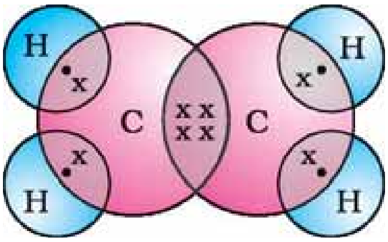


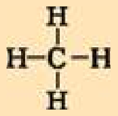
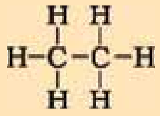
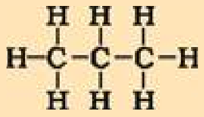
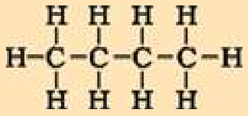
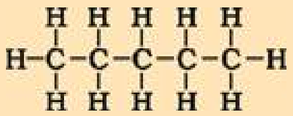
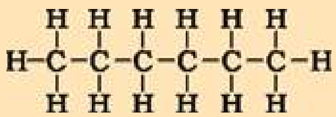
આકૃતિ 4.7
ઈથીનનું બંધારણ

બિંદુ-રચના આકૃતિ 4.7માં આપેલ છે. હાઇડ્રોજન અને કાર્બનનું અન્ય સંયોજન C_2H_2 સૂત્ર ધરાવે છે તેને ઈથાઇન કહેવાય છે. શું તમે ઈથાઇનની ઈલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરી શકો ? સંયોજકતાઓ સંતોષવા માટે બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે કેટલા બંધ હોવા જરૂરી છે ? કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ કે ત્રિબંધ ધરાવતા કાર્બનનાં આવાં સંયોજનો અસંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો (Unsaturated Carbon Compounds) તરીકે ઓળખાય છે અને તેઓ સંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો કરતાં વધુ ક્રિયાશીલ હોય છે.

4.2.2 શૃંખલાઓ, શાખાઓ અને વલયો (Chains, Branches and Rings)

આગળના વિભાગમાં આપણે ક્રમશઃ 1, 2 અને 3 કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતાં કાર્બન સંયોજનો મિથેન, ઈથેન તથા પ્રોપેનનો ઉલ્લેખ કરેલ છે. કાર્બન પરમાણુઓની આ પ્રકારની શૃંખલાઓ ઘણા કાર્બન પરમાણુ ધરાવી શકે છે. તે પૈકીના છના નામ અને બંધારણ કોષ્ટક 4.2માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 4.2 કાર્બન અને હાઇડ્રોજનના સંતૃપ્ત સંયોજનોનાં સૂત્રો અને બંધારણ

C પરમાણુની સંખ્યા	નામ	સૂત્ર	બંધારણ
1	મિથેન	CH_4	
2	ઈથેન	C_2H_6	
3	પ્રોપેન	C_3H_8	
4	બ્યુટેન	C_4H_{10}	
5	પેન્ટેન	C_5H_{12}	
6	હેક્ઝેન	C_6H_{14}	

પરંતુ, ચાલો આપણે બ્યુટેનનો અન્ય રીતે વિચાર કરીએ. જો આપણે ચાર કાર્બન પરમાણુઓથી કાર્બન 'માળખું' (skeleton) બનાવીએ, તો આપણે જોઈએ છીએ કે બે જુદાં-જુદાં 'માળખાં' બની શકે છે.

આકૃતિ 4.8 (a) બે શક્ય કાર્બન-માળખાં

બાકી રહેલ સંયોજકતાઓને હાઇડ્રોજન વડે ભરપાઈ કરતાં નીચે પ્રમાણે સૂત્ર મળે છે –

આકૃતિ 4.8 (b) C_4H_{10} સૂત્ર ધરાવતાં બે બંધારણો માટેના સંપૂર્ણ અણુઓ

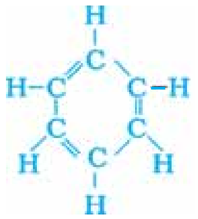
આપણે જોઈએ છીએ કે બંને બંધારણો સમાન સૂત્ર C_4H_{10} ધરાવે છે. સમાન આણ્વીય સૂત્ર પરંતુ ભિન્ન બંધારણો ધરાવતાં આવાં સંયોજનોને બંધારણીય સમઘટકો (Structural Isomers) કહે છે.

સરળ તથા શાખીય કાર્બન શૃંખલાઓ ઉપરાંત કેટલાંક સંયોજનો વલયના સ્વરૂપમાં ગોઠવાયેલ કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે સાયક્લોહેક્ઝેન C_6H_{12} સૂત્ર અને નીચે પ્રમાણેનું બંધારણ ધરાવે છે –

(a) (b)

આકૃતિ 4.9 સાયક્લોહેક્ઝેનનું બંધારણ (a) કાર્બન માળખું (b) સંપૂર્ણ અણુ

શું તમે સાયક્લોહેક્ઝેન માટે ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરી શકો ? સરળ શૃંખલા, શાખીય શૃંખલા અને ચક્રિય કાર્બન સંયોજનો, તમામ સંતૃપ્ત અથવા અસંતૃપ્ત હોઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે બેન્ઝિન, C_6H_6 નીચે પ્રમાણેનું બંધારણ ધરાવે છે –



બેન્ઝિન-C_6H_6

આકૃતિ 4.10 બેન્ઝિનનું બંધારણ

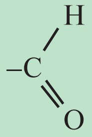
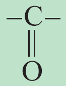
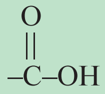
આ તમામ કાર્બન સંયોજનો કે જે માત્ર કાર્બન અને હાઇડ્રોજન ધરાવે છે તેમને હાઇડ્રોકાર્બન (Hydrocarbons) કહેવાય છે. આ પૈકીના સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનને આલ્કેન સંયોજનો કહેવાય છે. અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો જે એક અથવા વધુ દ્વિબંધ ધરાવે છે તેને આલ્કીન કહે છે. જે એક અથવા વધુ ત્રિબંધ ધરાવે છે તેને આલ્કાઇન કહે છે.

