Chapter-10

S – ब्लाक के तत्व

(The s-Block Elements)

पाठ्य-पुस्तक के प्रश्नोत्तर

प्रश्न 10.1. क्षार धातुओं के सामान्य भौतिक एवं रासायनिक गुण क्या हैं?

उत्तर—(i) क्षार धातु आवर्त सारणी में *s*-ब्लॉक के वर्ग 1 के तत्त्व है। क्षार धातुओं के गुण उनके संयोजी कक्षक में उपस्थित *s*-इलेक्ट्रॉनों की संख्या पर निर्भर करते हैं।

लीथियम	Li	$1s^2\ 2s^1$
सोडियम	Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
पोटैशियम	K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
रुबिडियम	Rb	$[Kr]\ 5s^1$
सीजियम	Cs	$[Xe]6s^1$
फ्रेन्सियम	Fr	$[Rn]7s^1$

(ii) परिमाण्वीय तथा आयनिक त्रिज्या : अपने आवर्त में क्षार धातु सबसे बड़ी होती है। इन धातुओं के एकल धनायन M^+ अपने पैत्रक परमाणु से छोटे होते हैं।

(iii) आयनन एन्थैल्पी : क्षार धातुओं के आयनन एन्थैल्पी मान बहुत कम होगा।

भौतिक गुण : क्षार धातुओं के भौतिक गुण निम्नलिखित हैं–

(i) भौतिक अवस्था : क्षार धातुएँ बहुत ही नरम, हल्की एवं चाँदी के समान सफेद होती है।

(ii) घनत्व : इनका घनत्व कम होता है और लीथियम से सीजियम तक बढ़ता है। हालांकि पोटैशियम, सोडियम से हल्का होता है।

(iii) **क्वथनांक एवं गलनांक :** इनके क्वथनांक एवं गलनांक गुण इन धातुओं के कम होते हैं, क्योंकि इनके बीच दुर्बल धात्विक बंध होते हैं।

इन तत्त्वों की आयनन एन्थैल्पी मान कम होने के कारण ये तत्त्व आसानी से हे' इलेक्ट्रॉन खोकर धनायन बनाती है

$$M \longrightarrow M^+ + e^-$$

रासायनिक गुण : क्षार धातुओं के रासायनिक गुण निम्नलिखित हैं–

(i) **वायु से क्रियाशीलता :** क्षार धातु वायु से क्रिया करके अपने ऑक्साइड में बदल जाती है। इसलिए इन धातुओं को मिट्टी के तेल में रखा जाता है।

$$4Li + O_2 \longrightarrow 2Li_2O$$

सोडियम ऑक्साइड एवं अन्य धातु सुपर ऑक्साइड बनाती है।

(ii) जल से क्रिया : ये धातु जल में तीव्र क्रिया करती हैं और हाइड्रॉक्साइड एवं हाइड्रोजन गैस बनाती हैं।

$$2M + 2H_2O \longrightarrow 2MOH + H_2$$

(iii) **हाइड्रोजन से अभिक्रिया :** $2M + H_2 \longrightarrow 2MH$

(iv) **हैलोजन से क्रिया :** $2M + X_2 \longrightarrow 2MX$

(v) **द्रव अमोनिया में विलेयता :** क्षार धातुएँ, द्रव अमोनिया में घुलनशील हैं। इनके विलयन का रंग गहरा नीला होता है। यह विलयन अपचायक गुण को दर्शाता है।

(vi) **अपचायक गुण :** क्षार धातुं प्रबल अपचायक होती हैं; क्योंकि ये आसानी से इलेक्ट्रॉन मुक्त करती हैं।

$$Na \longrightarrow Na^+ + e^-$$

इन धातुओं में लीथियम प्रबल अपचायक है।

(vii) मिश्र धातु बनाना : अपने ही वर्ग के तत्त्वों से मेल कर या दूसरे तत्त्वों के साथ संयोग कर के ये तत्त्व मिश्र धातु बनाते हैं; जैसे—क्षार धातु मर्करी से मिलकर अमलगम बनाते हैं।

प्रश्न 10.2. क्षारीय मृदा धातुओं के सामान्य अभिलक्षण एवं गुणों में आवर्तिता की विवेचना कीजिए।

उत्तर—क्षारीय मृदा धातुओं के सामान्य गुण : आवर्त सारणी के वर्ग के 2 तत्त्व बेरीलियम, मैग्नीशियम, कैल्सियम, स्ट्रॉन्शियम, बेरियम तथा रेडियम क्षार मृदा धातुएँ कहलाती हैं।

परमाणवीय गुण : क्षारीय मृदा धातुओं के परमाणवीय गुण निम्नलिखित हैं–

(i) इलेक्ट्रॉनिक विन्यास : संयोजी कक्ष में दो इलेक्ट्रॉन उपस्थित होने के कारण इन तत्त्वों का इलेक्ट्रॉन विन्यास ns^2 है। ये इलेक्ट्रॉनिक संयोजी कक्ष के s-कक्षक में होते हैं।

