

धातू



अधातू



वेगवेगळ्या मूलद्रव्यांचा शोध लागत गेला तसे त्यांचे वर्गीकरण करणे आवश्यक बनले. अगदी पहिल्या वर्गीकरणामध्ये मूलद्रव्यांची विभागणी धातू आणि अधातू अशी केली गेली. अजूनही हे वर्गीकरण आवर्तसारणीत ठळकपणे दिसते. 92 नैसर्गिक मूलद्रव्यांमध्ये 70 मूलद्रव्ये धातूंची आहेत.

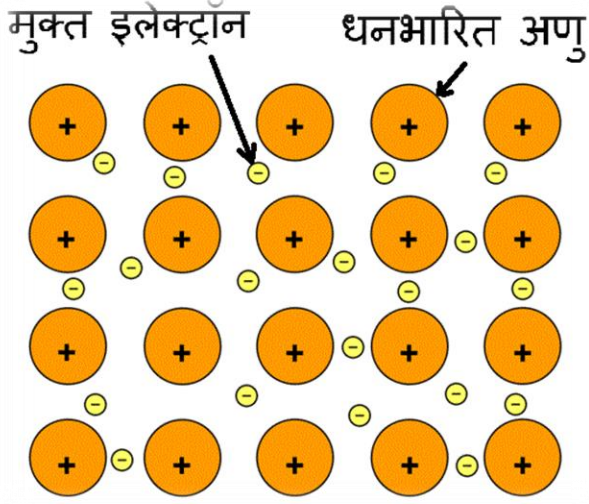
Periodic Table of the Elements

2 IIA 2A													13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A
4 Be Beryllium 9.01218													5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.00674	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.998403
12 Mg Magnesium 24.305	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 Al Aluminum 26.981539	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973762	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.4527		
20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.95591	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.847	27 Co Cobalt 58.9332	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.732	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92159	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904		
38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.9072	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.9055	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90447		
56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.9479	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.9665	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98037	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [209]		
88 Ra Radium 226.0254	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium unknown		
57 La Lanthanum 138.9055	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.90765	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.9127	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.9655	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967			
89 Ac Actinium 227.0278	90 Th Thorium 232.0381	91 Pa Protactinium 231.03688	92 U Uranium 238.0289	93 Np Neptunium 237.0482	94 Pu Plutonium 244.0642	95 Am Americium 243.0614	96 Cm Curium 247.0703	97 Bk Berkelium 247.0703	98 Cf Californium 251.0798	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.0951	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.1009	103 Lr Lawrencium [260]			
	Alkali Metals	Alkaline Earths	Transition Metals	Basic Metals	Semi-Metals	Nonmetals	Halogens	Noble Gases	Lanthanides	Actinides							



या आवर्तसारणीत वेगवेगळे रंग उपगट दाखवायला वापरले आहेत. धातूंमध्ये ही उपगट आहेत आणि अधातूंमध्येही आहेत. पण धातू सगळे डावीकडे आणि अधातू उजवीकडे आणि दोन्हीच्या मध्ये धातूसदृश मूलद्रव्यांचा छोटा गट आहे. आवर्तसारणीत डावीकडून उजवीकडे जाताना अणुक्रमांक वाढत जातो आणि इलेक्ट्रॉनच्या रचनेवर गुणधर्म अवलंबून असतात हे लक्षात घेऊ या. धातू व अधातू अशी विभागणी गुणधर्मांवर आधारलेली आहे. हा फरक कशामुळे येतो? धातूंचे विशिष्ट गुणधर्म धातूबंधामुळे येतात. काय असतो हा धातूबंध?

