باب نمبر 8

پیریاڈک ٹیبل اور ایلیمنٹس کی پیریاڈیسٹی
(Periodic Table and Periodicity)

حاصلاتِ تعلّم:

اس باب میں آپ سیکھیں گے:

- پیریاڈک ٹیبل میں موجود ایلیمنٹس کو اٹامک نمبر کے بڑھنے کے لحاظ سے ترتیب دیا گیا ہے۔ اس ترتیب کو بیان کریں۔
- کسی ایلیمنٹ کو گروپ یا پیریڈ یا بلاک کو اس کی الیکٹرونک کنفیگریشن کا استعمال کرتے ہوئے شناخت کریں (صرف بلاکس سے متعلق سب شیلز کا تصور پیش کیا جاسکتا ہے۔)
- ایلیمنٹس سے بننے والے آئنز اور ان پر موجود چارجز کے درمیان تعلق کو گروپ نمبر اور ان کے بیرونی شیلز کے لحاظ سے بیان کریں۔
- ایک ہی گروپ کے ایلیمنٹس کی الیکٹرانک کنفگیریشن اور ان کے کیمیائی خصوصیات میں مماثلت کی وضاحت کریں۔
- ایلیمنٹس کی خصوصیات مثلاً آٹامک ریڈیس، الیکٹران افینٹی، الیکٹرونیگیٹیویٹی، آئیونائزیشن انرجی، میٹلک کیریکٹر، ری ایکٹیویٹی اور ڈینسٹی کے گروپس اور پیریڈز میں رجحانات کا جائزہ لیں۔
- پیریاڈک ٹیبل کے حوالے سے الکلی میٹلز، الکلائن ارتھ میٹلز، ہیلوجنز، نوبل گیسز، ٹرانزیشن میٹلز، لینتھانائیڈز اور ایکٹینائیڈز کی اصطلاحات استعمال کریں۔
- کیمیکل پیریاڈسٹی (Chemical Periodicity) کے علم کا استعمال کرتے ہوئے دیے گئے گروپ میں کسی ایلیمنٹ کی خصوصیات بیان کریں۔
- نامعلوم ایلیمنٹس کے طبعی اور کیمیائی خواص کی بُنیاد پر پیریاڈک ٹیبل میں ان کی ممکن پوزیشنز اور ان کی نوعیت کی شناخت کریں۔

8.1 ماڈرن پیریاڈک ٹیبل (Modern Periodic Table)

ماڈرن پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کو ان کے اٹامک نمبر میں بتدریج اضافے کی بُنیاد پر ترتیب دیا گیا ہے۔ جب ایلیمنٹس کو بائیں سے دائیں ان کے اٹامک نمبرز میں اضافے کی بُنیاد پر ترتیب دیا جاتا ہے تو باقاعدہ وقفوں کے بعد ایلیمنٹس کے خواص میں مماثلت پائی جاتی ہے۔ ایلیمنٹس کو اس طرح ترتیب دینے سے ایک پیریاڈک ٹیبل وجود میں آتا ہے جس میں ایک جیسے خواص والے ایلیمنٹس کو عمودی سیریز میں رکھا گیا ہے۔ ان کو گروپس کہتے ہیں۔ پیریاڈک ٹیبل میں موجود اُفقی سیریز کو پیریڈز (Periods) کہتے ہیں۔

پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کے الیکٹرونک کنفگیریشن (Electronic Configuration) بائیں سے دائیں ایک پیریڈ میں متواتر تبدیل ہوتے رہتے ہیں۔ اس وجہ سے پیریڈ میں موجود عناصر کے خواص میں بھی بتدریج تبدیلی آتی ہے۔ اس کے برعکس ایک گروپ

میں موجود سب ایلیمنٹس کے بیرونی شیلز کے الیکٹرونک کنفگوریشنز ایک جیسے ہوتے ہیں اس لیے ایک گروپ میں موجود عناصر کے کیمیائی خواص بہت ملتے جلتے ہیں۔ مجموعی طور پر پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کے خواص مخصوص وقفوں کے بعد دُہرائے جاتے ہیں۔ اس کو عناصر کے خواص کی دوریت (Periodicity) کا نام دیا گیا ہے۔

8.2 پیریاڈک ٹیبل کے اہم نکات

پیریڈز (Periods)

پیریاڈک ٹیبل میں موجود اُفقی قطاروں کو پیریڈز کہتے ہیں۔ ٹیبل میں کُل سات پیریڈز ہیں۔ پہلے پیریڈ کے علاوہ باقی سارے پیریڈز کا آغاز الکلی میٹل سے اور انجام نوبل گیس سے ہوتا ہے۔ ایک پیریڈ کی تکمیل دراصل ایک شیل کی تکمیل ہے چونکہ کسی شیل میں موجود الیکٹرونز کی تعداد مخصوص ہوتی ہے اس لیے پیریڈ میں موجود ایلیمنٹس کی تعداد بھی مخصوص ہوگی۔ پیریڈز کے بارے میں تفصیلات ٹیبل (8.1) میں دی گئی ہیں۔

ٹیبل (8.1) پیریاڈک ٹیبل میں پیریڈز

پیریڈ نمبر	پیریڈ کا نام	پیریڈ میں موجود عناصر کی تعداد	مکمل ہونے والے شیل کا نمبر
1	شورٹ (Short)	2	پہلا
2	نارمل (Normal)	8	دوسرا
3	نارمل (Normal)	8	تیسرا
4	لونگ (Long)	18	چوتھا
5	لونگ (Long)	18	پانچواں
6	ویری لونگ (Very long)	32	چھٹا
7	ویری لونگ (Very long)	32	ساتواں