4.2.3 તમે મારા મિત્ર બનશો ? (Will you be my Friend ?)

કાર્બન ખૂબ જ મૈત્રીપૂર્ણ તત્ત્વ જણાય છે. અત્યાર સુધી આપણે કાર્બન અને હાઇડ્રોજનનાં સંયોજનો જોયા છે, પરંતુ કાર્બન અન્ય તત્ત્વો જેવાં કે હેલોજન, ઑક્સિજન, નાઇટ્રોજન અને સલ્ફર સાથે

પણ બંધ બનાવે છે. હાઇડ્રોકાર્બન શૃંખલામાં આ તત્ત્વો એવી રીતે એક અથવા વધુ હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરી શકે છે કે જેથી કાર્બનની સંયોજકતા સંતોષાયેલી રહે. આવાં સંયોજનોમાં, હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરતા તત્ત્વને વિષમપરમાણુ (Heteroatom) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ વિષમ પરમાણુઓ કોષ્ટક 4.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેના કેટલાક સમૂહોમાં પણ હાજર હોય છે. આ વિષમ પરમાણુઓ અને તેમને સમાવતા સમૂહો સંયોજનને વિશિષ્ટ ગુણધર્મો આપે છે, જે કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈ અને સ્વભાવ પર આધારિત નથી હોતા તેથી તેમને ક્રિયાશીલ સમૂહો (Functional Groups) કહે છે. કેટલાક મહત્ત્વના ક્રિયાશીલ સમૂહો કોષ્ટક 4.3માં દર્શાવેલ છે. સમૂહની મુક્ત સંયોજકતા અથવા સંયોજકતાઓ એકલ રેખા દ્વારા દર્શાવાય છે. ક્રિયાશીલ સમૂહ આ સંયોજકતા દ્વારા એક હાઇડ્રોજન પરમાણુ અથવા પરમાણુઓનું વિસ્થાપન કરીને કાર્બન શૃંખલા સાથે જોડાયેલા રહે છે.

કોષ્ટક 4.3 કાર્બન સંયોજનોમાં કેટલાક ક્રિયાશીલ સમૂહો

વિષમ પરમાણુ	ક્રિયાશીલ સમૂહ	ક્રિયાશીલ સમૂહનું સૂત્ર
Cl/Br	હેલો-(ક્લોરો/બ્રોમો)	–Cl, –Br (હાઇડ્રોજન પરમાણુ માટે વિસ્થાપિતો)
ઑક્સિજન	1. આલ્કોહોલ	–OH
	2. આલ્ડિહાઇડ	
	3. કિટોન	
	4. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ	

4.2.4 સમાનધર્મી શ્રેણી (Homologous Series)

તમે જોયું છે કે કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જોડાઈને અલગ-અલગ લંબાઈની શૃંખલાઓ બનાવે છે. આવી શૃંખલાઓ શાખીય પણ હોઈ શકે છે. વધુમાં આ કાર્બન શૃંખલાઓ પર રહેલ હાઇડ્રોજન પરમાણુઓને ઉપર દર્શાવેલા ક્રિયાશીલ સમૂહો પૈકી કોઈ પણ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરી શકાય છે. આલ્કોહોલ જેવા ક્રિયાશીલ સમૂહની હાજરી કાર્બન સંયોજનના ગુણધર્મો સૂચવે છે, ભલે પછી કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈ ગમે તેટલી હોય. ઉદાહરણ તરીકે, CH_3OH, C_2H_5OH, C_3H_7OH, તથા C_4H_9OHના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં ઘણી સમાનતા છે. આમ, સંયોજનોની એવી શ્રેણી કે જેમાં કાર્બન શૃંખલામાં રહેલ હાઇડ્રોજનને સમાન પ્રકારના ક્રિયાશીલ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરવામાં આવેલ હોય, તેને સમાનધર્મી શ્રેણી કહે છે.

ચાલો, આપણે પહેલા કોષ્ટક 4.2માં જોયેલી સમાનધર્મી શ્રેણી તરફ એક નજર કરીએ. જો આપણે ક્રમિક સંયોજનોનાં સૂત્રો તરફ નજર કરીએ તો,

CH_4 અને C_2H_6 – તેઓ $-CH_2-$ એકમથી જુદા પડે છે.

C_2H_6 અને C_3H_8 – તેઓ $-CH_2-$ એકમથી જુદા પડે છે.

હવે પછીની જોડી - પ્રોપેન અને બ્યુટેન (C_4H_{10}) વચ્ચે શું તફાવત છે ?

શું તમે આ જોડીઓ વચ્ચે આણ્વીય દળોના તફાવત શોધી શકો છો (કાર્બનનું પરમાણ્વીય દળ 12 u અને હાઇડ્રોજનનું પરમાણ્વીય દળ 1 u) ?

તેવી જ રીતે, આલ્કીનની સમાનધર્મી શ્રેણી લો. શ્રેણીનો પ્રથમ સભ્ય ઇથિન છે કે જે વિભાગ 4.2.1માં જ આવી ગયેલ છે. ઇથિનનું સૂત્ર શું છે ? આલ્કીન શ્રેણીના ક્રમિક સભ્યો C_3H_6, C_4H_8 અને C_5H_{10} સૂત્રો ધરાવે છે. શું તેઓ પણ $-CH_2-$ એકમથી જુદા પડે છે ? શું તમને આ સંયોજનોમાં

કાર્બન અને હાઇડ્રોજન પરમાણુઓની સંખ્યા વચ્ચે કોઈ સંબંધ જણાય છે ? આલ્કીનનું સામાન્ય સૂત્ર C_nH_{2n} સ્વરૂપે લખી શકાય, જ્યાં n = 2, 3, 4. તેવી જ રીતે શું તમે આલ્કેન અને આલ્કાઇનનું સામાન્ય સૂત્ર બનાવી શકો ?

