रोजन व अल्क धातू (गण I) यांच्या रासायनिक गुणधर्मांमध्येही साधर्म्य आहे. हायड्रोजन व अल्क धातू (Na, K, इत्यादी.) यांनी क्लोरीन व ऑक्सिजन यांच्याबरोबर तयार केलेल्या संयुगांच्या रेणुसूत्रांमध्ये साधर्म्य आहे. वरील गुणधर्मांचा विचार केल्यावर हायड्रोजनची जागा अल्क धातूंच्या गणात (गण I) की हॅलोजनांच्या गणात (गण VII) हे ठरवता येत नाही.

H ची संयुगे	Na ची संयुगे
HCl	NaCl
$H_2O$	$Na_2O$
$H_2S$	$Na_2S$

### 2.5 हायड्रोजन व अल्कली धातूंमधील साम्य

मूलद्रव्य (रेणुसूत्र)	धातूंबरोबरील संयुगे	अधातूंबरोबरील संयुगे
$H_2$	NaH	$CH_4$
$Cl_2$	NaCl	$CCl_4$

### 2.6 हायड्रोजन व हॅलोजनांमधील साम्य



जरा डोके चालवा.

1. मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीचा उपयोग करून पुढील मूलद्रव्यांच्या ऑक्साइडची रेणुसूत्रे काय असतील ते लिहा. Na, Si, Ca, C, Rb, P, Ba, Cl, Sn
2. मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीचा उपयोग करून पुढील मूलद्रव्यांच्या हायड्रोजनबरोबर तयार होणाऱ्या संयुगांची रेणुसूत्रे काय असतील ते लिहा. C, S, Br, As, F, O, N, Cl

## आधुनिक आवर्ती नियम (Modern Periodic law)

मेंडेलीव्हने आवर्तसारणी मांडली तेव्हा विज्ञानजगताला अणूच्या अंतरंगाविषयी माहिती नव्हती. इलेक्ट्रॉनचा शोध लागल्यावर अणूमधील इलेक्ट्रॉनांची संख्या व अणुअंक यांच्यातील संबंधाचा वेध वैज्ञानिक घेऊ लागले. मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीत अणुअंक हा केवळ मूलद्रव्यांचा क्रमदर्शक अंक होता.

सन 1913 मध्ये इंग्लिश वैज्ञानिक हेनरी मोजले (Henry Moseley) याने एक्स-रे नलिका वापरून केलेल्या प्रयोगांनी दाखवून दिले की मूलद्रव्यांचा अणुअंक (Z) म्हणजेच त्या मूलद्रव्याच्या अणुकेंद्रकावरील धनप्रभार अथवा त्याची प्रोटॉन संख्या होय. मोजलेने अनेक मूलद्रव्यांचे अणुअंक प्रयोगांनी निश्चित केले. त्यामुळे अणुवस्तुमानापेक्षा मूलद्रव्यांचा अधिक मूलभूत गुणधर्म 'अणुअंक' हा आहे हे लक्षात आले. त्यानुसार मेंडेलीव्हच्या आवर्ती नियमात बदल करून आधुनिक आवर्ती नियम मांडला गेला तो असा..

मूलद्रव्यांचे गुणधर्म हे त्यांच्या अणुअंकांचे आवर्तीफल असतात.

## आधुनिक आवर्तसारणी: आवर्तसारणीचे दीर्घ रूप

### (Modern periodic table : long form of the periodic table)

मूलद्रव्यांची मांडणी त्यांच्या अणुअंकांच्या चढत्या क्रमाने केल्यावर मूलद्रव्यांचे जे वर्गीकरण मिळते, ते म्हणजे 'आधुनिक आवर्तसारणी'. अणुअंक आधारभूत धरून तयार झालेल्या आधुनिक आवर्तसारणीमुळे मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांचे भाकित अधिक अचूकपणे करता येते. आधुनिक आवर्तसारणीलाच आवर्तसारणीचे दीर्घरूप असेही म्हणतात.

आधुनिक आवर्तसारणीमध्ये मूलद्रव्यांची मांडणी त्यांच्या अणुअंक (Z) नुसार केलेली आहे. (तक्ता क्र. 2.7 पहा.) त्यामुळे मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीतील बऱ्याचशा त्रुटी आधुनिक आवर्तसारणीत नाहीशा झालेल्या दिसतात. मात्र हायड्रोजनच्या स्थानाविषयीचा संदेह आधुनिक आवर्तसारणीमध्ये सुद्धा दूर होत नाही.

आपण मागील इयत्तांमध्ये पाहिले आहे की अणूमधील इलेक्ट्रॉन हे केंद्रकाभोवतीच्या कवचांमध्ये ज्या प्रकारे वितरित केलेले असतात ते इलेक्ट्रॉन संरूपण त्यांच्या एकूण संख्येवरून ठरते आणि अणूमधील इलेक्ट्रॉनांची एकूण संख्या ही अणुअंकाइतकीच असते. मूलद्रव्याचा अणुअंक व त्याचे इलेक्ट्रॉन संरूपण यांच्यातील संबंध आधुनिक आवर्तसारणीमध्ये स्पष्टपणे दिसून येतो.

### आधुनिक आवर्तसारणीची रचना

#### (Structure of the modern periodic table)

आधुनिक आवर्तसारणीमध्ये सात आडव्या ओळी आहेत, त्या म्हणजेच 1 ते 7 आवर्त. तसेच या सारणीतील अठरा उभे स्तंभ म्हणजेच 1 ते 18 गण होत. आवर्त व गण यांच्या रचनेतून चौकटी तयार होतात. या चौकटींमध्ये वरच्या बाजूला ओळीने अणुअंक दर्शवलेले असतात. प्रत्येक चौकट ही एका मूलद्रव्याची जागा आहे.