چھٹے اور ساتویں پیریڈز میں موجود چودہ ایلیمنٹس کی دو سیریز بنائی گئی ہیں جن کو پیریاڈک ٹیبل میں جگہ کی کمی کی وجہ سے ٹیبل کے نیچے مخصوص جگہوں پر رکھا گیا ہے۔ پہلی سیریز لینتھنم (Lanthanum) کے بعد شروع ہوتی ہے اور اس کو لینتھنائڈز (Lanthanides) کہتے ہیں۔ دوسری سیریز ایکٹینیم (Actinium) کے بعد شروع ہوتی ہے۔ اور اس کو ایکٹینائڈز (Actinides) کہتے ہیں۔ ان دونوں سیریز میں موجود ایلیمنٹس کو مجموعی طور پر ایف بلاک ایلیمنٹس (f-block elements) یا ریر ارتھس (Rare Earths) کہتے ہیں۔

گروپس (Groups)

پیریاڈک ٹیبل میں موجود عمودی سیریز کو گروپس کہتے ہیں۔ پیریاڈک ٹیبل میں ٹوٹل اٹھارہ گروپس ہیں۔ ان گروپس میں موجود ایلیمنٹس کے خواص آپس میں ملتے جلتے ہیں۔ جس کی وجہ یہ ہے کہ ان کے بیرونی شیلز (Outer most Shells) میں الیکٹرونز کی تعداد ایک جیسی ہوتی ہے۔ ہر گروپ میں موجود ایلیمنٹس ایک فیملی ہے جس کا اپنا ایک فیملی نام ہے۔ گروپس میں موجود ایلیمنٹس کے بیرونی شیلز میں

الیکٹرونز کی تعداد یعنی ان کی الیکٹرونک کنفگوریشن اور گروپس کے بارے میں دیگر معلومات ٹیبل (8.2) میں دی گئی ہیں۔

ٹیبل (8.2) گروپس میں موجود عناصر کے بارے میں معلومات

بیرونی شیل کا الیکٹرونک کنفگوریشن	فیملی کا نام	گروپ نمبر
ns^1	الکلی میٹلز	1
ns^2	الکلائن ارتھ میٹلز	2
$nd^x\ ns^2$	ٹرانزیشن میٹلز	3 to 12
$ns^2\ np^1$	بورون فیملی	13
$ns^2\ np^2$	کاربن فیملی	14
$ns^2\ np^3$	نائٹروجن فیملی	15
$ns^2\ np^4$	آکسیجن فیملی	16
$ns^2\ np^5$	ہیلوجن فیملی	17
$ns^2\ np^6$	نوبل گیسیں	18

گروپ ایک تا دو اور تیرہ سے سترہ میں موجود ایلیمنٹس کو نارمل ایلیمنٹس کہتے ہیں ان میں اندرونی تمام شیلز الیکٹرونز سے بھرے ہوتے ہیں جبکہ بیرونی شیل نامکمل ہوتا ہے۔ گروپس تین تا بارہ میں موجود ایلیمنٹس ٹرانزیشن ایلیمنٹس کہلاتے ہیں اور ان ایلیمنٹس کے اندرونی سب شیلز (Sub Shells) بتدریج مکمل ہو رہے ہیں۔

پیریاڈک ٹیبل میں موجود ایلیمنٹس کو بلاکس میں بھی تقسیم کیا گیا ہے۔ کسی بلاک کا نام اس میں موجود ایلیمنٹس کے اس سب شیل پر رکھا گیا ہے جو کہ مکمل ہو رہا ہے۔ گروپس ایک اور 2 میں موجود ایلیمنٹس کو s بلاک ایلیمنٹس کہتے ہیں۔ کیونکہ ان کے بیرونی شیلز کے s سب شیلز مکمل ہو رہے ہیں۔ گروپس تیرہ سے اٹھارہ میں موجود ایلیمنٹس p بلاک ایلیمنٹس کہلاتے ہیں کیونکہ ان کے بیرونی شیلز میں موجود P سب شیلز مکمل ہو رہے ہیں۔ s اور P گروپس کے درمیان میں d بلاک ایلیمنٹس موجود ہیں جبکہ f بلاک ایلیمنٹس پیریاڈک ٹیبل کے نچلے حصہ میں دو سیریز میں موجود ہیں۔

دلچسپ معلومات

مینڈلیف نے اپنے پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کو ان کے اٹامک ماسز کے مطابق ترتیب دیا تھا۔ بعد میں موزلے نے ان ایلیمنٹس کو اُن کے اٹامک نمبرز کے مطابق ترتیب دیا۔

مشق

1۔ ایک ایلیمنٹ کے بیرونی شیل کا الیکٹرونک کنفگوریشن s^2p^3 ہے۔ پیریاڈک ٹیبل میں اس ایلیمنٹ کا پیریڈ نمبر اور گروپ نمبر معلوم کریں۔ نیز یہ بھی معلوم کریں کہ یہ ایلیمنٹ کس بلاک میں موجود ہے؟

2۔ ایلیمنٹ کا گروپ نمبر معلوم کریں جبکہ اس کے بیرونی شیل میں آٹھ الیکٹرونز ہیں۔ یہ ایلیمنٹ کس طبعی حالت میں اپنا وجود برقرار رکھتا ہے؟

3۔ ایک ایلیمنٹ کا گروپ نمبر 16 ہے اور یہ ایک گیس ہے یہ ایلیمنٹ کس پیریڈ میں موجود ہوگا؟

ٹیبل (8.3) ماڈرن پیریاڈک ٹیبل

اٹامک نمبر — 30
ایلیمنٹ سمبل — Zn
ایلیمنٹ نام — Zinc

1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.0026
3 Li Lithium	4 Be Beryllium											5 B Boron	6 C Carbon	7 N Nitrogen	8 O Oxygen	9 F Fluorine	10 Ne Neon
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium											13 Al Aluminium	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine	18 Ar Argon
19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon
55 Cs Caesium	56 Ba Barium	57 La Lanthanum	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantalum	74 W Tungsten	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platinum	79 Au Gold	80 Hg Mercury	81 Tl Thallium	82 Pb Lead	83 Bi Bismuth	84 Po Polonium	85 At Astatine	86 Rn Radon
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89 Ac Actinium	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Ds Darmstadtium	111 Rg Roentgenium	112 Cn Copernicium	113 Nh Ununtrium	114 Fl Flerovium	115 Mc Ununpentium	116 Lv Livermorium	117 Ts Ununseptium	118 Og Ununoctium