કોઈ પણ સમાનધર્મી શ્રેણીમાં આણ્વીય દળ વધે ત્યારે ભૌતિક ગુણધર્મોમાં ક્રમબદ્ધતા (gradation) જોવા મળેલ છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે, આણ્વીય દળ વધવાથી ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ વધે છે. અન્ય ભૌતિક ગુણધર્મો જેમકે ચોક્કસ દ્રાવકમાં દ્રાવ્યતા પણ સમાન ક્રમબદ્ધતા દર્શાવે છે, પરંતુ રાસાયણિક ગુણધર્મો કે જે ક્રિયાશીલ સમૂહ દ્વારા જ નિર્ધારિત થાય છે તે સમાનધર્મી શ્રેણીમાં એક સમાન જળવાઈ રહે છે.

પ્રવૃત્તિ 4.2

- (a) CH_3OH અને C_2H_5OH (b) C_2H_5OH અને C_3H_7OH અને (c) C_3H_7OH અને C_4H_9OH માટે સૂત્રો તથા આણ્વીયદળના તફાવતની ગણતરી કરો.
- આ ત્રણેય વચ્ચે કોઈ સમાનતા છે ?
- આ આલ્કોહોલને કાર્બન પરમાણુઓના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવો અને એક જૂથ બનાવો. શું આપણે આ જૂથને સમાનધર્મી શ્રેણી કહી શકીએ ?
- કોષ્ટક 4.3માં આપેલ અન્ય ક્રિયાશીલ સમૂહો માટે ચાર કાર્બન સુધીનાં સંયોજનોની સમાનધર્મી શ્રેણી તૈયાર કરો.

4.2.5 કાર્બન સંયોજનોનું નામકરણ (Nomenclature of Carbon Compunds)

સમાનધર્મી શ્રેણીમાં સંયોજનોનાં નામોનો આધાર મૂળભૂત કાર્બનની એવી શૃંખલાઓ પર રહેલો છે, કે જેમાં ક્રિયાશીલ સમૂહની પ્રકૃતિ સૂચવતા 'પૂર્વગ' (Prefix) 'શબ્દસમૂહ આગળ' કે 'પ્રત્યય' (Suffix) 'શબ્દસમૂહ પાછળ' દ્વારા ફેરફાર થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે પ્રવૃત્તિ 4.2માં લીધેલા આલ્કોહોલના નામ મિથેનોલ, ઈથેનોલ, પ્રોપેનોલ અને બ્યુટેનોલ છે.

કાર્બન સંયોજનનું નામકરણ નીચે દર્શાવેલ પદ્ધતિ દ્વારા કરી શકાય છે :

(i) સંયોજનમાં કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યા નક્કી કરો. ત્રણ કાર્બન પરમાણુ ધરાવતા સંયોજનનું નામ પ્રોપેન થશે.

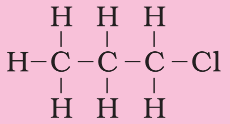
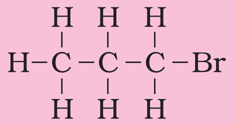
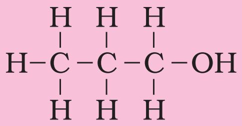
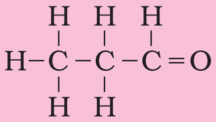
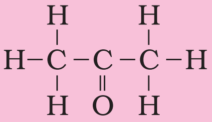
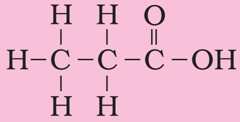
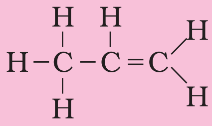
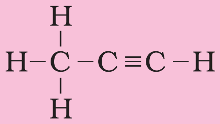
(ii) ક્રિયાશીલ સમૂહ હાજર હોય તો તેને પૂર્વગ અથવા પ્રત્યય સહિત સંયોજનના નામમાં દર્શાવાય છે. (કોષ્ટક 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે)

(iii) જો ક્રિયાશીલ સમૂહનું નામ પ્રત્યયના આધારે આપવામાં આવે અને ક્રિયાશીલ સમૂહનો પ્રત્યય *a*, *e*, *i*, *o*, *u* જેવા સ્વરથી શરૂ થતો હોય તો કાર્બન શૃંખલાના છેડે (*e*) દૂર કરીને તેમાં યોગ્ય પ્રત્યય લગાવીને નામ અપાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કીટોન સમૂહ ધરાવતા ત્રણ કાર્બનની શૃંખલાને નીચેની રીતે નામ અપાય છે –

propane –'e' = propan + 'one' = propanone પ્રોપેનોન

(iv) જો કાર્બન શૃંખલા અસંતૃપ્ત હોય તો, કાર્બન શૃંખલાના નામમાં રહેલ અંતિમ 'એન' ('ane') ને કોષ્ટક 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે 'ઈન' ('ene') અથવા 'આઈન' 'yne' દ્વારા વિસ્થાપિત કરવામાં આવે છે, ઉદાહરણ તરીકે દ્વિબંધ ધરાવતા ત્રણ કાર્બનની શૃંખલા પ્રોપીન (Propene) કહેવાય છે અને જો તે ત્રિબંધ ધરાવે તો તેને પ્રોપાઈન (Propyne) કહેવાય છે.

કોષ્ટક 4.4 કાર્બનિક સંયોજનોનું નામકરણ

સંયોજનનો વર્ગ	પૂર્વગ/પ્રત્યય	ઉદાહરણ	
1. હેલોઆલ્કેન	પૂર્વગ-ક્લોરો, બ્રોમો વગેરે		ક્લોરોપ્રોપેન
			બ્રોમોપ્રોપેન
2. આલ્કોહોલ	પ્રત્યય-ઑલ		પ્રોપેનોલ
3. આલ્ડિહાઈડ	પ્રત્યય-આલ		પ્રોપેનાલ
4. કિટોન	પ્રત્યય-ઓન		પ્રોપેનોન
5. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ	પ્રત્યય-ઓઈક ઍસિડ		પ્રોપેનોઈક ઍસિડ
6. આલ્કીન	પ્રત્યય-ઈન		પ્રોપીન
7. આલ્કાઈન	પ્રત્યય-આઈન		પ્રોપાઈન

પ્રશ્નો

1. પેન્ટેન માટે તમે કેટલાં બંધારણીય સમઘટકો દોરી શકો ?
2. કાર્બનના બે ગુણધર્મો કયા છે, જેના કારણે આપણી ચારેય તરફ કાર્બન સંયોજનોની વિશાળ સંખ્યા આપણે જોઈએ છીએ ?
3. સાયક્લો પેન્ટેનનું સૂત્ર અને ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના શું થશે ?

4. નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોના બંધારણ દોરો :

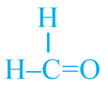
(i) ઈથેનોઇક ઍસિડ (ii) બ્રોમોપેન્ટેન*

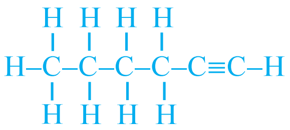
(iii) બ્યુટેનોન (iv) હેક્ઝેનાલ

*શું બ્રોમોપેન્ટેનના બંધારણીય સમઘટક શક્ય છે ?

5. નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોનું નામ તમે કેવી રીતે આપશો ?

(i) $CH_3 - CH_2 - Br$

(ii) 

(iii) 

4.3 કાર્બન સંયોજનોના રાસાયણિક ગુણધર્મો (Chemical Properties of Carbon Compounds)

આ વિભાગમાં આપણે કાર્બન સંયોજનોના કેટલાક રાસાયણિક ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે ઉપયોગ કરતાં મોટા ભાગના બળતણ કાર્બન અથવા તેનાં સંયોજનોના બનેલા હોવાથી, સૌ પહેલા આપણે દહન વિશે અભ્યાસ કરવો જોઈએ.

4.3.1 દહન (Combustion)

કાર્બન, તેનાં બધાં જ અપરરૂપોમાં, હવામાં દહન પામીને કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ આપે છે અને સાથે-સાથે ઉષ્મા અને પ્રકાશ મુક્ત કરે છે. મોટા ભાગનાં કાર્બન સંયોજનો પણ દહન દ્વારા વધુ પ્રમાણમાં ઉષ્મા અને પ્રકાશ મુક્ત કરે છે. આ ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ છે કે જેના વિશે તમે પ્રથમ પ્રકરણમાં શીખી ગયાં છો -

(i) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ + ઉષ્મા અને પ્રકાશ

(ii) $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + ઉષ્મા અને પ્રકાશ

(iii) $CH_3CH_2OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + ઉષ્મા અને પ્રકાશ

પ્રથમ પ્રકરણમાં તમે શીખ્યા તે પ્રમાણે છેલ્લી બે પ્રક્રિયાઓને સમતોલિત કરો.

પ્રવૃત્તિ 4.3

ચેતવણી : પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

- અમુક કાર્બન સંયોજનો (નેપ્થેલીન, કપૂર, આલ્કોહોલ)ને વારાફરતી એક ચમચી પર લઈ તેમને સળગાવો.
- જ્યોતના પ્રકારનું અવલોકન કરો અને ધુમાડો ઉત્પન્ન થયો કે નહિ તે નોંધો.
- જ્યોતની ઉપર ધાતુની તકતી રાખો. શું આપેલાં સંયોજનો પૈકી કોઈ માટે તકતી પર કાંઈ પદાર્થ જમા થાય છે ?

પ્રવૃત્તિ 4.4

- એક બન્સેન બર્નર ચાલુ કરો અને જુદા-જુદા પ્રકારની જ્યોત/ધુમાડાની હાજરી પ્રાપ્ત કરવા માટે તેના નીચેના ભાગમાંનું હવા-છિદ્ર યોગ્ય રીતે ગોઠવો.
- તમને પીળી, મેશ જેવી કાળી જ્યોત ક્યારે જોવા મળે છે ?
- તમને ભૂરી જ્યોત ક્યારે જોવા મળે છે ?

સામાન્ય રીતે સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો કાળા ધુમાડારહિત જ્યોત આપે છે જ્યારે અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો ખૂબ જ કાળા ધુમાડા સાથેની પીળી જ્યોત આપે છે. તેના પરિણામે પ્રવૃત્તિ 4.3માં ધાતુની તકતી પર મેશ જમા થાય છે. જોકે હવાનો પુરવઠો સીમિત કરતાં સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનનું પણ અપૂર્ણ દહન થઈ કાળી મેશ જેવી જ્યોત ઉદ્‌ભવે છે. ઘરમાં ઉપયોગમાં લેવાતા ગૅસ/કેરોસીન સ્ટવમાં હવા માટે પ્રવેશમાર્ગ હોય છે, જેનાથી પૂરતા પ્રમાણમાં ઑક્સિજનયુક્ત મિશ્રણ

દહન પામી ધુમાડારહિત ભૂરી જ્યોત આપે છે. જો તમે ક્યારેય વાસણોના તળિયા કાળા થતા જોયા હોય તો તેનો અર્થ એ થાય કે હવા માટેનો પ્રવેશમાર્ગ અવરોધાય છે તથા બળતણનો વ્યય થઈ રહ્યો છે. કોલસો તથા પેટ્રોલ જેવાં બળતણોમાં થોડી માત્રામાં નાઇટ્રોજન તેમજ સલ્ફર હોય છે, જેના દહનને કારણે સલ્ફર તથા નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડનું નિર્માણ થાય છે જે પર્યાવરણના મુખ્ય પ્રદૂષક છે.

શું તમે જાણો છો ?

શા માટે સળગતા પદાર્થો જ્યોત સાથે અથવા જ્યોત વગર સળગે છે ?