सात ओळींव्यतिरिक्त आवर्तसारणीच्या तळाशी आणखी दोन ओळी स्वतंत्रपणे दाखविलेल्या आहेत. त्यांना अनुक्रमे लॅन्थॅनाइड श्रेणी आणि अॅक्टिनाइड श्रेणी असे म्हणतात. दोन श्रेणींसहित आवर्तसारणीमध्ये 118 चौकटी आहेत. म्हणजेच आधुनिक आवर्तसारणीमध्ये 118 मूलद्रव्यांसाठी जागा आहेत. अगदी अलीकडच्या काळात काही मूलद्रव्यांची निर्मिती प्रयोगसिद्ध झाल्यामुळे आता ही आवर्तसारणी पूर्ण भरली आहे व सर्व 118 मूलद्रव्ये आता शोधली गेली आहेत.

संपूर्ण आवर्तसारणी एस्-खंड, पी-खंड, डी-खंड व एफ्-खंड अशा चार खंडांमध्ये विभागली आहे. एस्-खंड हा गण 1 व 2 यांचा बनलेला आहे. गण 13 ते गण 18 हे पी-खंडामध्ये येतात. गण 3 ते गण 12 म्हणजे डी-खंड तर तळाच्या लॅन्थॅनाइड आणि अॅक्टिनाइड श्रेणी म्हणजे एफ्-खंड होय. डी-खंडातील मूलद्रव्यांना संक्रमक मूलद्रव्ये म्हणतात. आवर्तसारणीच्या पी-खंडामध्ये एक नागमोडी रेषा दर्शविता येते. या नागमोडी रेषेच्या साहाय्याने मूलद्रव्यांचे पारंपरिक तीन प्रकार आधुनिक आवर्तसारणीमध्ये स्पष्टपणे दाखविता येतात. नागमोडी रेषेच्या किनारीने धातुसदृश मूलद्रव्ये आहेत. नागमोडी रेषेच्या डाव्या बाजूला सर्व धातू असून उजव्या बाजूला सर्व अधातू आहेत.



जरा डोके चालवा.

### आधुनिक आवर्तसारणीमधील मूलद्रव्यांच्या जागांवरून...

1. कोबाल्ट ( $^{59}\text{Co}$ ) व निकेल ( $^{59}\text{Ni}$ ) यांच्या स्थानांसंदर्भात मेंडेलीव्हच्या आवर्तसारणीत असलेला प्रश्न आधुनिक आवर्तसारणीत कसा सुटला ?
2.  $^{35}_{17}\text{Cl}$  व  $^{37}_{17}\text{Cl}$  या समस्थानिकांची जागा आधुनिक आवर्तसारणीत कशा प्रकारे निश्चित झाली ?
3. क्रोमिअम  $^{52}_{24}\text{Cr}$  व मँगनीज  $^{55}_{25}\text{Mn}$  या दोन मूलद्रव्यांच्या दरम्यान 53 किंवा 54 अणुवस्तुमान असलेले मूलद्रव्य असू शकेल का ?
4. आधुनिक आवर्तसारणीत हायड्रोजनला कोठे ठेवावे असे तुम्हाला वाटते ? हॅलोजनच्या गण 17 मध्ये की अल्क धातूंच्या गण 1 मध्ये ?

## आधुनिक आवर्तसारणी : मूलद्रव्यांचे इलेक्ट्रॉन संरूपण (Modern periodic table : electronic configuration of the elements)

एका आवर्तामध्ये शेजारी-शेजारी असणाऱ्या मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांमध्ये थोडासा फरक असतो, मात्र दूर असणाऱ्या मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांमध्ये खूपच फरक असतो. एका गणातील मूलद्रव्यांच्या रासायनिक गुणधर्मांमध्ये साधर्म्य व प्रवणता (Gradation) दिसून येते. आधुनिक आवर्तसारणीतील गण व आवर्ताची ही वैशिष्ट्ये मूलद्रव्यांच्या इलेक्ट्रॉन संरूपणांमुळे आहेत. एखादे मूलद्रव्य आधुनिक आवर्तसारणीच्या कोणत्या गणात व आवर्तामध्ये ठेवायचे हे त्याच्या इलेक्ट्रॉन संरूपणावरून ठरते.

### गण व आवर्ताची वैशिष्ट्ये

मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांची तुलना केली असता आवर्तसारणीतील गण व आवर्ताची वैशिष्ट्ये समजतात. एखाद्या विशिष्ट गणातील सर्व मूलद्रव्यांच्या विविध गुणधर्मांमध्ये साधर्म्य व प्रवणता असते. मात्र एखाद्या विशिष्ट आवर्तामध्ये एका टोकाकडून दुसऱ्या टोकाकडे (उदा. डावीकडून उजवीकडे) जाताना मूलद्रव्यांचे गुणधर्म क्रमाक्रमाने थोडे थोडे बदलत जातात.

## गण व इलेक्ट्रॉन संरूपण (Groups and electronic configuration)



सांगा पाहू !

1. आधुनिक आवर्तसारणीचे (तक्ता क्र. 2.7) अवलोकन करून गण 1 मधील मूलद्रव्यांची नावे एकाखाली एक लिहा.
2. या गणातील पहिल्या चार मूलद्रव्यांचे इलेक्ट्रॉन संरूपण लिहा.
3. तुम्हाला त्यांच्या इलेक्ट्रॉन संरूपणात कोणता सारखेपणा आढळला ?
4. या चार मूलद्रव्यांमध्ये प्रत्येकी किती संयुजा इलेक्ट्रॉन आहेत ?