58 Ce Cerium	59 Pr Praseodymium	60 Nd Neodymium	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium
90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uranium	93 Np Neptunium	94 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 Cm Curium	97 Bk Berkelium	98 Cf Californium	99 Es Einsteinium	100 Fm Fermium	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lawrencium

دلچسپ معلومات

ای۔جی مازورز نے پیریاڈک ٹیبل کے 700 مختلف شائع شدہ نمونے جمع کیے۔ان میں سے بہت سے نمونے باقاعدہ مستطیل ساخت کو برقرار رکھتے ہیں، جبکہ کچھ میں سپائرلز، دائرے اور مثلثی اشکال بھی شامل ہیں۔

8.3 پیریاڈک ٹیبل کے گروپ میں ایلیمنٹس کے کیمیکل خواص میں مماثلت

ایلیمنٹس کے کیمیکل خواص کا زیادہ تر انحصار ان کے بیرونی شیل میں موجود الیکٹرونز کی تعداد پر ہے۔ چونکہ پیریاڈک ٹیبل کے ایک گروپ میں موجود تمام ایلیمنٹس کے بیرونی شیلز میں ایک جیسے الیکٹرون ہوتے ہیں اس لیے امید کی جاتی ہے کہ اُن کے کیمیکل خواص ملتے جلتے ہوں گے۔

گروپ ایک کے تمام ایلیمنٹس کے بیرونی شیلز میں صرف ایک الیکٹرون موجود ہے اس لیے ان ایلیمنٹس کی یہ از حد کوشش ہوتی ہے کہ وہ اس الیکٹرون کو کھو کر کیٹائنز بنائیں۔ اس لیے ان کو الیکٹرو پوزیٹو میٹلز کا نام دیا گیا ہے۔ یہ میٹلز پانی کے ساتھ بھرپور طریقے سے ری ایکٹ کر کے الکلی بناتے ہیں اور ہائڈروجن گیس خارج ہوتی ہے۔

$$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow \underset{\text{الکلی}}{2NaOH_{(aq)}} + H_{2\,(g)}$$

ان میٹلز کے آکسائڈ بہت طاقت ور بیسز ہیں اور پانی میں حل ہو کر الکلیز دیتے ہیں۔

$$K_2O_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2KOH_{(aq)}$$

الکلی میٹلز ہیلوجنز (Halogens) کے ساتھ ری ایکٹ کر کے ہیلائڈز بناتی ہیں۔

$$2Na_{(s)} + Cl_{2\,(g)} \longrightarrow 2NaCl_{(s)}$$

الکلی میٹلز کی ری ایکٹ کرنے کی طاقت گروپ میں نیچے کی طرف جائیں تو بتدریج بڑھ جاتی ہے۔ گروپ 2 کے ایلیمنٹس بھی اپنے بیرونی الیکٹرونز آسانی سے کھو کر دو مثبت چارج والے کیٹائنز بناتے ہیں۔

$$Mg_{(s)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(s)} + 2e^-$$

گروپ 2 میں اوپر سے نیچے کی طرف ایٹمز کا سائز بڑھنے کی وجہ سے ایٹمز کی الیکٹرونز کھونے کی کوشش بتدریج زیادہ ہوتی ہے۔ ان میٹلز کے آکسائڈ بھی بیسک ہوتے ہیں اس لیے پانی کے ساتھ ری ایکٹ کر کے الکلیز بناتے ہیں۔

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Ca(OH)_{2\,(aq)}$$

گروپ 17 میں موجود ایلیمنٹس کے بیرونی شیلز کا الیکٹرونک کنفگوریشنز s^2, p^5 ہے۔ ان ایلیمنٹس کی از حد کوشش ہے کہ وہ ایک الیکٹرون حاصل کر کے اینائنز بنائیں۔ ان کو الیکٹرونیگیٹو ایلیمنٹس کہا جاتا ہے۔ یہ بہت ہی ری ایکٹو (Reactive) نان میٹلز ہیں اور میٹلز کے ساتھ ری ایکٹ کر کے سالٹس بناتے ہیں۔ اسی وجہ سے انہیں ہیلوجنز یعنی سالٹس بنانے والے ایلیمنٹس کہا جاتا ہے۔ الکلی میٹلز کے

برعکس ان کی ری ایکٹیویٹی (Reactivity) گروپ میں اوپر سے نیچے بتدریج کم ہوجاتی ہے۔

$$Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^{1-}_{(g)}$$

$$Ca_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow CaCl_{2(s)}$$

گروپ 16 میں موجود ایلیمنٹس کے بیرونی شیلز کے الیکٹرونک کنفیگریشن s^2, p^4 ہیں اس لیے ان کی کوشش ہے کہ دو الیکٹرونز حاصل کر کے دو منفی چارجز رکھنے والا اینائن بنائیں۔ آکسیجن ایک بہت ہی زیادہ الیکٹرونیگیٹو ایلیمنٹ ہے۔

$$O_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2O^{2-}_{(g)}$$

گروپ نمبر اور ایلیمنٹس کے ایٹمز پر چارجز کا باہمی تعلق

جب ہم پیریاڈک ٹیبل میں بائیں سے دائیں چلیں تو مین گروپ (Main group) ایلیمنٹس کی یہ کوشش ہوتی ہے کہ اپنے گروپ کے نمبر کے برابر الیکٹرون یا الیکٹرونز کھو کر کیٹائنز بنائیں۔ مثلاً گروپ 1 کے ایلیمنٹس 1+ آئنز، گروپ 2 کے ایلیمنٹس 2+ آئنز اور گروپ 3 کے ایلیمنٹس 3+ آئنز بناتے ہیں۔ کیٹائنز پر چارجز کی تعداد ان ایلیمنٹس کے بیرونی شیلز میں موجود الیکٹرونز کی تعداد کے برابر ہے۔