શું તમે ક્યારેય કોલસા અથવા લાકડાની આગ જોઈ છે ? જો નહિ, તો હવે પછી જ્યારે પણ અવસર મળે ત્યારે ધ્યાનથી જુઓ કે લાકડાં અથવા કોલસાના સળગવાની શરૂઆતમાં શું થાય છે. તમે જોયું હશે કે એક મીણબત્તી અથવા ગૅસસ્ટવનો એલ.પી.જી. સળગતી વખતે જ્યોત ઉત્પન્ન કરે છે. તમે જોશો કે ચૂલામાં સળગતો કોલસો અથવા ચારકોલ કેટલીક વખત લાલ રંગથી પ્રજ્વલિત થાય છે તથા વગર જ્યોતે ઉષ્મા આપે છે. એવું એટલા માટે થાય છે, કે માત્ર વાયુ પદાર્થોના સળગવાથી જ્યોત ઉત્પન્ન થાય છે. લાકડું અથવા કોલસો સળગાવતાં તેમાં હાજર રહેલા બાષ્પશીલ પદાર્થો વાયુ-સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે તથા શરૂઆતમાં જ્યોત સાથે સળગે છે.

વાયુ પદાર્થોના પરમાણુઓને ઉષ્મા આપતા એક તીવ્ર જ્યોત જોવા મળે છે તથા તે પ્રકાશિત થવાનું શરૂ કરે છે. પ્રત્યેક તત્ત્વ દ્વારા ઉત્પન્ન થતો રંગ તે તત્ત્વનો લાક્ષણિક ગુણધર્મ હોય છે. ગૅસસ્ટવની જ્યોતમાં તાંબાના તારને સળગાવવાનો પ્રયત્ન કરો તથા તેના રંગનું અવલોકન કરો. તમે જોયું હશે કે અપૂર્ણ દહનથી કાળી જ્યોત ઉદ્ભવે છે જે કાર્બન હોય છે. તેના આધારે તમે મીણબત્તીની પીળા રંગની જ્યોતનું શું કારણ બતાવશો ?

વધુ જાણવા જેવું !

કોલસા અને પેટ્રોલિયમનું નિર્માણ

કોલસા અને પેટ્રોલિયમનું નિર્માણ જૈવભારથી થયું છે કે જે જુદી-જુદી જૈવિક અને ભૂગર્ભીય પ્રક્રિયાઓને આધિન છે. કોલસો વૃક્ષો, ત્રિઅંગી જેવી અન્ય વનસ્પતિઓ કે જે લાખો વર્ષો પહેલાં જીવિત હતી તેના અવશેષ છે. તેઓ ભૂકંપ અથવા જ્વાળામુખી વિસ્ફોટને કારણે જમીનમાં દટાઈ ગયા. જમીનના સ્તરો તથા ખડકોને કારણે તેઓ દબાઈ ગયા તથા ધીમે-ધીમે ક્ષય પામી તે કોલસો બની ગયા. તેલ તથા વાયુ લાખો વર્ષો જૂના સમુદ્રી છોડ તથા સજીવોના અવશેષ છે તે મૃત થવાથી તેમના શરીર સમુદ્રના તળિયામાં ડૂબી ગયા તથા દરિયાઈ કાદવથી ઢંકાઈ ગયા. તેમના મૃત અવશેષો પર બૅક્ટેરિયાના આક્રમણથી, ઊંચા દબાણની અસર હેઠળ તેલ અથવા વાયુનું નિર્માણ થયું અને કાદવ ધીરે-ધીરે દબાઈને ખડક બની ગયા. જેમ સ્પોન્જમાં પાણી ભરાઈ જાય તેમ તેલ અને વાયુ ખડકોના છિદ્રિષ્ઠ ભાગોમાં ભરાવા લાગ્યા. શું તમે વિચારી શકો છો કે કોલસા અને પેટ્રોલિયમને અશ્મિ બળતણ (Fossil Fuels) શા માટે કહેવાય છે ?

4.3.2 ઑક્સિડેશન (Oxidation)

પ્રવૃત્તિ 4.5

- એક કસનળીમાં આશરે 3 mL ઇથેનોલ લો તથા જળ ઉષ્મક (Water Bath)માં ધીમે-ધીમે હૂંફાળું ગરમ કરો.
- આ દ્રાવણમાં આલ્કલાઇન પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટનું 5% દ્રાવણ ટીપે-ટીપે ઉમેરો.
- જ્યારે તે શરૂઆતમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટનો રંગ તેનો તે જ રહે છે ?
- વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટનો રંગ શા માટે દૂર થતો નથી ?

પ્રથમ પ્રકરણમાં તમે ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ વિશે શીખી ગયાં છો. કાર્બન સંયોજનોનું દહન કરતાં તેમનું સરળતાથી ઑક્સિડેશન કરી શકાય છે. આ પૂર્ણ ઑક્સિડેશન ઉપરાંત એવી પ્રક્રિયાઓ છે કે જેમાં આલ્કોહોલ કાર્બોક્સિલિક ઍસિડમાં ફેરવાય છે –

$$CH_3\text{-}CH_2OH \xrightarrow[\text{અથવા ઍસિડિક } K_2Cr_2O_7 \text{ + ઉષ્મા}]{\text{આલ્કલાઇન } KMnO_4 \text{ + ઉષ્મા}} CH_3COOH$$

આપણે જોઈએ છીએ કે કેટલાક પદાર્થો અન્ય પદાર્થોમાં ઑક્સિજન ઉમેરવા માટે સક્ષમ હોય છે, જેને ઑક્સિડેશનકર્તા કહેવાય છે.

આલ્કલાઇન પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટ અથવા ઍસિડિક પોટૅશિયમ ડાયક્રોમેટ આલ્કોહોલનું કાર્બોક્સિલિક ઍસિડમાં ઑક્સિડેશન કરે છે. એટલે કે તે શરૂઆતની સામગ્રીમાં ઑક્સિજન ઉમેરે છે. તેથી તે ઑક્સિડેશનકર્તા કહેવાય છે.