(ii) परमाण्वीय एवं आयनिक त्रिज्या : क्षार धातुओं की तुलना में इन तत्त्वों का परमाण्वीय आकार छोटा होता है। वर्ग में इनका आकार ऊपर से नीचे की ओर बढ़ता जाता है।

$$Be < Mg < Ca < Sr < Ba$$

$$Be^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+} < Ba^{2+}$$

परन्तु $$Mg^{2+} < Mg, Ca^{2+} < Ca$$

(iii) आयनन एन्थैल्पी : क्षार धातुओं की तुलना में इन तत्त्वों की प्रथम आयनन एन्थैल्पी अधिक होती है, क्योंकि इनका नाभिक आवेश अधिक होता है। द्वितीय आयन एन्थैल्पी मान इन तत्त्वों का क्षार तत्त्वों की तुलना में कम होता है। वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर आयनन एन्थैल्पी का मान घटता है।

क्षारीय मृदा धातुओं के भौतिक गुण : क्षारीय मृदा धातुओं के भौतिक गुण निम्नलिखित हैं–

(i) भौतिक अवस्था : ये तत्त्व चाँदी की भाँति सफेद, चमकदार एवं नरम होते हैं। दूसरे तत्त्वों (क्षार धातु) की तुलना में कठोर होते हैं। Be और Mg नरम तत्त्व हैं।

(ii) क्वथनांक एवं गलनांक : क्षार धातु की तुलना इनके क्वंथानांक एवं गलनांक अधिक होते हैं, क्योंकि इनका आकार छोटा होता है। वर्ग में इनके गलनांकों एवं क्वथनांकों में कोई नियमित परिवर्तन नहीं होता है।

(iii) ज्वाला रंग : Be और Mg को छोड़कर शेष धातुओं के क्लोराइड ज्वाला रंग उत्पन्न करते हैं, क्योंकि आयनन एन्थैल्पी का मान कम होता है।

(iv) घनत्व : Mg एवं Ca हल्के तत्त्व हैं। शेष तत्त्वों का घनत्व निम्न क्रम में है—

$Be < Sr < Ba < Ra$

रासायनिक गुण : क्षार धातुओं की तुलना में ये तत्त्व कम क्रियाशील हैं। वर्ग में नीचे की ओर इन तत्त्वों की क्रियाशीलता बढ़ती है।

(i) जल एवं वायु से अभिक्रियाशीलता : बेरिलियम एवं मैग्नीशियम गतिकीय रूप से ऑक्सीजन एवं जल के प्रति निष्क्रिय हैं; क्योंकि इन धातुओं के पृष्ठों पर ऑक्साइड की फिल्म जम जाती है। फिर भी बेरीलियम चूर्ण रूप में वायु से जल में जाने पर BeO एवं Be_3N_2 बना लेता है।

$$2Be + O_2 \longrightarrow BeO$$

$$3Be + N_2 \longrightarrow Be_2N_2$$

मैग्नीशियम अधिक धन विद्युतीय है, जो वायु में अत्यधिक चमकीले प्रकाश के साथ जलते हुए MgO तथा Mg_3N_2 बना लेता है। Ca, Sr एवं Ba वायु में शीघ्र अभिक्रिया करके ऑक्साइड तथा नाइट्राइट बनाते हैं।

(ii) हैलोजन से क्रिया : हैलोजन से क्रिया करके हैलाइड बनाते हैं।

$$M + X_2 \longrightarrow MX_2$$

(iii) हाइड्रोजन से क्रिया : Be तत्त्व को छोड़कर शेष सभी तत्त्व हाइड्राइड बनाते हैं।

$$Ca + H_2 \xrightarrow{\Delta} CaH_2$$

(iv) अम्ल से क्रिया : अम्ल से क्रिया करके क्षार मृदा तत्त्व H_2 गैस बनाते हैं।

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2 + H_2 \uparrow$$

(v) अपचायक गुण : सभी क्षारीय मृदा तत्त्व प्रबल अपचायक हैं। क्षार तत्त्वों की तुलना में ये तत्त्व कम अपचायक हैं।

(vi) द्रव अमोनिया में विलेयता : ये धातुएँ द्रव अमोनिया में विलेय होकर गहरे नीले-काले रंग का विलयन बना लेती हैं।

$$M + (x + y)NH_3 \longrightarrow M(NH_3)_x^{2+} + 2e^-(NH_3)_y$$

प्रश्न 10.3. क्षार धातुएँ प्रकृति में क्यों नहीं पाई जाती हैं?

उत्तर—इन तत्त्वों के संयोजी कक्ष में उपस्थित *s*-इलेक्ट्रॉन आसानी से मुक्त हो जाने के कारण ये तत्त्व विद्युत धनात्मक हैं और M^+ आयन में बदल जाते हैं।

अत: ये स्वतन्त्र अवस्था में नहीं मिलते हैं।

प्रश्न 10.4. Na_2O_2 में सोडियम की ऑक्सीकरण अवस्था ज्ञात कीजिए।

हल : माना सोडियम की ऑक्सीकरण संख्या $= x$

$\therefore$ $2x + 2(-1) = 0$

या $x = +1$

अत: **सोडियम की ऑक्सीकरण संख्या +1 है।** **उत्तर**

प्रश्न 10.5. पोटैशियम की तुलना में सोडियम कम अभिक्रियाशील क्यों है? बताइए।

उत्तर—क्योंकि सोडियम की आयनन एन्थैल्पी पोटैशियम से अधिक है, इसलिए यह आसानी से इलेक्ट्रॉन मुक्त नहीं कर सकता है। अत: कम क्रियाशील है।