तुम्हाला दिसेल की गण 1 म्हणजेच अल्क धातूंच्या कुलामधील सर्व मूलद्रव्यांच्या संयुजा-इलेक्ट्रॉन्सची संख्या समान आहे. तसेच, दुसऱ्या कोणत्याही एका गणातील मूलद्रव्ये पाहिली तर त्यांच्या संयुजा-इलेक्ट्रॉनांची संख्या एकसमान असल्याचे तुम्हाला दिसेल. उदा. बेरिलियम (Be), मॅग्नेशियम (Mg) व कॅल्शियम (Ca) ही मूलद्रव्ये गण 2 मध्ये म्हणजेच अल्कधर्मी मृदा धातूंच्या कुलामध्ये आहेत. त्यांच्या बाह्यतम कवचात दोन इलेक्ट्रॉन आहेत. तसेच गण 17 मधील म्हणजेच हॅलोजन कुलामधील फ्ल्युओरिन (F) व क्लोरिन (Cl) इत्यादी मूलद्रव्यांच्या बाह्यतम कवचात सात इलेक्ट्रॉन आहेत. कोणत्याही एका गणात वरून खाली जाताना इलेक्ट्रॉनचे एकेक कवच वाढत जाते. यावरून आपल्याला असे म्हणता येईल, की बाह्यतम कवचाचे इलेक्ट्रॉन संरूपण हे आधुनिक आवर्तसारणीतील त्या त्या गणांचे वैशिष्ट्य आहे. मात्र जसे आपण एखाद्या गणात वरून खाली जातो तशी कवचांची संख्या वाढत जाते.



माहीत आहे का तुम्हांला ?

अणुअंक 92 असलेल्या युरेनियम ह्या मूलद्रव्यानंतरची सर्व मूलद्रव्ये (अणुअंक 93 ते 118) ही मानवनिर्मित आहेत. ही सर्व मूलद्रव्ये किरणोत्सारी व अस्थायी असून त्यांचे आयुष्यमान खूप कमी आहे.

आधुनिक आवर्तसारणीत..

1. मूलद्रव्ये त्यांच्या चढत्या अणुक्रमांकाप्रमाणे मांडली आहेत.
2. उभ्या स्तंभांना गण म्हणतात. एकूण गण 18 आहेत. एका गणातील मूलद्रव्यांच्या रासायनिक गुणधर्मांमध्ये साधर्म्य व प्रवणता असते.
3. आडव्या ओळींना आवर्त असे म्हणतात. एकूण 7 आवर्त आहेत. एका आवर्तामध्ये एका टोकाकडून दुसऱ्या टोकाकडे जाताना मूलद्रव्यांचे गुणधर्म हळूहळू बदलत जातात.

1																		18	
अणुअंक संज्ञा इलेक अणुवस्तुमान																			
d- खंड																			
f- खंड																			
* #																			

### आवर्त आणि इलेक्ट्रॉन संरूपण (Periods and electronic configuration)



सांगा पाहू !

1. आधुनिक आवर्तसारणीचे अवलोकन केल्यावर दिसते की Li, Be, B, C, N, O, F व Ne ही मूलद्रव्ये आवर्त-2 मध्ये आहेत. त्या सर्वांचे इलेक्ट्रॉन संरूपण लिहा.
2. या मूलद्रव्यांमधील संयुजा इलेक्ट्रॉनांची संख्या एकसारखी आहे का ?
3. त्यांच्यामधील कवचांची संख्या एकसारखी आहे का ?

तुम्हांला असे दिसेल की या मूलद्रव्यांमधील संयुजा इलेक्ट्रॉनांची संख्या वेगवेगळी आहे, मात्र त्यांच्यातील कवचांची संख्या एकसारखी आहे. तुम्हांला असेही दिसेल की आवर्तांमध्ये डावीकडून उजवीकडे जाताना जसा अणुअंक एकाने वाढतो तशी संयुजा इलेक्ट्रॉनांची संख्यासुद्धा एकाने वाढते.

	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 अणू

अर्गॉन अणू

### 2.8 नवीन आवर्त नवे कवच



आपल्याला असे म्हणता येईल की, ज्या मूलद्रव्यांमधील इलेक्ट्रॉन असलेल्या कवचांची संख्या एकसारखी असते ती मूलद्रव्ये एकाच आवर्तात असतात. दुसऱ्या आवर्तातील Li, Be, B, C, N, O, F व Ne या मूलद्रव्यांच्या K व L या दोन कवचांमध्ये इलेक्ट्रॉन असतात. तिसऱ्या आवर्तात असलेल्या Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl व Ar या मूलद्रव्यांच्या K, L व M या तीन कवचांमध्ये इलेक्ट्रॉन असतात. या मूलद्रव्यांचे इलेक्ट्रॉन संरूपण लिहा व खात्री करा. आधुनिक आवर्तसारणीतील एका आवर्तामध्ये डावीकडून उजवीकडे जाताना बाह्यतम कवचात इलेक्ट्रॉन भरले जातात. पुढचा आवर्त सुरू होताना नवीन इलेक्ट्रॉन कवच भरायला सुरुवात होते. (तक्ता 2.8)

पहिल्या तीन आवर्तांमधील मूलद्रव्यांची संख्या ही कवचांची इलेक्ट्रॉन धारकता व इलेक्ट्रॉन अष्टकाचा नियम यावरून ठरते. (पहा तक्ता क्र. 2.9)



**थोडे आठवा.**

1. K, L, M या इलेक्ट्रॉन कवचांसाठी 'n' च्या किंमती काय आहेत?
2. एका इलेक्ट्रॉन कवचात जास्तीत जास्त किती इलेक्ट्रॉन सामावता येतात? सूत्र लिहा.
3. K, L व M या कवचांची जास्तीत जास्त इलेक्ट्रॉन धारकता किती ते काढा.