جب ہم پیریاڈک ٹیبل میں اٹھارہویں گروپ سے بائیں طرف چلیں تو ایلیمنٹس اکثر اپنے گروپ نمبر کے برابر چارجز والے اینائنز بناتے ہیں۔ گروپ کو نمبر دینا نوبل گیسوں کے گروپ کے بائیں طرف سے شروع ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر گروپ 17 ایلیمنٹس (نوبل گیسوں سے بائیں طرف ہے) ایک منفی چارج والے آئنز بناتے ہیں۔ اسی طرح گروپ 16 کے ایلیمنٹس دو منفی چارجز والے آئنز بناتے ہیں۔ ان آئنز پر چارجز کی تعداد اُتنی ہی ہے جتنے الیکٹرونز ان کو اپنے آکٹیٹس (Octets) مکمل کرنے کے لیے درکار ہوتے ہیں۔

8.4 پیریڈز اور گروپس میں ایلیمنٹس کے پیریاڈک خواص میں تبدیلی
(Variation of Periodic Properties in Periods and Groups)

پیراڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کے خواص میں پیراڈیسٹی اس وجہ سے ہے کہ ایلیمنٹس کے بیرونی شیلز میں وقفوں کے بعد الیکٹرونز کی تعداد یکساں ہے۔ ایلیمنٹس کے جن خواص میں پیراڈیسٹی ہے وہ مندرجہ ذیل ہیں۔

(i) اٹامک ریڈیس (Atomic Radius)
(ii) آئیونائزیشن انرجی (Ionization Energy)
(iii) الیکٹرون افینیٹی (Electron Affinity)
(iv) الیکٹرونیگیٹیویٹی (Electronegativity)

اٹامک ریڈیس (Atomic Radius)

ایٹم کے اردگرد الیکٹرون کے منفی چارج کا جو بادل ہے اس کی حدود واضح نہیں ہوتیں۔ اس وجہ سے ایٹم کا سائز صحیح طور پر معلوم کرنا ممکن نہیں ہے۔ تاہم ایٹم کا ریڈیس (Radius) اس وقت آسانی سے معلوم کیا جاسکتا ہے جب یہ اپنے جیسے ایٹم کے ساتھ بانڈ بناتا ہے۔

اٹامک ریڈیس دو ایٹمز کے نیوکلیائی (Nuclei) کے درمیان فاصلے کے نصف کے برابر ہے جب ان دو ایٹمز کے درمیان کوویلنٹ بانڈ موجود ہو۔ اٹامک ریڈیس پکومیٹر (pm) میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ جبکہ $1pm = 10^{-12}m$ ہے۔ مثال کے طور پر دو کاربن ایٹمز جو

آپس میں کوویلنٹ بانڈ بناتے ہیں تو ان کے نیوکلیائی کے درمیان فاصلہ 154 pm ہے۔ اس فاصلے کے نصف یعنی 77 pm کو کاربن ایٹم کا ریڈیس کہتے ہیں۔ اسے کاربن ایٹم کا کوویلنٹ ریڈیس بھی کہتے ہیں۔

پیریڈز میں اٹامک ریڈیس میں تبدیلی (Variation of Atomic Radius in Periods)

جب ہم پیریاڈک ٹیبل کے پیریڈ میں بائیں سے دائیں چلتے ہیں تو ایٹمز کا سائز عموماً کم ہو جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ دوسرے پیریڈ میں جب ہم لیتھیم (Li) سے نیون (Ne) کی طرف چلتے ہیں تو ایٹمز کے بیرونی شیلز میں موجود الیکٹرونز بڑھتے چلے جاتے ہیں۔ اس کے ساتھ ان ایٹمز کے نیوکلیائی میں مثبت چارجز بھی 3+ سے 10+ تک پہنچ جاتے ہیں۔ یہ مثبت چارجز جب بیرونی الیکٹرونز کو اپنی طرف کھینچتے ہیں تو لیتھیم سے نیون تک ایٹم کے سائز کم ہوتے ہیں۔ ٹیبل (8.4)

ٹیبل (8.4) دوسرے پیریڈ میں موجود ایٹمز کے ایٹمی ریڈیس

دوسرے پیریڈ کے ایلیمنٹس	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
اٹامک ریڈیس (pm)	152	113	88	77	75	73	71	69

گروپس میں اٹامک ریڈیس میں تبدیلی (Variation of Atomic Radius in Groups)

پیریاڈک ٹیبل کے ایک گروپ میں اٹامک ریڈیس اوپر سے نیچے جاتے وقت بتدریج بڑھ جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جب ہم گروپ میں اوپر سے نیچے جاتے ہیں تو ایلیمنٹس میں موجود شیلز کی تعداد میں بتدریج اضافہ ہو جاتا ہے اور شیلز میں اضافہ کی وجہ سے نیوکلیس کی کشش کی قوت بیرونی شیل میں موجود الیکٹرونز کے لیے بتدریج کم ہو جاتی ہے اور یہ بات ایٹم کے سائز میں اضافہ کا موجب بنتی ہے۔

ٹیبل (8.5) گروپ کے ایلیمنٹس کے اٹامک ریڈیس

گروپ 1 کے ایلیمنٹس	اندرونی شیلز میں الیکٹرونز کی تعداد	اٹامک ریڈیس (pm)
Li	2	152
Na	10	186
K	18	227
Rb	36	248
Cs	54	265