प्रश्न 10.6. निम्नलिखित के संदर्भ में क्षार धातुओं एवं क्षारीय मृदा धातुओं की तुलना कीजिए–

(क) आयनन एन्थैल्पी, (ख) ऑक्साइडों की क्षारकता, (ग) हाइड्रॉक्साइडों की विलेयता।

उत्तर—(क) आयनन एन्थैल्पी : क्षारीय मृदा धातुओं की प्रथम आयनन एन्थैल्पी का मान क्षार धातुओं की तुलना में अधिक है; क्योंकि इन तत्त्वों पर नाभिक आवेश अधिक होता है। हालांकि द्वितीय आयनन एन्थैल्पी का मान क्षार धातु से कम है अर्थात् आयनन एन्थैल्पी $Be > Li, Mg > Na$ आदि है।

(ख) ऑक्साइडों की क्षारकता : क्षारीय मृदा धातु ऑक्साइड दुर्बल क्षार है। क्षार धातु के ऑक्साइडों की तुलना में बढ़ता नाभिक आवेश आयनन एन्थैल्पी को बढ़ा देता है।

(ग) हाइड्रॉक्साइडों की विलेयता : क्षारीय मृदा धातु हाइड्रॉक्साइड जल में अल्प विलेय हैं, जबकि क्षार धातु हाइड्रॉक्साइड अधिक विलेय हैं।

प्रश्न 10.7. लीथियम किस प्रकार मैग्नीशियम से रासायनिक गुणों में समानताएँ दर्शाता है?

उत्तर—लीथियम एवं मैग्नीशियम परमाणु आकार में समान है (Li = 152 pm) तथा (Mg = 160 pm), [Li^+ = 76 pm, Mg^{2+} = 72 pm]

दोनों में निम्न समानताएँ हैं—

(i) LiOH एवं $Mg(OH)_2$ दुर्बल क्षार हैं।

(ii) दोनों नाइट्रोजन से संयोग करके नाइट्राइट बनाते हैं।

$$6Li + N_2 \xrightarrow{\Delta} 2Li_3N$$

$$3Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3N_2$$

(iii) गर्म करने पर Li एवं Mg के कार्बोनेट एवं हाइड्रॉक्साइड वियोजित हो जाते हैं।

$$2LiOH \xrightarrow{\Delta} Li_2O + H_2O$$

$$Mg(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} MgO + H_2O$$

$$Li_2CO_3 \xrightarrow{\Delta} Li_2O + CO_2$$

$$MgCO_3 \xrightarrow{\Delta} MgO + CO_2$$

(iv) Li एवं Mg ठोस बाइकार्बोनेट (हाइड्रोजन कार्बोनेट) नहीं बनाते हैं।

(v) Li_2O एवं MgO पराऑक्साइड एवं सुपर ऑक्साइड नहीं बनाते हैं।

(vi) दोनों के नाइट्रेट गर्म करने पर वियोजित हो जाते हैं।

$$4LiNO_3 \xrightarrow{\Delta} 2Li_2O + 4NO_2 + O_2$$

$$2Mg(NO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} 2MgO + 4NO_2 + O_2$$

(vii) Li एवं Mg के हाइड्रॉक्साइड, कार्बोनेट एवं फ्लूराइड जल में अल्प विलेय हैं।

(viii) LiCl एवं $MgCl_2$ सहसंयोजी होने के कारण एथेनॉल में घुलनशील हैं।

(ix) $LiClO_4$ एवं $Mg(ClO_4)_2$ एथेनॉल में तीव्रता से घुलते हैं।

(x) दोनों के हैलाइड जलयोजन कर हाइड्रेट बनाते हैं।

प्रश्न 10.8. क्षार धातुएँ तथा क्षारीय मृदा धातुएँ रासायनिक अपचयन विधि से क्यों नहीं प्राप्त किए जा सकते हैं? समझाइए।

उत्तर—(i) क्योंकि दोनों स्वयं प्रबल अपचायक हैं। अत: अपचयन विधि से नहीं प्राप्त किए जा सकते हैं।

(ii) क्षार धातु विद्युत धनात्मक होने के कारण जलीय विलयन से प्राप्त नहीं हो सकते हैं।

प्रश्न 10.9. प्रकाश वैद्युत सेल में लीथियम के स्थान पर पोटैशियम एवं सीजियम क्यों प्रयुक्त किए जाते हैं?