धातूबंध (Metallic Bond) - धातूंमध्ये अणूंची विशिष्ट रचना असते. आवर्तसारणी नीट बघितली तर आपल्या असं लक्षात येईल की धातूंचा अणूंच्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉनची संख्या जास्तीत जास्त तीन आहे. पहिल्या गणात बाह्य कक्षेत 1 इलेक्ट्रॉन दुसऱ्या गणात 2 व तेराव्या गणात 3 इलेक्ट्रॉन आहेत. उदा. Na $_{2,8,1}$ Mg $_{2,8,2}$ Al $_{2,8,3}$ पण मग मधल्या संक्रामक गटाचे काय? असा प्रश्न पडला असेल. तिथे इलेक्ट्रॉन्स वाढत जातात पण ते d या आंतर कक्षेत. बाह्य कक्षा त्या आवर्तनातील s ही कक्षाच आहे. **धातूंमध्ये हे बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉन एका अणूशी निबद्ध न राहता अलग होतात मुक्त किंवा स्वतंत्र (Free, delocalized) होतात आणि मुक्तपणे त्रिमिती जालकात फिरत राहतात.** उदाहरण सांगायचं झालं तर, तुम्ही शाळेच्या पटांगणात खेळत असता तेव्हा शाळेच्या बाहेर गेलेले नसता. शाळेत असता, पण वर्गात नसता. तसंच म्हणता येईल. इलेक्ट्रॉन जालकात फिरत असतात पण एका अणूशी बांधलेले रहात नाहीत. अशा सर्व अणूंच्या मुक्त इलेक्ट्रॉनचा जणू ढगच तयार होतो म्हणाना! का बरं मुक्त होतात हे इलेक्ट्रॉन? बाह्य कक्षा केंद्रकापासून थोडी दूर असल्याने केंद्रकाचे त्यावरील आकर्षण बल थोडे दुर्बल होते. त्यामुळे हे बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉन मुक्त होतात. आता इलेक्ट्रॉन बाहेर पडला म्हणजे अणूवर काय परिणाम



होईल? त्यावर धनभार येईल बरोबर ना? म्हणजे धातूमध्ये धनभार असलेला अणू व मुक्त इलेक्ट्रॉनचा ढग असे त्रिमिती जालकात असतात. हे त्रिमिती जालक काय आहे? धातू एखाद्या महारेणू सारखा असतो. अणूंचा एकमेकांवर स्तर बनतो आणि त्रिमिती रचना बनते. मुक्त इलेक्ट्रॉन यात फिरत राहतात.

धनभारित अणू व मुक्त इलेक्ट्रॉन यात इलेक्ट्रोस्टॅटिक आकर्षण बल निर्माण होते त्यामुळे ते विशिष्ट रचनेत राहतात. या आकर्षण बलाला धातूबंध म्हणतात. हा एक रासायनिक बंध आहे.

एक प्रश्न निर्माण झाला का? अणु धनभारित होतो तरी संज्ञा लिहिताना आपण ते दाखवत का नाही? म्हणजे Na लिहितो Na⁺ का नाही? इलेक्ट्रॉन अणूशी निबद्ध नाही पण त्या जाळ्यातच आहे, पुरता गमावून टाकलेला नाही. हो ना? म्हणून संज्ञा भाररहीतच दाखवली जाते.

अधातूमध्ये इलेक्ट्रॉन मुक्त का होत नाहीत? अधातू आवर्तसारणीत उजवीकडे आहेत. म्हणजे अणुक्रमांक वाढत गेला आहे. बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉनची संख्या वाढत जाते. तसे केंद्रकात प्रोटॉनची संख्याही वाढत जाते. म्हणजे केंद्रकाचे आकर्षण बलही वाढते. त्यामुळे अणूचा आकार कमी होत जातो. बाह्य कक्षेवरही बल राहते. त्यामुळे इलेक्ट्रॉन निबद्ध राहतात. तुम्ही रस्सीखेच खेळता की नाही? खेचणारे वाढले की काय होते तुम्हाला माहिती असेलच!

धातूबंध, मुक्त इलेक्ट्रॉनचा पृष्ठभागाशी ढग आणि धनभारित अणू या पायावर आपण धातू व अधातूंचे गुणधर्म बघूया.

1) चमक (Lustre) धातूंच्या पृष्ठभागावरील मुक्त इलेक्ट्रॉन प्रकाश किरण परावर्तित करतात म्हणून धातू चमकदार असतात. हवेतील घटकांचा परिणाम होऊन ते काळवंडतात. मात्र सोन्यावर हवा, पाण्याचा परिणाम होत नाही म्हणून सोन्याची चमक कायम राहते.

अधातू - अधातूंना चकाकी नाही.

अवस्था (State) - धातू स्थायू अवस्थेत असतात. उच्च तापमानाला ते वितळतात.

अपवाद पाण्याचा. कक्ष तापमानापेक्षाही कमी तापमानाला (Melting Point -38.83°C) पारा वितळतो. त्यामुळे पारा

द्रवरूपात असतो. सीसियम व गॅलियम या दोन धातूंचा द्रवणांकही फारच कमी असतो.

अधातू - स्थायू, द्रव व वायू या तीनही अवस्थेत आढळतात.