4.3.3 યોગશીલ પ્રક્રિયા (Addition Reaction)

પેલેડિયમ અથવા નિકલ જેવા ઉદ્દીપકોની હાજરીમાં અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનમાં હાઇડ્રોજન ઉમેરાઈને સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન બને છે. ઉદ્દીપકો એવા પદાર્થો છે કે જે પ્રક્રિયાને અસર પહોંચાડ્યા વગર જ પ્રક્રિયાને જુદા-જુદા દરથી આગળ વધારે છે. આ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે વનસ્પતિ તેલના હાઇડ્રોજનીકરણ નિકલ ઉદ્દીપકના ઉપયોગ દ્વારા થાય છે. વનસ્પતિ તેલ સામાન્ય રીતે લાંબી અસંતૃપ્ત કાર્બન શૃંખલા ધરાવે છે જ્યારે પ્રાણીજ ચરબીમાં સંતૃપ્ત કાર્બન શૃંખલા હોય છે.

તમે જોયું જ હશે છે કે જાહેરાતોમાં કહેવામાં આવે છે કે, વનસ્પતિ તેલ 'સ્વાસ્થ્યવર્ધક' હોય છે. સામાન્ય રીતે પ્રાણીજ ચરબીમાં સંતૃપ્ત ફેટીઍસિડ હોય છે, જે સ્વાસ્થ્ય માટે નુકસાનકારક કહેવાય છે. ખોરાક રાંધવા માટે અસંતૃપ્ત ફેટીઍસિડ ધરાવતા તેલ પસંદ કરવા જોઈએ.

4.3.4 વિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Substitution Reaction)

સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન અત્યંત બિનપ્રતિક્રિયાત્મક હોય છે અને મોટા ભાગના પ્રક્રિયકોની હાજરીમાં નિષ્ક્રિય હોય છે. તેમ છતાં, સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં હાઇડ્રોકાર્બનમાં ક્લોરિન ઉમેરવાની પ્રક્રિયા ખૂબ ઝડપી થાય છે. ક્લોરિન એક પછી એક હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનું વિસ્થાપન કરે છે. તેને વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહે છે કારણ કે એક પ્રકારના પરમાણુ અથવા પરમાણુઓનો સમૂહ અન્યનું સ્થાન લે છે. સામાન્ય રીતે ઊંચા સમાનધર્મી આલ્કેન સાથે અનેક નીપજોનું નિર્માણ થાય છે.

$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$ (સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં)

પ્રશ્નો

1. ઈથેનોલનું ઈથેનોઇક ઍસિડમાં રૂપાંતર શા માટે ઑક્સિડેશન-પ્રક્રિયા છે ?
2. ઑક્સિજન અને ઈથાઇનનું મિશ્રણ વેલ્ડિંગ માટે સળગાવવામાં આવે છે. શું તમે કહી શકો કે શા માટે ઈથાઇન અને હવાના મિશ્રણનો ઉપયોગ થતો નથી ?

4.4 કેટલાંક મહત્ત્વપૂર્ણ કાર્બન સંયોજનો : ઈથેનોલ અને ઈથેનોઇક ઍસિડ (Some Important Carbon Compounds – Ethanol and Ethanoic Acid)

અનેક કાર્બન સંયોજનો આપણા માટે અમૂલ્ય છે, પરંતુ અહીં આપણે ઔદ્યોગિક રીતે અગત્યનાં બે સંયોજનોનો અભ્યાસ કરીશું – ઈથેનોલ અને ઈથેનોઇક ઍસિડ.

4.4.1 ઈથેનોલના ગુણધર્મો (Properties of Ethanol)

ઓરડાના તાપમાને ઈથેનોલ પ્રવાહી છે. (ઈથેનોલના ગલન તેમજ ઉત્કલનબિંદુ માટે કોષ્ટક 4.1નો સંદર્ભ લો.) ઈથેનોલને સામાન્ય રીતે આલ્કોહોલ કહેવાય છે અને તે તમામ આલ્કોહોલિક પીણાંનો સક્રિય ઘટક છે. વધુમાં તે સારો દ્રાવક હોવાથી, તે દવાઓ જેવી કે ટિંક્ચર આયોડિન, કફ સિરપ તેમજ અનેક ટૉનિક્સમાં પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. ઈથેનોલ તમામ પ્રમાણમાં પાણીમાં દ્રાવ્ય છે. મંદ ઈથેનોલનું થોડી માત્રાનું સેવન નશો ઉત્પન્ન કરે છે. આમ કરવું અપરાધ ભરેલું છે, તેમ છતાં તે સમાજમાં વ્યાપકપણે થાય છે. જોકે શુદ્ધ આલ્કોહોલ (જેને પરિશુદ્ધ (absolute) આલ્કોહોલ કહે છે)ની અલ્પમાત્રા લેવી પણ ઘાતક છે. લાંબા ગાળાના આલ્કોહોલનું સેવન પણ અનેક સ્વાસ્થ્ય-સમસ્યાઓ તરફ દોરી જાય છે.

ઈથેનોલની પ્રક્રિયાઓ (Reactions of Ethanol)

(i) સોડિયમ સાથે પ્રક્રિયા –

પ્રવૃત્તિ 4.6

શિક્ષક દ્વારા નિદર્શન –

- ઈથેનોલ (પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ)માં ભાતના બે દાણાના કદ જેટલો સોડિયમનો નાનો ટુકડો નાંખો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- તમે ઉદ્ભવતા વાયુને કેવી રીતે ચકાસશો ?

$$2Na + 2CH_3CH_2OH \rightarrow 2CH_3CH_2O^-Na^+ + H_2$$

(સોડિયમ ઈથોક્સાઈડ)

આલ્કોહોલની સોડિયમ સાથેની પ્રક્રિયા હાઈડ્રોજન ઉત્પન્ન કરે છે. ઈથેનોલ સાથે અન્ય નીપજ સોડિયમ ઈથોક્સાઈડ હોય છે. શું તમે યાદ કરી શકો કે અન્ય કયા પદાર્થો ધાતુ સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા હાઈડ્રોજન ઉત્પન્ન કરે છે ?