उत्तर—पौटैशियम एवं सीजियम की आयनन एन्थैल्पी कम होने के कारण आसानी से इलेक्ट्रॉन त्याग सकती है, जब इन्हें धूप में रखा जाता है। जबकि लीथियम की आयनन एन्थैल्पी अधिक है और यह आसानी से इलेक्ट्रॉन मुक्त नहीं करता है।

प्रश्न 10.10. जब एक क्षार धातु को द्रव अमोनिया में घोला जाता है, तब विलयन विभिन्न रंग प्राप्त कर सकता है। इस प्रकार के रंग परिवर्तन का कारण बताइए।

उत्तर—क्षार धातु द्रव अमोनिया विलयन में गहरा नीला रंग देती है।

$$M + (x + y)NH_3 \longrightarrow M^+ (NH_3)_x + e^- (NH_3)_y$$

जब अमोनिया युक्त इलेक्ट्रॉन पर प्रकाश गिरता है, तब ये इलेक्ट्रॉन उच्च ऊर्जा स्तर में चले जाते हैं, जिसके कारण ये परिणामस्वरूप नीला रंग उत्पन्न करते हैं। क्षार धातु का तनु विलयन जब द्रव अमोनिया में डाला जाता है, तब गहरा नीला रंग उत्पन्न होता है; परन्तु विलयन को उपतनु करने पर नीला रंग कॉपर रंग में परिवर्तित हो जाता है। विलयन धात्विक चमक प्रदान करता है।

प्रश्न 10.11. ज्वाला को बेरीलियम एवं मैग्नीशियम कोई रंग नहीं प्रदान करते हैं, जबकि अन्य क्षारीय मृदा धातुएँ ऐसा करती हैं। क्यों?

उत्तर—बेरीलियम एवं मैग्नीशियम को छोड़कर शेष सभी क्षारीय मृदा धातु क्लोराइड ज्वाला को रंग प्रदान करते हैं; क्योंकि Be और Mg का आकार छोटा होता है और इनका आयनन एन्थैल्पी मान अधिक होने के कारण संयोजी इलेक्ट्रॉन को मुक्त नहीं करते हैं।

प्रश्न 10.12. साल्वे प्रक्रम में होने वाली विभिन्न अभिक्रियाओं की विवेचना कीजिए।

उत्तर—साल्वे प्रक्रम द्वारा Na_2CO_3 बनता है। इस प्रक्रम में होने वाली विभिन्न अभिक्रियाएँ निम्नलिखित हैं—

(i) NaCl के जलीय विलयन में CO_2 गुजारकर $(NH_4)_2CO_3$ प्राप्त करते हैं।

इस प्रक्रम में द्रव NH_3 भी रखा जाता है।

$$2NH_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow (NH_4)_2CO_3$$

(ii) अमोनियम कार्बोनेट को CO_2 के साथ क्रियाशील किया जाता है।

$$(NH_4)_2CO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow 2NH_4HCO_3$$

(iii) प्राप्त अमोनियम कार्बोनेट को सांद्र NaCl विलयन से क्रियाशील करते हैं।

$$NaCl + NH_4HCO_3 \longrightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

(iv) सोडियम बाइकार्बोनेट का क्रिस्टलीकरण करते हैं।

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

इस प्रक्रम में NH_4Cl युक्त विलयन की $Ca(OH)_2$ से क्रिया पर NH_3 को पुनः प्राप्त किया जा सकता है।

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2NH_3 + CaCl_2 + H_2O$$

प्रश्न 10.13. पोटैशियम कार्बोनेट साल्वे विधि द्वारा नहीं बनाया जा सकता है, क्यों?

उत्तर—क्योंकि पोटैशियम बाइकार्बोनेट (हाइड्रोजन कार्बोनेट) अधिक घुलनशील है। अतः इसको क्रिस्टलीय विधि से अलग नहीं किया जा सकता है।

प्रश्न 10.14. Li_2CO_3 कम ताप पर एवं Na_2CO_3 उच्च ताप पर क्यों विघटित होता है?

उत्तर— $$Li_2CO_3 \longrightarrow Li_2O + CO_2$$

अतः Li_2CO_3 अस्थाई है।

क्योंकि Li^+ आयन आकार में छोटा है एवं CO_3^{2-} आयन आकार में बड़ा, जबकि Na^+ एवं CO_3^{2-} आयनों का आकार बराबर है।

अतः Na_2CO_3 अधिक स्थाई है।

प्रश्न 10.15. क्षार धातुओं के निम्नलिखित यौगिकों की तुलना क्षारीय मृदा धातुओं के संगत यौगिकों से विलेयता एवं तापीय स्थायित्व के आधार पर कीजिए–

(क) नाइट्रेट, (ख) कार्बोनेट, (ग) सल्फेट।

उत्तर—**(क) नाइट्रेट :** क्षार धातुओं के नाइट्रेट तापीय अस्थाई हैं। गर्म करने पर MNO_2 और O_2 में वियोजित हो जाते हैं। ($LiNO_3$ को छोड़कर), जबकि क्षारीय मृदा धातु नाइट्रेट गर्म करने पर अपने ऑक्साइड एवं नाइट्रोजन डाइऑक्साइड तथा ऑक्सीजन में वियोजित होते हैं।

$$2M(NO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} 2MNO_3 \xrightarrow{\Delta} 2MNO_2 + O_2$$

[M = Be, Mg, Ca, Sr या Ba]

अर्थात् $$2Ba(NO_3)_2 \longrightarrow 2BaO + 4NO_2 + O_2$$

क्षार धातु नाइट्रेट जल में तीव्रता से घुलते हैं, जबकि क्षारीय मृदा धातु नाइट्रेट अल्प विलेय हैं।