2) कठीणपणा (Hardness) - धातूबंधामुळे



धातू कठीण असतात. सहजपणे तुटत नाहीत. धातूबंध जितका जोमदार तितका तो धातू कठीण असतो. मग सोडियम पोटॅशियम मऊ कसे असा प्रश्न पडणे स्वाभाविक आहे. त्यातील धातूबंध कमी जोमदार (Weak) असतो

म्हणून.

अधातू - अधातूंमध्ये धातूबंध नसल्याने ते ठिसूळ असतात. पुन्हा अपवाद हिरा.

हिरा हा अतिशय कठीण असतो. त्यातील कार्बनचे अणू अतिशय सुनिबद्ध बंधानी



जोडलेले असतात. त्यांची परस्पर सापेक्ष हालचाल होत नाही. म्हणून हिरा अतिशय कठीण.

- 3) **तन्यता व वर्धनीयता** - धातूमध्ये एकमेकांवर अणुचे स्तर तयार होतात. बाहेरील बलामुळे ते घसरू शकतात. त्यामुळे धातूची तार काढता येते, पत्राही ठोकता येतो. बाहेरील बलांमुळे इलेक्ट्रॉनच्या ढगांचा आकार बदलू शकतो आणि बदललेल्या आकारात धन आयन आपली रचना बदलतात. सोन्याची अतिशय बारीक तार व पातळ पत्रा बनवता येतो.

अधातू - अधातू ठिसूळ असल्यामुळे हे संभवत नाही.

- 4) **वीज व उष्णतावाहकता (Conduction of heat and electricity)** - सर्व धातू विजेचे सुवाहक आहेत. आपण जेव्हा धातूला वीज पुरवतो म्हणजेच इलेक्ट्रॉन्सचा पुरवठा करतो तेव्हा हे इलेक्ट्रॉन धातूमधील मुक्त इलेक्ट्रॉनला पुढे ढकलतात. अशा रीतीने इलेक्ट्रॉन वाहू लागतात. म्हणजेच मुक्त इलेक्ट्रॉन मुळे वीज वहन होते. धातूला उष्णता पुरवतो तेव्हाही ऊर्जेमुळे अणु कंप पावतात. हे कंपन त्या धातुभर पसरते. अणु मुक्त इलेक्ट्रॉन्समुळेही उष्णतेचे वहन होते.

अधातू - अधातूमध्ये मुक्त इलेक्ट्रॉन नसल्यामुळे वीजवहन होत नाही. अपवाद ग्रॅफाईट या कार्बनच्या अपरूपाचा. ग्रॅफाईट विजेचा सुवाहक आहे. म्हणजे त्यात



मुक्त इलेक्ट्रॉन असणार. अंदाज बरोबर आहे. ग्रॅफाईटचा स्थायू स्तरांनी बनलेला असतो. विशिष्ट रचनेमुळे निबद्ध नसलेले इलेक्ट्रॉन असतात. त्यामुळे ग्रॅफाईट सुवाहक आहे.

- 5) **नादमय (Sonorous)** - धातूवर आघात केला असता नाद उत्पन्न होतो. चांदी नादमय आहे. पितळ आणि ब्राँझ हे मिश्रधातूही नादमय



आहेत. म्हणून घंटा, झांजा नेहमी या धातूंच्या असतात. आपण जेव्हा धातूवर आघात करतो तेव्हा मुक्त इलेक्ट्रॉनचा ढग सहज कंप पावतो. या उर्जेचे रूपांतर ध्वनी लहरीत होते. धातू लवचिक (Elastic) असल्यामुळे या लहरी वेगाने पसरतात. त्यामुळे नाद उत्पन्न होतो. सर्व धातू नादमय नाहीत. असं का असेल? जास्त घनतेच्या धातूंमध्ये गतीज उर्जा (Kinetic Energy) सहजपणे पसरत नाही. त्यामुळे असे धातू नादमय नसतात.

अधातुंमधील स्थायू लवचिक नसतात. त्यामुळे ते नादमय नसतात.

धातूंच्या मूलद्रव्यात बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रॉन मुक्त होतात पण गमावले जात नाहीत. मात्र रासायनिक अभिक्रियेत इलेक्ट्रॉन पुरता दिला जातो आणि धातूचा विद्युत धन आयन बनतो म्हणून धातूंच्या मूलद्रव्याला विद्युत धन मूलद्रव्ये असे म्हटले जाते. आपण रासायनिक गुणधर्म पुढील भागात बघूया.