دلچسپ معلومات

اگرچہ ہم امید کرتے ہیں کہ اٹامک نمبرز کے بڑھنے سے اٹامک سائز بڑھ جائے گا لیکن ہمیشہ ایسا نہیں ہوتا۔ جس کی وجہ یہ ہے کہ ایٹم کے سائز کا انحصار اس میں موجود الیکٹرون کے شیلز کے ڈایامیٹر (Diameter) پر ہے۔

آئیونائزیشن انرجی (Ionization Energy)

انرجی کی وہ کم از کم مقدار جو ایک آزاد گیسی ایٹم کے بیرونی شیل میں موجود ایک الیکٹرون کو باہر نکال دے اُس کو آئیونائزیشن انرجی کہتے ہیں۔ جب بیرونی شیل میں صرف ایک ہی الیکٹرون موجود ہوگا تو اس کو باہر نکالنے کے لیے جو انرجی درکار ہوگی اس کو فرسٹ آئیونائزیشن انرجی کہیں گے۔ آئیونائزیشن انرجی کو $kJ\ mol^{-1}$ میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر سوڈیم ایٹم کی پہلی آئیونائزیشن انرجی $+496\ kJ\ mol^{-1}$ ہے۔

$$Na \longrightarrow Na^{+} + e^{-} \qquad \Delta H = +496\ kJ\ mol^{-1}$$

جب کسی ایٹم کے بیرونی شیل میں ایک سے زیادہ الیکٹرونز ہوں تو ان کو ایک ایک کر کے نکالا جاسکتا ہے۔ اور اس کے لیے ہر بار زیادہ انرجی فراہم کرنے کی ضرورت ہوگی۔ مثلاً میگنیشیم کے بیرونی شیل میں دو الیکٹرونز ہیں۔ پہلے الیکٹرون کو نکالنے کے لیے کم انرجی درکار ہوگی جبکہ دوسرے الیکٹرون کو نکالنے کے لیے اس سے زیادہ انرجی درکار ہوگی۔

$$Mg_{(g)} \longrightarrow Mg^{+}_{(g)} + e^{-} \qquad \Delta H = +737\ kJ\ mol^{-1}$$

$$Mg^{+}_{(g)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(g)} + e^{-} \qquad \Delta H = +1450\ kJ\ mol^{-1}$$

آئیونائزیشن انرجی کی ویلیو کا تعلق اٹامک سائز سے ہے۔ ایٹم کا ریڈیس جتنا کم ہوگا اُتنا ہی نیوکلیس بیرونی شیل میں موجود الیکٹرون یا الیکٹرونز کو زیادہ شدت سے کھینچے گا اتنا ہی الیکٹرون کو نکالنا مشکل ہوگا اس لیے آئیونائزیشن انرجی کی ویلیو بھی زیادہ ہوگی۔ اس لیے پیریاڈک ٹیبل میں پیریڈ میں بائیں سے دائیں چلیں تو آئیونائزیشن انرجی کی ویلیوز بتدریج بڑھتی ہیں جبکہ گروپ میں اوپر سے نیچے چلیں تو اس کی ویلیوز کم ہوتی ہیں۔ ٹیبل (8.6) اور ٹیبل (8.7)

ٹیبل (8.6) دوسرے پیریڈ میں ایلیمنٹس کی آئیونائزیشن انرجی کی ویلیوز

دوسرے پیریڈ کے ایلیمنٹس	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
آئیونائزیشن انرجی ($kJ\ mol^{-1}$)	520	899	801	1086	1402	1314	1681	2081

ٹیبل (8.7) گروپ 1 کی آئیونائزیشن انرجی ویلیوز

گروپ 1 کے عناصر	آئیونائزیشن انرجی ($kJ\ mol^{-1}$)
Li	520
Na	496
K	419
Rb	403
Cs	377

الیکٹرون افینٹی (Electron Affinity)

انرجی کی وہ مقدار جو کسی آزاد گیسی ایٹم کے بیرونی شیل میں ایک الیکٹرون حاصل ہونے سے خارج ہو۔ مثال کے طور پر جب فلورین ایٹم ایک الیکٹرون حاصل کرتا ہے تو $328\ kJmol^{-1}$ انرجی خارج ہوتی ہے۔

$$F_{(g)} + e^{-} \longrightarrow F^{1-}_{(g)} \qquad \Delta H = -328\ kJmol^{-1}$$

الیکٹرون افینٹی کی ویلیوز کا انحصار بھی ایٹمز کے سائز پر ہے۔ ایٹم کا سائز جتنا چھوٹا ہوگا اتنا ہی نیوکلیس بیرونی شیل میں جذب ہونے والے الیکٹران کو زیادہ قوت سے کھینچے گا اور الیکٹرون افینٹی کی ویلیو بھی زیادہ ہوگی۔ ٹیبل (8.8)

ٹیبل (8.8) گروپ 17 کے ایلیمنٹس کی الیکٹرون افینٹی ویلیوز

گروپ 17 کے عناصر	الیکٹران افینٹی $(kJ\ mol^{-1})$
F	-328
Cl	-349
Br	-324.6
I	-295.2

پیراڈک ٹیبل کے گروپ میں اوپر سے نیچے چلیں تو الیکٹرون افینٹی کی ویلیوز بتدریج کم ہوتی جاتی ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ایٹم کا سائز اوپر سے نیچے بڑھتا جاتا ہے اور بیرونی شیل میں جذب ہونے والے الیکٹرون کو نیوکلیس کم شدت سے کھینچتا ہے جس سے خارج ہونے والی انرجی کم ہوجاتی ہے۔

جاننے والی بات

اگرچہ پہلی الیکٹرون افینٹی کی ویلیوز منفی، مثبت یا زیرو ہوسکتی ہیں لیکن سیکنڈ الیکٹران افینٹی کی ویلیوز ہمیشہ پازیٹیو ہوتی ہیں۔

الیکٹرونیگیٹیویٹی (Electronegativity)