(ख) कार्बोनेट : (i) Li को छोड़कर शेष क्षार धातु कार्बोनेट 1273 K ताप तक स्थाई हैं, जबकि क्षारीय मृदा धातु कार्बोनेट भिन्न-भिन्न ताप पर ऑक्साइड एवं कार्बन डाइऑक्साइड में वियोजित होते हैं।

$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2 \uparrow$ वर्ग में नीचे की ओर स्थाईत्व बढ़ता है। $BeCO_3$ अल्पत्य एवं $BaCO_3$ अधिकतम स्थाई है।

(ii) सभी क्षार धातु कार्बोनेट जल में विलय हैं और इनकी विलेयता वर्ग में नीचे की ओर जाते समय बढ़ती है, क्योंकि इन कार्बोनेट की जालक ऊर्जा घटती है, जब वर्ग में नीचे की ओर जाते हैं। क्षारीय मृदा धातु कार्बोनेट जल में अल्प विलेय है। वर्ग में नीचे की ओर जाते समय इनकी विलयेता घटती है।

उदाहरण—$MgCO_3$ अल्प विलेय है, जबकि $MgCO_3$ अधिक विलेय है।

(ग) सल्फेट : (i) क्षार धातु सल्फेट तापीय रूप से अधिक स्थाई है, जबकि क्षारीय मृदा धातु सल्फेट गर्म होने पर ऑक्साइड एवं SO_3 में वियोजित हो जाते हैं। वर्ग में वियोजन बढ़ता है।

$$MSO_4 \xrightarrow{\Delta} MO + SO_3 \uparrow$$

(ii) Na एवं K धातुओं के सल्फेट जल में घुलनशील हैं, क्षारीय मृदा धातु सल्फाइडों के $BeSO_4$ एवं $MgSO_4$ अधिक विलेय हैं तथा $CaSO_4$ अल्प विलेय है; परन्तु Sr, Ba और Ra के सल्फेट अघुनलशील हैं। अत: क्षारीय मृदा धातु सल्फेट की घुलनशीलता वर्ग में नीचे की ओर घटती है।

$$BeSO_4 > MgSO_4 > CaSO_4 > SiSO_4 > BaSO_4$$

प्रश्न 10.16. सोडियम क्लोराइड से प्रारम्भ करके निम्नलिखित को आप किस प्रकार बनाएँगे—

(i) सोडियम धातु

(ii) सोडियम हाइड्रॉक्साइड

(iii) सोडियम परॉक्साइड

(iv) सोडियम कार्बोनेट

उत्तर—(i) सोडियम क्लोराइड से सोडियम धातु बनाना : सोडियम को गलित सोडियम क्लोराइड से तैयार किया जाता है। सोडियम क्लोराइड को $CaCl_2$ और KF के साथ मिलाकर 850-875 K ताप पर गर्म करते हैं। इस विलेय का विद्युत अपघटन करके कैथोड से Na धातु प्राप्त करते हैं।

$$NaCl(l) \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

कैथोड पर, $Na^+ + e^- \longrightarrow Na$

एनोड पर, $Cl^- \longrightarrow Cl + e^-$

या $Cl + Cl \longrightarrow Cl_2$

कैथोड से प्राप्त Na को कैरोसीन तेल में रखते हैं।

(ii) सोडियम क्लोराइड से सोडियम हाइड्रोक्साइड बनाना : कास्टिक सोडा को NaCl के जलीय विलयन का विद्युत अपघटन कर प्राप्त करते हैं। कैस्टनर सैल में कर्मरी कैथोड एवं कार्बन ऐनोड के रूप में लेकर, कैथोड से सोडियम अमलगम प्राप्त होता है।

Cl_2 ऐनोड से मुक्त हो जाती है।

$$NaCl \longrightarrow + Na^+ + Cl^-$$

कैथोड पर, $Na^+ + e^- \xrightarrow{Hg} Na$

अमलगम ऐनोड पर, $Cl^- \longrightarrow \frac{1}{2}Cl_2 + e^-$

सोडियम अमलगम को जल से क्रियाशील करके NaOH प्राप्त करते हैं।

$$2Na \text{ अमलगम} + H_2O \longrightarrow 2NaOH + 2Hg + H_2 \uparrow$$

(iii) सोडियम क्लोराइड से सोडियम परॉक्साइड बनाना : NaCl के जलीय विलयन का विद्युत अपघटन विधि से प्राप्त Na को 575 K ताप पर ऑक्सीजन से क्रिया कराते हैं।

$$2Na + O_2 \xrightarrow{575K} Na_2O_2$$

(iv) सोडियम क्लोराइड से सोडियम कार्बोनेट बनाना : साल्वे प्रक्रम द्वारा NaCl के जलीय विलयन से Na_2CO_3 तैयार करते हैं। इस प्रक्रम में NaCl विलयन से CO_2 गैस गुजारकर NH_3 गैस से संतृप्त करते हैं।

$$2NH_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow (NH_4)_2CO_3$$

$$(NH_4)_2CO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$$

प्रश्न 10.17. क्या होता है, जब–

(i) मैग्नीशियम को हवा में जलाया जाता है।

(ii) बिना बूझे चूने को सिलिका के साथ गर्म किया जाता है।

(iii) क्लोरीन बुझे चूने से अभिक्रिया करती है।

(iv) कैल्सियम नाइट्रेट को गर्म किया जाता है।

उत्तर—(i) जब मैग्नीशियम को हवा में जलाया जाता है, तब चमकीली ज्वाला उत्पन्न होती है और MgO तथा Mg_3N_2 का मिश्रण प्राप्त होता है।