कवचाच्या इलेक्ट्रॉन धारकतेनुसार पहिल्या आवर्तात 2 मूलद्रव्ये आहेत व दुसऱ्या आवर्तात 8 मूलद्रव्ये आहेत. इलेक्ट्रॉन अष्टकाच्या नियमानुसार तिसऱ्या आवर्तात सुद्धा 8 मूलद्रव्ये आहेत. पुढील आवर्तांमध्ये इलेक्ट्रॉन-भरण नियंत्रित करणारे आणखी काही घटक आहेत, त्यांचा विचार पुढील इयत्तांमध्ये केला जाईल.

मूलद्रव्याची रासायनिक अभिक्रियाशीलता ही त्याच्या संयुजा-इलेक्ट्रॉनांची संख्या व संयुजा-कवच कोणते आहे यावरून ठरते.

कवच	n	$2n^2$	इलेक्ट्रॉन धारकता
K	1	$2 \times 1^2$	2
L	2	$2 \times 2^2$	8
M	3	$2 \times 3^2$	18
N	4	$2 \times 4^2$	32

### 2.9 इलेक्ट्रॉन कवचांची इलेक्ट्रॉन धारकता

या दोन्ही बाबींची माहिती आधुनिक आवर्तसारणीत मूलद्रव्यांचे स्थान कोठे आहे (कोणत्या गणात व कोणत्या आवर्तात) यावरून मिळते. त्यामुळे मूलद्रव्यांच्या अभ्यासात आधुनिक आवर्तसारणी अत्यंत उपयुक्त आहे.

### आधुनिक आवर्तसारणीतील आवर्ती कल (Periodic trends in the modern periodic table)

आधुनिक आवर्तसारणीच्या एखाद्या आवर्तातील किंवा एखाद्या गणातील मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांची तुलना केली असता त्यांच्यात होणाऱ्या बदलांमध्ये काही नियमितता दिसून येते. यालाच आधुनिक आवर्तसारणीतील आवर्ती कल म्हणतात. आपण या इयत्तेत फक्त मूलद्रव्यांच्या संयुजा, अणु-आकारमान व धातू-अधातू गुणधर्म या तीन गुणधर्मांमधील आवर्ती कल विचारात घेणार आहोत.

**संयुजा (Valency) :** मूलद्रव्याच्या अणूच्या बाह्यतम कवचात असणाऱ्या इलेक्ट्रॉनांच्या म्हणजेच संयुजा इलेक्ट्रॉनांच्या संख्येवरून त्या मूलद्रव्याची संयुजा ठरते हे तुम्ही मागील इयत्तांमध्ये पाहिले आहे.



**विचार करा.**

1. मूलद्रव्यांचे इलेक्ट्रॉन संरूपण व त्याची संयुजा यांच्यात संबंध काय आहे?
2. बेरिलियमचा अणुअंक 4 आहे तर ऑक्सीजनचा अणुअंक 8 आहे. दोन्हींचे इलेक्ट्रॉन संरूपण लिहा व त्यावरून दोन्हींची संयुजा ठरवा.
3. आधुनिक आवर्तसारणी आधारभूत मानून पुढील तक्ता तयार केलेला आहे. त्यामध्ये पहिल्या 20 मूलद्रव्यांचे इलेक्ट्रॉन संरूपण संज्ञेखाली लिहून त्याच्या खाली त्या मूलद्रव्याची संयुजा लिहा. (चौकटीत दाखवल्याप्रमाणे)
4. एका आवर्तात डावीकडून उजवीकडे जाताना संयुजा बदलण्यामध्ये आवर्ती कल काय आहे? आवर्त 2 व आवर्त 3 यांचा संदर्भ घेऊन तुमचे उत्तर स्पष्ट करा.
5. एका गणामध्ये वरून खाली जाताना संयुजा बदलण्यामध्ये आवर्ती कल काय आहे? गण 1 व गण 2 व गण 18 यांचा संदर्भ घेऊन तुमचे उत्तर स्पष्ट करा.

**संज्ञा**  
अणुअंक  
इलेक्ट्रॉन संरूपण  
संयुजा

$^{19}\text{K}$   
2, 8, 8, 1  
1

1	1	2	13	14	15	16	17	18
2								
3								
4								

### अणु आकारमान (Atomic size)

आकारमान हा द्रव्याचा मूलभूत गुणधर्म आहे हे आपण मागील इयत्तांमध्ये पाहिले आहे. अणूचे आकारमान त्याच्या त्रिज्येने दर्शवतात. अणुत्रिज्या म्हणजे अणुकेंद्रक व बाह्यतम कवच यामधील अंतर होय.

अणुत्रिज्या व्यक्त करण्यासाठी नॅनोमीटरहूनही लहान असे पिकोमीटर (pm) हे एकक वापरतात, (1 pm =  $10^{-12}\text{m}$ )

शेजारी काही मूलद्रव्ये व त्यांच्या अणुत्रिज्या दिल्या आहेत.