کسی ایٹم کی الیکٹرون کو اپنی طرف کھینچنے کی طاقت کو الیکٹرونیگیٹیویٹی کہتے ہیں۔ یہ دراصل ایک کشش کی قوت ہے جس سے ایک ایٹم کوویلنٹ بانڈ میں موجود الیکٹرونز کے جوڑے کو اپنی طرف کھینچتا ہے۔ زیادہ الیکٹرونیگیٹیویٹی ویلیوز رکھنے والے ایٹمز کے بیرونی شیلز میں موجود الیکٹرونز کو نیوکلیئر چارج زیادہ قوت سے اپنی طرف کھینچتا ہے۔ الیکٹرونیگیٹیویٹی کی ویلیوز پیریڈ میں بائیں سے دائیں بڑھتی ہیں جبکہ گروپ میں اوپر سے نیچے کم ہوتی ہیں۔ اس لیے سب سے زیادہ الیکٹرونیگیٹیو ایٹمز پیریاڈک ٹیبل کے دائیں طرف اوپر والے کونے میں موجود ہیں۔ سب سے زیادہ الیکٹرونیگیٹیویٹی ویلیوز رکھنے والے ایٹمز Cl, N, O, F ہیں۔ ٹیبل (8.9) اور ٹیبل (8.10)۔ سب سے زیادہ الیکٹروپوزیٹو (Electro positive) ایٹمز پیراڈک ٹیبل کے بائیں طرف کونے میں موجود ہیں۔

ٹیبل (8.10) الیکٹرونیگیٹیویٹی دوسرے پیریڈ میں موجود ایلیمنٹس کی ویلیوز (پالنگ سکیل پر)

دوسرے پیریڈ میں موجود ایلیمنٹس	Li	Be	B	C	N	O	F
الیکٹرونیگیٹیویٹی	1.0	1.6	2.0	2.6	3.0	3.4	4.0

ٹیبل (8.10) گروپ 17 میں موجود ایلیمنٹس کی الیکٹرونیگیٹیویٹی ویلیوز (پالنگ سکیل پر)

گروپ 17 میں موجود عناصر	الیکٹرونیگیٹیویٹی
F	4.0
Cl	3.2
Br	3.0
I	2.7

دلچسپ معلومات

الیکٹرونیگیٹیویٹی ایلیمنٹس کی ایک ایسی خاصیت ہے جس سے کیمیکل ری ایکشنز کے وقوع پذیر ہونے کی وضاحت کی جاتی ہے۔

8.5 مٹیلک کیریکٹر اور ری ایکٹیویٹی (Metallic Character and Reactivity)

کسی ایلیمنٹ کے الیکٹرون کھودینے کی قابلیت کو مٹیلک کیریکٹر کہتے ہیں۔ الیکٹرون کھودینے کے نتیجہ میں مثبت آئینز یا کیٹائنز بنتے ہیں۔ چونکہ آئیونائزیشن انرجی کی ویلیوز ایک گروپ میں اوپر سے نیچے کم ہوتی ہیں اس لیے گروپ کے نیچے والے حصے میں موجود ایلیمنٹس بڑی آسانی سے الیکٹرون کھودیتے ہیں اسی وجہ سے مٹیلک کیریکٹر اور ری ایکٹیویٹی گروپ میں اوپر سے نیچے بتدریج بڑھ جاتی ہیں۔

ایک پیریڈ میں جب بائیں سے دائیں چلتے ہیں تو ایلیمنٹس کے نیوکلیس میں موجود مثبت چارج میں اضافہ ہوجاتا ہے۔ اس وجہ سے بیرونی شیل کے الیکٹرونز کو نیوکلیس زیادہ طاقت سے کھینچتا ہے اور ایٹمز کے لیے الیکٹرانز کا کھونا مشکل ہوتا جاتا ہے۔ اس لیے پیریڈ میں بائیں سے دائیں مٹیلک کیریکٹر بتدریج کم ہوتا جاتا ہے۔ اس لحاظ سے کیمیکل ری ایکٹیویٹی بھی کم ہوجاتی ہے۔ مثال کے طور پر دوسرا پیریڈ ایک ری ایکٹیو ایلیمنٹ سوڈیم سے شروع ہوتا ہے جس کے بعد مقابلتاً کم ری ایکٹیو ایلیمنٹ میگنیشیم آتا ہے۔ ایلومینیم اور سیلیکون (silicon) دونوں سوڈیم اور میگنیشیم کی نسبت کم ری ایکٹیو ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جیسے ہی پیریڈ میں بائیں سے دائیں چلتے ہیں تو بیرونی شیل میں الیکٹرونز کی تعداد بڑھتی ہے جس سے الیکٹرون کا کھوجانا مشکل ہوتا چلا جاتا ہے۔ پیریڈ میں جب ہم مزید دائیں طرف حرکت کرتے ہیں تو نان میٹلز آجاتی ہیں جن کی ری ایکٹیویٹی بتدریج زیادہ ہوتی جاتی ہے۔

جاننے والی بات

کسی میٹل کے مٹیلک کیریکٹر سے عام طور پر اس کی ری ایکٹیویٹی کا اندازہ ہوتا ہے۔

ڈینسٹی (Density)

کسی شے کے اکائی حجم میں موجود ماس کو اس شے کی ڈینسٹی کہتے ہیں۔ ایلیمنٹس کی ڈینسٹی کی ویلیوز عام طور پر پیریڈ میں بائیں سے دائیں حرکت کرنے سے بڑھ جاتی ہیں جبکہ گروپ میں اوپر سے نیچے حرکت کرنے سے ان میں نمایاں تبدیلی نہیں آتی۔ ڈینسٹی کو g/cm^3 میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

ٹیبل (8.11) گروپ 1 میں موجود ایلیمنٹس کی ڈینسٹی ویلیوز

گروپ میں موجود ایلیمنٹس	Li	Na	K	Rb	Cs
ڈینسٹی g/cm^3	0.53	0.97	0.89	1.63	1.879

مشق

1۔ بیریم (Barium) پیریاڈک ٹیبل کے دوسرے گروپ اور چھٹے پیریڈ میں موجود ہے۔ اس کے بارے میں ذیل میں درج سوالات کے جواب دیں۔