(ii) बिना बुझे चूने को सिलिका के साथ गर्म करने पर कैल्सियम सिलिकेट बनता है।

$$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$$

(iii) क्लोरीन बुझे चूने से क्रिया करके कैल्सियम हाइपोक्लोराइट बनाता है।

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \longrightarrow CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + 2H_2O$$

(iv) कैल्सियम नाइट्रेट को गर्म करने पर NO_2 एवं O_2 बनते हैं।

$$2Ca(NO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} 2CaO + 4NO_2 + O_2$$

प्रश्न 10.18. निम्न में से प्रत्येक के दो-दो उपयोग बताइए :

(i) कास्टिक सोडा (ii) सोडियम कार्बोनेट (iii) बिना बुझा चूना

उत्तर—(i) कास्टिक सोडा के दो उपयोग निम्नलिखित हैं–

(a) कागज, साबुन एवं वसा उद्योग में,

(b) पेट्रोलियम के शुद्धिकरण में।

(ii) सोडियम कार्बोनेट के दो उपयोग निम्नलिखित हैं–

(a) काँच, साबुन, बोरेक्स एवं कास्टिक सोडा बनाने में,

(b) जल को मृदु करने में।

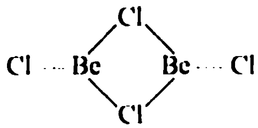
(iii) बिना बुझा चूने के दो उपयोग निम्नलिखित हैं–

(a) चीनी के शोधन में, (b) रंजक बनाने में।

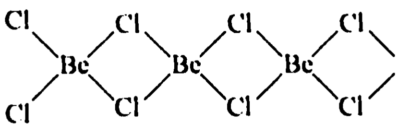
प्रश्न 10.19. निम्नलिखित की संरचना बताइए :

(i) $BeCl_2$ (वाष्प) **(ii) $BeCl_2$ ठोस।**

उत्तर—(i) $BeCl_2$ (वाष्प) की संरचना निम्न है–



(ii) $BeCl_2$ की ठोस रूप में संरचना निम्न है–



प्रश्न 10.20. सोडियम एवं पोटैशियम के हाइड्रॉक्साइड एवं कार्बोनेट जल में विलेय हैं, जबकि मैग्नीशियम एवं कैल्सियम के संगत लवण जल में अल्प विलेय हैं। समझाइए।

उत्तर—लवण की जल में विलेयता निम्न दो कारणों पर निर्भर करती है–

(i) जालक ऊर्जा, (ii) जलयोजन ऊर्जा।

सोडियम एवं पोटेशियम के हाइड्रॉक्साइड एवं कार्बोनेट की जलयोजन ऊर्जा, जालक ऊर्जा से अधिक है, इसलिए ये जल में घुलनशील हैं। कैल्सियम और मैग्नीशियम के हाइड्रॉक्साइड एवं कार्बोनेट की जलयोजन ऊर्जा, जालक ऊर्जा से कम है; अत: ये जल में अल्प विलेय हैं।

प्रश्न 10.21. निम्न की महत्ता बताइए–

(i) चूना-पत्थर, **(ii) सीमेन्ट** **(iii) प्लास्टर ऑफ पेरिस।**

उत्तर—(i) चूना पत्थर का उपयोग : यह क्षारों से सस्ता है। इसका उपयोग CaO बनाने में होता है।

$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$ तथा $Ca(OH)_2$ तैयार करने में भी इसका उपयोग होता है।

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

फ्लक्स को अम्लीय अशुद्धियाँ हटाने में उपयोग किया जाता है।

$$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$$

$$6CaO + P_4O_{10} \longrightarrow 2Ca_3(PO_4)_2$$

(ii) सीमेन्ट का उपयोग : सीमेन्ट भवन निर्माण में काम आता है। RCC, बाँध, ड्रेन एवं पुल आदि का निर्माण किया जाता है।

(iii) प्लास्टर ऑफ पेरिस का उपयोग : जल से क्रिया करके शीघ्र कठोर रूप धारण करने के कारण इसका उपयोग शल्य चिकित्सा में हड्डियों को जोड़ने तथा मूर्ति निर्माण में किया जाता है।

प्रश्न 10.22. लीथियम के लवण साधारणतया जलयोजित होते हैं, जबकि अन्य क्षार-धातुओं के लवण साधारणतया निर्जलीय होते हैं। क्यों?