मूलद्रव्य	:	O	B	C	N	B	Li
अणुत्रिज्या (pm)	:	66	88	77	74	111	152



#### जरा डोके चालवा.

1. आधुनिक आवर्तसारणीत पाहून वरील मूलद्रव्यांचे आवर्त सांगा.
2. वरील मूलद्रव्ये अणुत्रिज्येच्या उतरत्या क्रमाने मांडा.
3. ही मांडणी आधुनिक आवर्तसारणीतील दुसऱ्या आवर्ताच्या आकृतिबंधाशी जुळते का ?
4. वरीलपैकी सर्वात मोठा व सर्वात लहान अणू असणारी मूलद्रव्ये कोणती ?
5. एका आवर्तामध्ये डावीकडून उजवीकडे जाताना अणुत्रिज्या बदलामध्ये आवर्ती कल काय दिसतो ?

मूलद्रव्य	:	K	Na	Rb	Cs	Li
अणुत्रिज्या (pm)	:	231	186	244	262	151



#### जरा डोके चालवा.

1. आधुनिक आवर्तसारणी पाहून वरील मूलद्रव्यांचे गण सांगा.
2. वरील मूलद्रव्ये अणुत्रिज्येच्या चढत्या क्रमाने वरून खाली ह्या पद्धतीने मांडा.
3. ही मांडणी आधुनिक आवर्तसारणीच्या गण 1 च्या आकृतिबंधाशी जुळते का ?
4. वरीलपैकी सर्वात मोठा व सर्वात लहान अणू असणारी मूलद्रव्ये कोणती ?
5. एका गणामध्ये वरून खाली जाताना अणुत्रिज्या बदलण्यामध्ये आवर्ती कल काय दिसतो ?

तुम्हाला दिसेल की गणामध्ये खाली जाताना अणूचे आकारमान वाढत जाते. याचे कारण गणात खाली जाताना नवीन कवचाची भर पडत जाते. त्यामुळे बाह्यतम इलेक्ट्रॉन व अणुकेंद्रक यांच्यातील अंतर वाढत जाते. याचा परिणाम म्हणजे केंद्रकांवरील प्रभार वाढूनसुद्धा अणूचे आकारमान वाढत जाते.

## धातु-अधातु गुणधर्म (Metallic – Nonmetallic character)



जरा डोके चालवा.

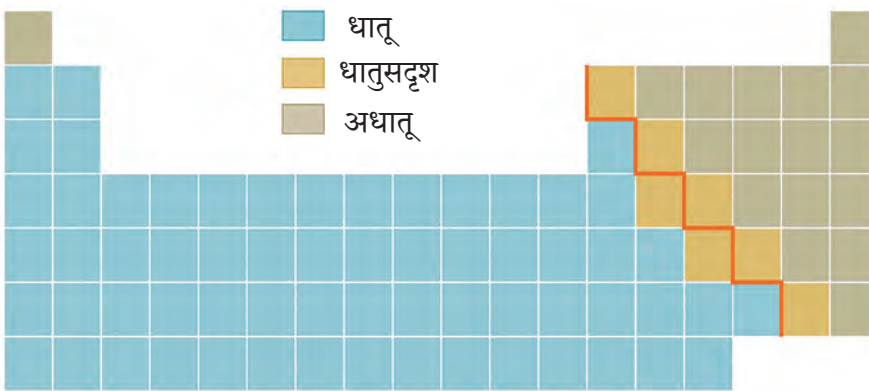
1. तिसऱ्या आवर्तातील मूलद्रव्ये पहा. त्यांचे धातु व अधातूंमध्ये वर्गीकरण करा.
2. धातु आवर्तसारणीच्या कोणत्या बाजूला आहेत? डाव्या की उजव्या?
3. तुम्हाला अधातु आवर्तसारणीच्या कोणत्या बाजूला आढळले?

असे दिसते की सोडिअम, मॅनेशियम अशी धातुरूप मूलद्रव्ये डाव्या बाजूला आहे. सल्फर, क्लोरीन अशी अधातुरूप मूलद्रव्ये उजव्या बाजूला आहेत. या दोन्ही प्रकारांमध्ये सिलिकॉन हे धातुसदृश मूलद्रव्य आहे. असाच आकृतिबंध इतर आवर्तांमध्येही दिसतो.

आवर्तसारणीमध्ये एक नागमोडी रेषा धातूंना अधातूंपासून वेगळे करते असे दिसते. या रेषेच्या डाव्या बाजूला धातु, उजव्या बाजूला अधातु व रेषेच्या किनारिने धातुसदृश या प्रकारे मूलद्रव्यांची मांडणी झालेली दिसते. असे कशामुळे झाले?