(ii) અસંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બન આપતી પ્રક્રિયા : ઈથેનોલને વધુ સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે 443 K તાપમાને ગરમ કરતાં ઈથેનોલના નિર્જળીકરણના પરિણામે ઈથિન મળે છે.

$$CH_3\text{-}CH_2OH \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{ગરમ સાંદ્ર}} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડને નિર્જળીકરણકર્તા (dehydrating agent) ગણી શકાય કે જે ઈથેનોલમાંથી પાણી દૂર કરે છે.

શું તમે જાણો છો ?

આલ્કોહોલ જીવિત મનુષ્યો પર કેવી રીતે અસર કરે છે ?

જ્યારે વધુ માત્રામાં ઈથેનોલનું સેવન કરવામાં આવે ત્યારે તે ચયાપચયની ક્રિયાને ધીમી કરી નાખે છે તેમજ મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર (Central Nervous System) નિર્બળ કરી નાખે તેના પરિણામે તાલમેલની ઊણપ, માનસિક દુવિધા, આળસ, સામાન્ય નિરોધન ઘટાડે છે અને અંતે બેહોશી આવી શકે છે. વ્યક્તિ રાહત અનુભવે છે, પરંતુ તેને ખ્યાલ નથી આવતો કે તેની વિચારવાની સૂઝ, સમય-નિયંત્રણ સૂઝ તથા સ્નાયુઓના તાલમેલમાં ગંભીર રીતે ઘટાડો થાય છે. ઈથેનોલથી વિપરીત મિથેનોલ થોડી માત્રામાં લેવાથી પણ મૃત્યુ થઈ શકે છે. યકૃતમાં મિથેનોલ ઑક્સિડેશન પામી મિથેનાલ બની જાય છે. મિથેનાલ યકૃતના કોષોનાં ઘટકો સાથે ત્વરિત પ્રક્રિયા કરવા લાગે છે જેથી જીવરસનું એવી જ રીતે સ્કંદન(ગંઠાઈ જવું) થાય છે, જે રીતે ઈંડાને ગરમ કરવાથી થાય છે. મિથેનોલ દૃષ્ટિચેતાને પણ અસર પહોંચાડે છે. જેનાથી વ્યક્તિ અંધ થઈ શકે છે. ઈથેનોલ એક મહત્ત્વનું ઔદ્યોગિક દ્રાવક છે. ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે તૈયાર ઈથેનોલનો દુરુપયોગ થતો રોકવા માટે તેમાં મિથેનોલ જેવો ઝેરી પદાર્થ મિશ્ર કરવામાં આવે છે. જેથી તે પીવા યોગ્ય રહેતું નથી. આલ્કોહોલની આસાનીથી ઓળખ થઈ શકે તે માટે રંગક ઉમેરીને આલ્કોહોલને ભૂરા રંગનો બનાવવામાં આવે છે તેને વિકૃત આલ્કોહોલ (Denatured Alcohol) કહેવામાં આવે છે.

વધુ જાણવા જેવું !

બળતણ સ્વરૂપે આલ્કોહોલ

શેરડીના છોડ સૂર્યપ્રકાશને રાસાયણિક ઊર્જામાં ફેરવવા માટેના સૌથી સક્ષમ રૂપાંતરકો પૈકીના એક છે. શેરડીનો રસ મોલાસિસ બનાવવા માટે ઉપયોગી છે, જે આથવણથી આલ્કોહોલ (ઇથેનોલ) આપે છે. કેટલાક દેશોમાં આલ્કોહોલનો ઉપયોગ પેટ્રોલમાં ઉમેરણ તરીકે કરવામાં આવે છે કારણ કે તે એવું સ્વચ્છ બળતણ છે કે જે પૂરતી હવામાં (ઑક્સિજન) માત્ર કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે.

4.4.2 ઇથેનોઇક ઍસિડના ગુણધર્મો (Properties of Ethanoic Acid)

ઇથેનોઇક ઍસિડને સામાન્ય રીતે ઍસિટિક ઍસિડ કહેવામાં આવે છે તેમજ તે કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ તરીકે ઓળખાતા ઍસિડના સમૂહનો સભ્ય છે. ઍસિટિક ઍસિડના પાણીમાં બનાવેલ 5-8 % દ્રાવણને સરકો (વિનેગર) કહે છે અને તેનો અથાણામાં સંરક્ષક (Preservative) તરીકે ઉપયોગ થાય છે. શુદ્ધ ઇથેનોઇક ઍસિડનું ગલનબિંદુ 290 K છે અને તેથી જ શિયાળામાં ઠંડી આબોહવામાં તે થીજી જાય છે. તેને કારણે તેનું નામ ગ્લેસિયલ ઍસિટિક ઍસિડ છે.

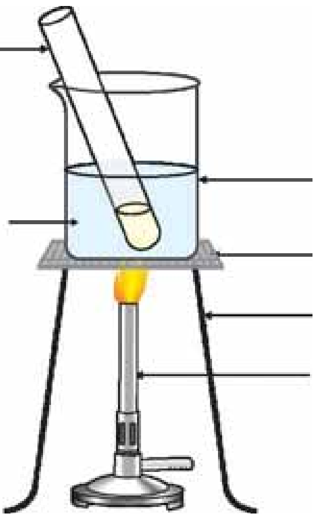
કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના નામે ઓળખાતો કાર્બનિક સંયોજનોનો સમૂહ દેખીતી રીતે તેની વિશિષ્ટ ઍસિડિકતા દ્વારા વર્ગીકૃત થાય છે. જોકે ખનીજ ઍસિડ જેવા કે HCl કે જે સંપૂર્ણપણે આયનીકરણ પામે છે. તેનાથી ઊલટું કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ નિર્બળ ઍસિડ છે.