उत्तर—क्योंकि Li^+ आयन की जलयोजन ऊर्जा सभी क्षार धातुओं से अधिक है। Li^+ आयन का छोटा आकार होने के कारण ऐसा है। अत: Li^+ आयन का प्रभावी आकार जलीय विलयन में बड़ा है। आकार बढ़ने के साथ जलयोजन ऊर्जा घटती है।

$$Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$$

अत: लीथियम लवण जलयोजित होते हैं तथा अन्य धातु निर्जलीय होती हैं।

प्रश्न 10.23. LiF जल में लगभग अविलेय होता है, जबकि LiCl न सिर्फ जल में, बल्कि ऐसीटोन में विलेय होता है। कारण बताइए।

उत्तर—उच्च जालक ऊर्जा के कारण LiF जल में अविलेय है (0.27 g/100 g) LiCl में Li^+ आयन की जलयोजन ऊर्जा अधिक है। अत: जल में घुलनशील LiCl का आंशिक सहसंयोजी प्रकृति होने के कारण ऐसीटोन में भी विलेय है। आयन का आकार बढ़ने से सहसंयोजी गुण भी बढ़ता है।

प्रश्न 10.24. जैव द्रवों में सोडियम, पोटैशियम, मैग्नीशियम एवं कैल्सियम की सार्थकता बताइए।

उत्तर—सोडियम और पोटैशियम : सोडियम आवंध अंतराकाशीय द्रव में उपस्थित रक्त प्लाज्मा में पाया जाता है। यह आयन शिरा-संकेतों के संचरण में भाग लेते हैं। ये कोशिका झिल्ली में जल प्रवाह को नियमित करते हैं तथा कोशिकाओं में शर्करा और एमीनो अम्लों के प्रवाह को भी नियंत्रित करते हैं। K^+ और Na^+ आयन का अनुपात 7:1 होता है।

मैग्नीशियम : मैग्नीशियम का उपयोग सह घटक के रूप में होता है। पौधों में प्रकाश-अवशोषण के लिए मुख्य रंजक क्लोरोफिल में भी मैग्नीशियम होता है।

कैल्सियम : कैल्सियम का 99% दाँतों तथा हड्डियों में उपयोग होता है। यह अंतरतांत्रिकीय पेशीय कार्यप्रणाली, अंतरतांत्रिकीय प्रेषण कोशिका झिल्ली, अखंडता रक्त स्कंदन में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

प्रश्न 10.25. क्या होता है, जब–

(i) सोडियम धातु को जल में डाला जाता है।

(ii) सोडियम धातु को हवा में गरम किया जाता है।

(iii) सोडियम परॉक्साइड को जल में घोला जाता है।

उत्तर—(i) जब सोडियम धातु को जल से क्रियाशील किया जाता है, तब हाइड्रोजन गैस मुक्त होती है। अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी होने के कारण H_2 गैस ज्वलित हो जाती है।

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$

(ii) सोडियम को वायु में गर्म करने पर परॉक्साइड एवं सुपर ऑक्साइड बनते हैं।

$$4Na + O_2 \longrightarrow 2Na_2O$$

$$2Na_2O + O_2 \longrightarrow 2Na_2O_2$$

(iii) जब सोडियम परॉक्साइड को जल में घोला जाता है, तब H_2O_2 बनता है।

$$Na_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2O_2$$

प्रश्न 10.26. निम्नलिखित में से प्रत्येक प्रेक्षण पर टिप्पणी लिखिए–

(क) जलीय विलयनों में क्षार धातु आयनों की गतिशीलता $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$ क्रम में होती है।

(ख) लीथियम ऐसी एकमात्र क्षार धातु है, जो नाइट्राइट बनाती है।

(ग) $M^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow M(s)$ हेतु E° (जहाँ $M = Ca, Sr$ या Ba) लगभग स्थिरांक है।

उत्तर—(क) क्षार धातुओं में Li^+ आयन का आकार छोटा होने के कारण इनके आयन की जलयोजन क्षमता अधिकतम होती है। अधिकतम जलयोजन क्षमता होने के कारण Li^+ आयन की गतिशीलता कम होती है। जैसे-जैसे आकार बढ़ता है, वैसे-वैसे जलयोजन क्षमता कम होती है और आयन गतिशीलता बढ़ती है।

$$\therefore \quad Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$$

(ख) केवल लीथियम क्षार धातु नाइट्राइट बनाती है, क्योंकि Li^+ और N^{3-} आयन आकार में छोटे हैं, इसलिए ये स्थाई Li_3N बनाते हैं।

$$6Li + N_2 \longrightarrow 2Li_3N$$

Li^+ का आकार छोटा होने के कारण आसानी से N^{3-} आयन से संयोग कर स्थाई नाइट्राइट बनाते हैं।

(ग) $M^{2+} + 2e^- \longrightarrow M(s)$; जहाँ $M = Ca, Sr, Ba$ अभिक्रिया के लिए E° समान है।

$\therefore$ Be और Mg की तुलना में ये आसानी से इलेक्ट्रॉन खो देते हैं

$$Ca \longrightarrow Ca^{2+} + 2e^-$$

या Be^{2+} और Mg^{2+} आयनों की तुलना में उनका मानक अपचयन विभव अधिक ऋणात्मक मान रखते हैं।

$\because$ इलेक्ट्रॉन खोने की क्षमता सबकी बराबर है।

$\therefore$ $E^\circ Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}$ के लिए -2.89 V है।