धातु व अधातूंच्या वैशिष्ट्यपूर्ण रासायनिक गुणधर्मांची तुलना करून पाहू. साध्या आयनिक संयुगांच्या रासायनिक सूत्रांवरून असे दिसते की त्यांच्यातील धनायन हा धातूपासून तर ऋणायन अधातूपासून बनलेला असतो. यावरून समजते की, धातूंच्या अणूंची प्रवृत्ती स्वतःचे संयुजा इलेक्ट्रॉन गमावून धनायन बनण्याची असते. यालाच मूलद्रव्याची विद्युत धनता म्हणतात. त्या उलट अधातूंच्या अणूंची प्रवृत्ती बाहेरून इलेक्ट्रॉन संयुजा कवचात स्वीकारून ऋणायन बनण्याची असते. आपण आधीच पाहिले आहे की, आयनांना राजवायूंचे स्थायी इलेक्ट्रॉन संरूपण असते. संयुजा कवचातून इलेक्ट्रॉन गमावण्याची किंवा संयुजा कवचात इलेक्ट्रॉन स्वीकारण्याची अणूची क्षमता कशी ठरते? कोणत्याही अणूतील सर्वच इलेक्ट्रॉन हे त्यांच्यावर धनप्रभारी केंद्रकामुळे प्रयुक्त होणाऱ्या आकर्षण बलामुळे अणूमध्ये धरून ठेवले जातात. संयुजा कवचातील इलेक्ट्रॉन व अणुकेंद्रक यांच्या दरम्यान आतील कवचांमधील इलेक्ट्रॉन असतात. त्यामुळे संयुजा इलेक्ट्रॉनांवर आकर्षणबल प्रयुक्त करणारा परिणामी केंद्रकीय प्रभार हा मूळच्या केंद्रकीय प्रभारापेक्षा थोडा कमी असतो. धातूंमध्ये असणारी संयुजा इलेक्ट्रॉनांची संख्या कमी (1 ते 3) असते. ह्या संयुजा इलेक्ट्रॉनांवर प्रयुक्त होणारा परिणामी केंद्रकीय प्रभार सुद्धा कमी असतो. ह्या दोन्ही घटकांचा एकत्रित परिणाम म्हणून धातूंमध्ये संयुजा इलेक्ट्रॉन गमावून स्थायी राजवायू संरूपण असलेला धनायन बनण्याची प्रवृत्ती असते. मूलद्रव्यांची ही प्रवृत्ती अथवा विद्युत धनता म्हणजेच त्या मूलद्रव्याचा धातु-गुणधर्म होय.

1. कमी होत जाणारी अणुत्रिज्या
2. वाढत जाणारी विद्युत ऋणता व अधातु-गुणधर्म
3. कमी होत जाणारी विद्युत धनता व धातु-गुणधर्म



1. वाढत जाणारी अणुत्रिज्या
2. कमी होत जाणारी विद्युत ऋणता व अधातु-गुणधर्म
3. वाढत जाणारी विद्युत धनता व धातु-गुणधर्म

2.10 मूलद्रव्यांमधील आवर्ती कल

आधुनिक आवर्तसारणीतील स्थानावरून मूलद्रव्यांच्या धातु-गुणधर्माचा आवर्ती कल स्पष्टपणे समजून येतो.

प्रथम एका गणातील मूलद्रव्यांच्या धातु-गुणधर्माचा विचार करू. एका गणात वरून खाली जाताना नव्या कवचाची भर पडून केंद्रक व संयुजा इलेक्ट्रॉन यांच्यातील अंतर वाढत जाते. त्यामुळे परिणामी केंद्रकीय प्रभार कमी होऊन संयुजा इलेक्ट्रॉनांवरील आकर्षण बल कमी होते. त्यामुळे संयुजा इलेक्ट्रॉन गमावण्याची अणूची प्रवृत्ती वाढते. तसेच संयुजा-इलेक्ट्रॉन गमावल्यावर उपांत्य कवच बाह्यतम ठरते. हे उपांत्य कवच पूर्ण अष्टक असल्यामुळे तयार झालेल्या धनायनाला विशेष स्थैर्य प्राप्त होते. त्यामुळे इलेक्ट्रॉन गमावण्याची अणूची प्रवृत्ती आणखी वाढते. संयुजा इलेक्ट्रॉन गमावण्याची अणूची प्रवृत्ती म्हणजेच धातु-गुणधर्म. त्यामुळे गणात वरून खाली जाताना मूलद्रव्याचा धातु-गुणधर्म वाढण्याचा कल दिसून येतो.

एका आवर्तात डावीकडून उजवीकडे जाताना बाह्यतम कवच तेच राहते. मात्र केंद्रकावरील धनप्रभार वाढत गेल्याने व अणुत्रिज्या कमी होत गेल्याने प्रयुक्त होणारा परिणामी केंद्रकीय प्रभार सुद्धा वाढत जातो. त्यामुळे संयुजा इलेक्ट्रॉन गमावण्याची अणूची प्रवृत्ती कमी कमी होत जाते. म्हणजेच आवर्तामध्ये डावीकडून उजवीकडे जाताना मूलद्रव्यांचा धातु-गुणधर्म कमी कमी होत जातो. (पहा तक्ता 2.10)

एका आवर्तात डावीकडून उजवीकडे जाताना वाढत जाणारा केंद्रकीय प्रभार व कमी होत जाणारी अणुत्रिज्या या दोन्ही घटकांमुळे संयुजा इलेक्ट्रॉनांवर प्रयुक्त होणारा परिणामी केंद्रकीय प्रभार वाढत जातो व संयुजा इलेक्ट्रॉन अधिकाधिक आकर्षणबलाने धरून ठेवले जातात. यालाच अणूची विद्युत ऋणता म्हणतात. एका आवर्तात डावीकडून उजवीकडे जाताना वाढत जाणाऱ्या विद्युत ऋणतेमुळे बाहेरून इलेक्ट्रॉन स्वीकारून पूर्ण अष्टक स्थितीमधील ऋणायन बनण्याची अणूची क्षमता वाढत जाते. मूलद्रव्याची ऋणायन बनण्याची प्रवृत्ती किंवा विद्युत ऋणता म्हणजेच मूलद्रव्याचा अधातु गुणधर्म होय.



जरा डोके चालवा.