(i) کیا یہ میٹل ہے یا نان میٹل؟

(ii) کیا یہ ایلیمنٹ الیکٹروپوزیٹیو ہوگا یا الیکٹرونیگیٹو؟

(iii) اس کے آکسائڈ کی نوعیت کیا ہوگی؟

(iv) یہ ایلیمنٹ کس طبعی حالت میں اپنا وجود برقرار رکھتا ہے؟

2۔ سب سے زیادہ اٹامک ریڈیس رکھنے والا ایلیمنٹ کس گروپ اور کس پیریڈ میں ہوگا؟

3۔ کیا آپ سب سے زیادہ الیکٹرونیگیٹیو اور سب سے زیادہ الیکٹروپوزیٹو ایلیمنٹ کے گروپ نمبر کی نشاندہی کر سکتے ہیں؟

4۔ ذیل میں درج ایلیمنٹس میں سے کون سے ایلیمنٹ کی آئیونائزیشن انرجی سب سے کم ہوگی اور کس ایلیمنٹ کی الیکٹرون افینٹی سب سے زیادہ ہوگی۔ نیز اس ایلیمنٹ کے گروپ اور پیریڈ کا نمبر بھی معلوم کریں؟

Li , K, O, F, Cl

5۔ پیریاڈک ٹیبل کے کون سے دو ایلیمنٹس ری ایکٹ کر کے بناتے ہیں۔

(i) ایک بیسک آکسائڈ (ii) ایک ایسڈک آکسائڈ

اہم نکات

1- جدید پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کو ان کے اٹیمی نمبر کی صعودی ترتیب (Increasing Order) کے لحاظ سے ترتیب دیا گیا ہے۔ اس ٹیبل میں 18 گروپس اور سات پیریڈز ہیں۔

2- جدید پیریاڈک ٹیبل میں، ایلیمنٹس کو s، p، d اور f بلاکس میں تقسیم کیا گیا ہے۔

3- ہر پیریڈ الکلی میٹل سے شروع ہوتا ہے اور نوبل گیس پر ختم ہوتا ہے۔ ایک پیریڈ ایک شیل کی تکمیل کی بھی نمائندگی کرتا ہے۔

4- s اور p بلاکس میں موجود ایلیمنٹس کو نارمل ایلیمنٹس اور d اور f بلاکس میں موجود ایلیمنٹس کو ٹرانزیشن ایلیمنٹس کہتے ہیں۔

5- ایک گروپ کے تمام ایلیمنٹس سے توقع کی جاتی ہے کہ وہ یکساں کیمیائی خصوصیات ظاہر کریں گے کیونکہ ان کے بیرونی شیلز میں الیکٹرانز یکساں تعداد میں موجود ہیں۔

6- جب ہم پیریڈ میں بائیں سے دائیں اور گروپ میں اوپر سے نیچے جاتے ہیں تو ایلیمنٹس کے فزیکل خواص بتدریج تبدیل ہوتے ہیں۔

7- ایلیمنٹس کے اٹیمی سائز پیریڈ میں بائیں سے دائیں گھٹتے ہیں جبکہ گروپ میں اوپر سے نیچے بڑھتے ہیں۔

8- آئیونائزیشن انرجی پیریڈ میں بائیں سے دائیں بڑھتی ہے جبکہ گروپ میں اوپر سے نیچے کم ہوتی ہے۔

9- الیکٹران افینٹی اور الیکٹرونیگیٹیویٹی ویلیوز پیریڈ میں بائیں سے دائیں بڑھتی ہیں جبکہ گروپ میں اوپر سے نیچے کم ہوتی ہیں۔

10- میٹلک کیریکٹر (Metallic Character) گروپ میں اوپر سے نیچے کی طرف بڑھتا ہے جبکہ پیریڈ میں بائیں سے دائیں کم ہوتا ہے۔

مشقی سوالات

1- صحیح جواب پر ٹک (✓) کریں۔

(i) سولر سیل میں موجود ایک اہم ایلیمنٹ پیریاڈک ٹیبل کے کس گروپ اور کس پیریڈ میں موجود ہے؟

(الف) تیسرا پیریڈ اور چودھواں گروپ　(ب) دوسرا پیریڈ اور چودھواں گروپ

(ج) تیسرا پیریڈ اور پندرھواں گروپ　(د) تیسرا پیریڈ اور سولھواں گروپ

(ii) ٹرانزیشن میٹل کے بیرونی شیل کے الیکٹرونک کنفگوریشن کی شناخت کریں؟

(الف) ns^2np^4　(ب) nd^xns^2　(ج) ns^2np^6　(د) ns^2np^5

(iii) کونسی میٹل سب سے نرم ہے؟

(الف) Na　(ب) Ca　(ج) Al　(د) Zn

(iv) ایک پیلے رنگ کا ٹھوس ایلیمنٹ جس کی ایلوٹراپک اشکال بھی ہیں اور جو فوسل فیول میں بھی موجود ہے اس کا نام کیا ہے؟

(الف) کاربن　(ب) آئیوڈین　(ج) ایلومینیم　(د) سلفر

(v) نائٹروجن کا ایٹم اپنے بیرونی شیل میں کتنے الیکٹرونز حاصل کر سکتا ہے؟

(الف) 2　(ب) 3　(ج) 4　(د) 5

(vi) کون سا ایلیمنٹ سب سے زیادہ ری ایکٹیو ہے؟

(الف) آکسیجن　(ب) کلورین　(ج) فلورین　(د) نائٹروجن

(vii) کون سے ایلیمنٹ کا میلٹنگ پوائنٹ سب سے زیادہ ہے؟

(الف) Na (ب) K (ج) Rb (د) Cs

(viii) دوسرے گروپ میں مٹیلک آرڈر (Metallic Order) کیسے تبدیل ہوتا ہے؟

(الف) Mg > Ca > Ba > Sr (ب) Sr > Ba > Ca > Mg

(ج) Mg > Sr > Ca > Ba (د) Ba > Sr > Ca > Mg

(ix) ذیل میں درج کون سا آرڈر آکسیجن، فلورین اور نائٹروجن کے اٹامک ریڈیس کے بارے میں صحیح ہے؟