प्रश्न 10.27. समझाइए कि क्यों– (क) Na_2CO_3 का विलयन क्षारीय होता है।

(ख) क्षार धातुएँ उनके संगलित क्लोराइडों के विद्युत-अपघटन से प्राप्त की जाती हैं।

(ग) पोटैशियम की तुलना में सोडियम अधिक उपयोगी है।

उत्तर—(क) Na_2CO_3 का विलयन क्षारीय जलयोजन के कारण होता है। सोडियम कार्बोनेट प्रबल क्षार NaOH का लवण है और दुर्बल अम्ल H_2CO_3 जल वियोजन के कारण विलयन में OH^- आयन बनाते हैं।

$$Na_2CO_3 + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2CO_3$$

(ख) (i) क्षारीय तत्त्वों को इनके लवणों के जलीय विलयन का विद्युत अपघटन कर प्राप्त नहीं किया जा सकता है; क्योंकि कैथोड से H_2 गैस निकलती है न कि क्षार धातु प्राप्त होती है।

(ii) क्षार धातु प्रबल विद्युत धनात्मक होते हैं; इसलिए जलीय विलयन से दूसरे तत्त्वों द्वारा अलग नहीं किया जा सकता है।

(iii) क्योंकि क्षार धातु प्रबल अपचायक हैं, अत: इन्हें इनके ऑक्साइड का अपचयन कर प्राप्त नहीं किया जा सकता है।

(ग) सोडियम पोटैशियम की अपेक्षा अधिक उपयोगी है, क्योंकि–

(i) सोडियम अपचायक के रूप में।

(ii) N, S और हैलोजन का पता लगाने में।

(iii) विश्व में उत्पादित 60% सोडियम का उपयोग (TEL) एवं $Pb(C_2H_5)_4$ बनाने में होता है।

(iv) सोडियम वाष्प लैम्प में इसका उपयोग होता है।

प्रश्न 10.28. निम्नलिखित के मध्य क्रियाओं के संतुलित समीकरण लिखिए—

(क) Na_2CO_2 एवं जल **(ख) KO_2 एवं जल** **(ग) Na_2O एवं CO_2**

उत्तर—(क) $Na_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2O_2$

(ख) $4KO_2 + 2H_2O \longrightarrow 4KOH + 3O_2$

$2KO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2KOH + H_2O_2 + O_2$

(ग) $Na_2O + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3$

प्रश्न 10.29. आप निम्नलिखित तथ्यों को कैसे समझाएँगे–

(क) BeO जल में अविलेय है, जबकि $BeSO_4$ विलेय है।

(ख) BeO जल में विलेय है, जबकि $BaSO_4$ अविलेय है।

(ग) ईथानॉल में LiI, KI की तुलना में अधिक विलेय है।

उत्तर—(क) BeO जल में अविलेय है क्योंकि BeO की जालक ऊर्जा मान जलवियोजन ऊज्र से अधिक है, जबकि $BaSO_4$ जल में घुलनशील है क्योंकि इसकी जलवियोजन ऊर्जा जालक ऊर्जा से अधिक है।

(ख) दूसरे वर्ग के ऑक्साइड की विलयेता के लिए दोनों जालक ऊर्जा और जलवियोजन ऊर्जा वर्ग में नीचे जाते समय घटती है, क्योंकि धनायन का आकार बढ़ता है। लेकिन जालक ऊर्जा, जलवियोजन की अपेक्षा अधिक तीव्रता से घटती है। अत: BaO जल में घुलनशील है, क्योंकि जलवियोजन ऊर्जा जालक ऊर्जा से अधिक है।

परन्तु दूसरी ओर $BaSO_4$ जल में अविलेय है। जालक ऊर्जा की प्रबलता समान रहती है, क्योंकि ऋणायन का आकार इतना बड़ा है कि धनायन का आकार बढ़ने से कोई प्रभाव नहीं पड़ता। अत: $BaSO_4$ के लिए जालक ऊर्जा मान जलवियोजन ऊर्जा में अधिक है।

(ग) एथेनॉल LiI अधिक घुलनशील है KI की तुलना में LiI में Li^+ आयन का आकार छोटा है और ध्रुवणता अधिक है। अत: सहसंयोजक गुण अधिक है अत: यह सहसंयोजी विलयन में घुलनशील है KI आयनिक यौगिक है अत: एथेनॉल में कम घुलनशील है।

प्रश्न 10.30. इनमें से किस क्षार-धातु का गलनांक न्यूनतम है?

(क) Na **(ख) K** **(ग) Rb** **(घ) Cs**

उत्तर—(घ) Cs

प्रश्न 10.31. निम्नलिखित में से कौन-सी क्षार धातु जलयोजित लवण देती है?

(क) Li (ख) Na (ग) K (घ) Cs

उत्तर—(क) Li

प्रश्न 10.32. निम्नलिखित में कौन-सी क्षारीय मृदा धातु कार्बोनेट ताप के प्रति सबसे अधिक स्थायी है?

(क) $MgCO_3$ **(ख) $CaCO_3$** **(ग) $SrCO_3$** **(घ) $BaCO_3$**

उत्तर—(घ) $BaCO_3$