1. मूलद्रव्यांचा अधातु-गुणधर्म कशांमुळे असतो ?
2. आवर्तामध्ये डावीकडून उजवीकडे जाताना मूलद्रव्यांचा अधातु-गुणधर्म बदलण्यामध्ये काय कल अपेक्षित आहे ?
3. गणामध्ये वरून खाली जाताना मूलद्रव्यांचा अधातु-गुणधर्म बदलण्यामागे अपेक्षित कल काय असेल ?



हे नेहमी लक्षात ठेवा.

1. कोणत्याही गणात वरून खाली जाताना मूलद्रव्यांची विद्युत धनता वाढत जाते तर विद्युत ऋणता कमी होत जाते.
2. कोणत्याही आवर्तात डावीकडून उजवीकडे जाताना मूलद्रव्यांची विद्युत ऋणता वाढत जाते व विद्युत धनता कमी होते जाते.
3. मूलद्रव्याची विद्युत धनता किंवा विद्युत ऋणता जेवढी जास्त तेवढी त्याची अभिक्रियाशीलता जास्त.

### हॅलोजन कुलातील प्रवणता (Gradation in halogen family)

गण 17 मध्ये हॅलोजन कुलाचे सदस्य आहेत. सर्वांचे सर्वसाधारण रेणूसूत्र  $X_2$  असे आहे. गणात वरून खाली जाताना त्यांच्या भौतिक स्थितीत प्रवणता दिसून येते. फ्ल्यूओरीन ( $F_2$ ) व क्लोरीन ( $Cl_2$ ) हे वायू आहेत, ब्रोमीन ( $Br_2$ ) हा द्रव आहे तर आयोडिन ( $I_2$ ) हा स्थायू आहे.



इंटरनेट माझा मित्र

माहिती मिळवा व इतरांना मेल करा.

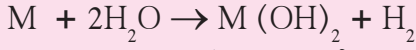
1. निष्क्रिय वायू मूलद्रव्ये
2. विविध मूलद्रव्यांचे उपयोग

मूलद्रव्यांचे शोध आणि विविध शास्त्रज्ञांचे कार्य याबाबत ग्रंथालयातील संदर्भ पुस्तकांचे वाचन करा.

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



## माहित आहे का तुम्हांला ?



अल्कधर्मी मृदा धातूंची पाण्याबरोबरील अभिक्रिया दर्शवणारे सर्वसाधारण रासायनिक समीकरण वर दिले आहे. दुसऱ्या गणात वरून खाली  $Be \rightarrow Mg \rightarrow Ca \rightarrow Sr \rightarrow Ba$  असे जाताना या अल्कधर्मी मृदा धातूंच्या वरील रासायनिक गुणधर्मातील प्रवणता दिसून येते. दुसऱ्या गणात वरून खाली जाताना अल्कधर्मी मृदा धातूंची अभिक्रियाशीलता वाढत जाते व त्यामुळे ही अभिक्रिया होण्यातील सहजता सुद्धा वाढत जाते. बेरिलियमची (Be) पाण्याबरोबर अभिक्रिया होत नाही. मॅग्नेशियमची (Mg) अभिक्रिया पाण्याच्या वाफेबरोबर होऊ शकते, तर कॅल्शियम (Ca), स्ट्रॉन्शियम (Sr) व बेरियम (Ba) यांच्या पाण्याबरोबरील अभिक्रिया कक्ष तापमानालाच अधिकाधिक दराने होताना आढळतात.

## स्वाध्याय



1. स्तंभ क्र. 1 शी जुळेल या प्रकारे स्तंभ क्र. 2 व 3 ची फेरमांडणी करा.

स्तंभ क्र.1	स्तंभ क्र.2	स्तंभ क्र.3
i. त्रिक	अ. सर्व अणूंमधील हलका व ऋणप्रभारी कण	1. मेंडेलीव्ह
ii. अष्टक	आ. एकवटलेले वस्तुमान व धनप्रभार	2. थॉमसन
iii. अणुअंक	इ. पहिल्या व तिसऱ्या अणुवस्तुमानांची सरासरी	3. न्यूलँड्स
iv. आवर्त	ई. आठव्या मूलद्रव्याचे गुणधर्म पहिल्यासारखे	4. रुदरफोर्ड
v. अणुकेंद्रक	उ. अणुकेंद्रकावरील धनप्रभार	5. डोबरायनर
vi. इलेक्ट्रॉन	ऊ. रेणुसूत्रांमध्ये क्रमाक्रमाने बदल	6. मोजले

2. योग्य पर्याय निवडून विधान पूर्ण लिहा.

अ. अल्क धातूंच्या बाह्यतम कवचातील इलेक्ट्रॉनांची संख्या ..... आहे.  
(i) 1 (ii) 2 (iii) 3 (iv) 7

आ. अल्कधर्मी मृदा धातूंची संयुजा 2 आहे. म्हणजे त्यांची आधुनिक आवर्तसारणीतील जागा..... मध्ये आहे.

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

इ. मूलद्रव्य X च्या क्लोराइडचे रेणुसूत्र XCl आहे. हे संयुग उच्च द्रवणांक असलेला स्थायू आहे. X हे मूलद्रव्य आवर्तसारणीच्या ज्या गणात असेल त्या गणात पुढीलपैकी कोणते मूलद्रव्य असेल ?  
i. Na ii. Mg iii. Al iv. Si

ई. आधुनिक आवर्तसारणीत अधातू कोणत्या खंडात आहेत ?

i. s-खंड ii. p-खंड iii. d-खंड  
iv. f-खंड

3. एका मूलद्रव्याचे इलेक्ट्रॉन संरूपण 2,8,2 असे आहे. यावरून खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

अ. या मूलद्रव्याचा अणुअंक किती ?