(الف) O < F < N (ب) N < F < O

(ج) F < O < N (د) O < N < F

(x) جس ایلیمنٹ کی آئیونائزیشن انرجی اور الیکٹرون افینیٹی دونوں کم ہوں گی اس کا تعلق کس گروپ سے ہوگا؟

(الف) گروپ 1 (ب) گروپ 13 (ج) گروپ 16 (د) گروپ 17

2۔ مختصر سوالات

(i) پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کو ترتیب دینے کے لیے اٹامک نمبر کا انتخاب کیوں کیا گیا ہے؟

(ii) لفظ پیریاڈک کی کیا اہمیت ہے؟

(iii) پیریاڈک ٹیبل میں جب ہم اوپر سے نیچے کی طرف آتے ہیں تو پیریڈز کا سائز بڑا کیوں ہو جاتا ہے؟

(iv) گروپ میں موجود ایلیمنٹس کے بیرونی شیلز میں الیکٹرونز کی تعداد ایک جیسی کیوں ہے؟

(v) کیا آپ توقع کرتے ہیں کہ کیلشیم سوڈیم کی نسبت زیادہ ری ایکٹیو ہوگا؟ وضاحت کریں۔

(vi) تیسرے پیریڈ میں کس ایلیمنٹ کا اٹامک ریڈیس سب سے زیادہ ہوگا اور کس ایلیمنٹ کا سب سے کم؟

(vii) چھٹے اور ساتویں گروپس میں سب سے زیادہ الیکٹرونیگیٹو ایلیمنٹس کیوں موجود ہیں؟

(viii) میگنیشیم کے لیے پہلی آئیونائزیشن انرجی کی ویلیو دوسری سے کم کیوں ہے؟

(ix) کیا یہ دو میٹلز یا دو نان میٹلز کے لیے ممکن ہے کہ وہ آئیونک بانڈ بنائیں؟

(x) کس ایلیمنٹ کی آئیونائزیشن انرجی کی ویلیو سب سے کم ہے اور کس ایلیمنٹ کی الیکٹرونیگیٹویٹی کی ویلیو سب سے زیادہ ہے؟

3۔ تعمیری فکر پر مبنی سوالات (Constructed Response Questions)

(i) فرض کریں کہ ایک نیا ایلیمنٹ دریافت ہوتا ہے۔ آپ اس ایلیمنٹ کو پیریاڈک ٹیبل میں کہاں رکھنا چاہیں گے؟

(ii) پیریاڈک ٹیبل کا پہلا ایلیمنٹ کون سا ہے؟ کیا یہ الیکٹران کھوتا ہے یا حاصل کرتا ہے؟

(iii) بورون اور ایلومینیم کے اٹامک ریڈیس بالترتیب 88pm اور 125pm ہیں۔ کون سا ایلیمنٹ الیکٹرون یا الیکٹرونز آسانی سے کھو دے گا؟

(iv) آپ کسی ایٹم کا ریڈیس کیسے معلوم کریں گے؟

(v) نائٹروجن تو تین الیکٹرونز جذب کر کے N^{3-} بنا دیتی ہے آکسیجن کیوں ایسا نہیں کر سکتی؟

4۔ تفصیلی سوالات

(i) پیریاڈک ٹیبل میں کسی ایلیمنٹ کو تلاش کرنے کے لیے کون سی معلومات کا ہونا ضروری ہے اگر اس کے اٹامک نمبر کا آپ کو پتہ نہیں ہے۔کیا اس کا اٹامک ماس آپ کی مدد کر سکتا ہے؟

(ii) پیریاڈک ٹیبل میں ایلیمنٹس کے کتنے بلاکس موجود ہیں؟ کیا یہ بلاکس ایلیمنٹ کی خصوصیات کا پتہ لگانے میں ہمارے لیے مفید ہیں؟

(iii) پیریڈز میں درج ذیل خصوصیات کیسے تبدیل ہوتی ہیں؟ وجہ بتائیں۔

(الف) اٹامک ریڈیس (ب) آئیونائزیشن انرجی

(iv) ایلیمنٹ کی کون سی طبعی خصوصیت کا علم ہونے سے ہمیں یہ پتہ چل جائے گا کہ یہ کس قسم کا بانڈ بنائے گا؟

(v) ایسی چار نان میٹلز کا نام لکھیں جو عام درجہ حرارت پر ٹھوس حالت میں پائی جاتی ہیں۔؟

(vi) دوسرے اور تیسرے پیریڈز میں ایلیمنٹس کی تعداد برابر ہے جبکہ باقی پیریڈز میں مختلف ہے۔وجہ بتائیں؟

5۔ تحقیقی سوالات (Investigative Questions)

(i) ایلیمنٹس کی پیریاڈک ٹیبل میں ترتیب کیمیا دانوں کی ایک بڑی کامیابی ہے۔اس بات پر تبصرہ کریں اور پیریاڈک ٹیبل کے فوائد بتائیں؟

(ii) لیتھیم اور بیریلیم دونوں کی خصوصیات اپنے گروپس کے باقی ممبران سے مختلف ہیں۔کیا آپ اس فرق کی ممکنہ وجوہات کے بارے میں سوچ سکتے ہیں؟

(iii) جدید پیریاڈک ٹیبل مینڈلیف (Mandeleev) پیریاڈک ٹیبل میں ترامیم کر کے بنایا گیا ہے۔ان دونوں میں فرق کی وضاحت کریں؟