आ. या मूलद्रव्याचा गण कोणता ?

इ. हे मूलद्रव्य कोणत्या आवर्तात आहे ?

ई. या मूलद्रव्याचे रासायनिक गुणधर्म खालीलपैकी कोणत्या मूलद्रव्यासारखे असतील ?

(कंसात अणुअंक दिले आहेत)

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

4. दिलेल्या अणुअंकांच्या आधारे खालील मूलद्रव्यांचे इलेक्ट्रॉन संरूपण लिहा. त्यावरून प्रश्नांची उत्तरे स्पष्टीकरणासहीत लिहा.

- अ.  ${}_3\text{Li}$ ,  ${}_{14}\text{Si}$ ,  ${}_{2}\text{He}$ ,  ${}_{11}\text{Na}$ ,  ${}_{15}\text{P}$   
यांच्यापैकी तिसऱ्या आवर्तातील मूलद्रव्ये कोणती ?
- आ.  ${}_1\text{H}$ ,  ${}_7\text{N}$ ,  ${}_{20}\text{Ca}$ ,  ${}_{16}\text{S}$ ,  ${}_4\text{Be}$ ,  ${}_{18}\text{Ar}$   
यांच्यापैकी दुसऱ्या गणातील मूलद्रव्ये कोणती ?
- इ.  ${}_7\text{N}$ ,  ${}_6\text{C}$ ,  ${}_8\text{O}$ ,  ${}_5\text{B}$ ,  ${}_{13}\text{Al}$   
यांच्यापैकी सर्वाधिक विद्युत्क्रमण मूलद्रव्य कोणते ?
- ई.  ${}_4\text{Be}$ ,  ${}_6\text{C}$ ,  ${}_8\text{O}$ ,  ${}_5\text{B}$ ,  ${}_{13}\text{Al}$   
यांच्यापैकी सर्वाधिक विद्युत्तधन मूलद्रव्य कोणते ?
- उ.  ${}_{11}\text{Na}$ ,  ${}_{15}\text{P}$ ,  ${}_{17}\text{Cl}$ ,  ${}_{14}\text{Si}$ ,  ${}_{12}\text{Mg}$   
यांच्यापैकी सर्वाधिक आकारमान असलेला अणू कोणता ?
- ऊ.  ${}_{19}\text{K}$ ,  ${}_3\text{Li}$ ,  ${}_{11}\text{Na}$ ,  ${}_4\text{Be}$   
यांच्यापैकी सर्वात कमी अणुत्रिज्या असलेला अणू कोणता ?
- ए.  ${}_{13}\text{Al}$ ,  ${}_{14}\text{Si}$ ,  ${}_{11}\text{Na}$ ,  ${}_{12}\text{Mg}$ ,  ${}_{16}\text{S}$   
यांच्यापैकी सर्वाधिक धातु-गुणधर्म असलेले मूलद्रव्य कोणते ?
- ऐ.  ${}_6\text{C}$ ,  ${}_3\text{Li}$ ,  ${}_9\text{F}$ ,  ${}_7\text{N}$ ,  ${}_8\text{O}$   
यांच्यापैकी सर्वाधिक अधातु - गुणधर्म असलेले मूलद्रव्य कोणते ?

5. वर्णनावरून मूलद्रव्याचे नाव व संज्ञा लिहा.

- अ. सर्वात लहान आकारमानाचा अणू  
आ. सर्वात कमी अणुवस्तुमानाचा अणू  
इ. सर्वाधिक विद्युत्क्रमण अणू  
ई. सर्वात कमी अणुत्रिज्या असलेला राजवायू  
उ. सर्वाधिक अभिक्रियाशील अधातू

6. थोडक्यात टिपा लिहा.

- अ. मेंडेलीव्हचा आवर्ती नियम  
आ. आधुनिक आवर्तसारणीची रचना  
ई. समस्थानकांचे मेंडेलीव्हच्या व आधुनिक आवर्तसारणीतील स्थान

7. शास्त्रीय कारणे लिहा.

- अ. आवर्तांमध्ये डावीकडून उजवीकडे जाताना अणुत्रिज्या कमी होत जाते.  
आ. आवर्तांमध्ये डावीकडून उजवीकडे जाताना धातु-गुणधर्म कमी होत जातो.  
इ. गणामध्ये वरून खाली जाताना अणुत्रिज्या वाढत जाते.  
ई. एकाच गणामधील मूलद्रव्यांची संयुजा समान असते.  
उ. तिसऱ्या कवचाची इलेक्ट्रॉन धारकता 18 असूनही तिसऱ्या आवर्तांमध्ये फक्त आठ मूलद्रव्ये आहेत.

8. दिलेल्या वर्णनावरून नावे लिहा.

- अ. K, L व M ह्या कवचांमध्ये इलेक्ट्रॉन असलेला आवर्त.  
आ. शून्य संयुजा असलेला गण  
इ. संयुजा 1 असलेल्या अधातूंचे कुल  
ई. संयुजा 1 असलेल्या धातूंचे कुल  
उ. संयुजा 2 असलेल्या धातूंचे कुल  
ऊ. दुसऱ्या व तिसऱ्या आवर्तांमधील धातुसदृश  
ए. तिसऱ्या आवर्तांमधील अधातू  
ऐ. संयुजा 4 असलेली दोन मूलद्रव्ये

उपक्रम :

सर्व निष्क्रिय वायू मूलद्रव्यांचे उपयोग शोधा व तक्ता तयार करून वर्गात लावा.