પ્રવૃત્તિ : 4.8

- એક કસનળીમાં 1 mL ઇથેનોલ (પરિશુદ્ધ આલ્કોહૉલ) અને 1 mL ગ્લેસિયલ ઍસિટિક ઍસિડ અને સાથે સાથે સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના થોડા ટીંપા ઉમેરો.
- આકૃતિ 4.11માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેને ઓછામાં ઓછી પાંચ મિનિટ સુધી જળ ઉષ્મકમાં હૂંફાળું ગરમ કરો.
- હવે તેને 20-50 mL પાણી ધરાવતા બીકરમાં રેડો અને તે મિશ્રણને સૂંઘો.

પ્રવૃત્તિ 4.7

- લિટમસપેપર અને સાર્વત્રિક સૂચકનો ઉપયોગ કરી મંદ ઍસિટિક ઍસિડ અને મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ બંનેની pHની સરખામણી કરો.
- શું લિટમસ પેપર કસોટી દ્વારા બંને ઍસિડની ઓળખ થાય છે ?
- શું સાર્વત્રિક સૂચક તેમને એકસરખી પ્રબળતા ધરાવતા ઍસિડ દર્શાવે છે ?



આકૃતિ 4.11
એસ્ટરનું નિર્માણ

ઇથેનોઇક ઍસિડની પ્રક્રિયાઓ :

(i) એસ્ટરીકરણ પ્રક્રિયા : એસ્ટર મુખ્યત્વે ઍસિડ અને આલ્કોહોલની પ્રક્રિયાથી બને છે. ઇથેનોઇક ઍસિડ ખનીજ ઍસિડ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ સાથે પ્રક્રિયા કરી એસ્ટર બનાવે છે.

$$CH_3-COOH + CH_3-CH_2OH \xrightleftharpoons{\text{ઍસિડ}} CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3+H_2O$$

(ઇથેનોઇક ઍસિડ) (ઇથેનોલ) (એસ્ટર)

એસ્ટર મીઠી વાસ ધરાવતા પદાર્થો છે. તેનો ઉપયોગ અત્તર બનાવવા અને સ્વાદ ઉત્પન્ન-કર્તા પદાર્થ તરીકે થાય છે. સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ જે આલ્કલી છે તેની સાથે પ્રક્રિયા કરતાં એસ્ટરનું રૂપાંતર પાછું આલ્કોહોલ અને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના સોડિયમ ક્ષારમાં થાય છે. આ પ્રક્રિયા સાબુનીકરણ (Saponification) કહેવાય છે કારણ કે તે સાબુની બનાવટમાં વપરાય છે. સાબુ લાંબી શૃંખલાયુક્ત કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના સોડિયમ અથવા પોટૅશિયમ ક્ષારો છે.

$$CH_3COOC_2H_5 \xrightarrow{NaOH} C_2H_5OH + CH_3COONa$$

(ii) બેઇઝ સાથે પ્રક્રિયા : ખનીજ ઍસિડની માફક, ઈથેનોઈક ઍસિડ સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ જેવા બેઈઝ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્ષાર (સોડિયમ ઈથેનોએટ અથવા સામાન્ય રીતે કહેવાતો સોડિયમ એસિટેટ) તથા પાણી બનાવે છે.

$$NaOH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

ઈથેનોઈક ઍસિડ કાર્બોનેટ અને હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ?

આ જાણવા માટે ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 4.9

- પ્રકરણ 2, પ્રવૃત્તિ 2.5 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણ કરો.
- એક કસનળીમાં એક સ્પેચ્યુલા (spatula) ભરીને સોડિયમ કાર્બોનેટ લો અને તેમાં 2 mL મંદ ઈથેનોઈક ઍસિડ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- ઉદ્‌ભવતા વાયુને તાજા બનાવેલા ચૂનાના પાણીમાં પસાર કરો. તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- શું ઈથેનાઈક ઍસિડ અને સોડિયમ કાર્બોનેટ વચ્ચેની પ્રક્રિયાથી ઉદ્‌ભવતા વાયુની ઓળખ આ કસોટીથી થઈ શકે છે ?
- સોડિયમ કાર્બોનેટને બદલે સોડિયમ હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ લઈ આ પ્રવૃત્તિ ફરીથી કરો.

(iii) કાર્બોનેટ અને હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા : ઈથેનોઈક ઍસિડ કાર્બોનેટ અને હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્ષાર, કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ અને પાણી બનાવે છે. ઉત્પન્ન થતા ક્ષારને સામાન્ય રીતે સોડિયમ એસિટેટ કહેવાય છે.

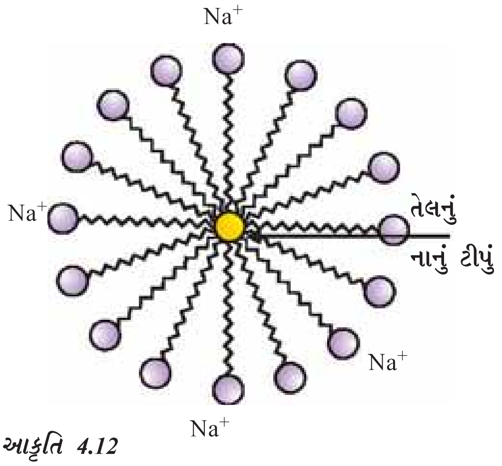
$$2CH_3COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

પ્રશ્નો

1. પ્રાયોગિક ધોરણે તમે આલ્કોહોલ અને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડને કેવી રીતે વિભેદિત કરશો ?
2. ઑક્સિડેશનકર્તા એટલે શું ?

4.5 સાબુ અને પ્રક્ષાલકો (Soaps and Detergents)



આકૃતિ 4.12
મિસેલનું નિર્માણ

પ્રવૃત્તિ 4.10

- બે કસનળીમાંની દરેકમાં 10 mL પાણી લો.
- બંનેમાં એક ટીપું તેલ (ખાદ્યતેલ) ઉમેરો અને તેને 'A' અને 'B' નામ આપો.
- કસનળી 'B'માં સાબુના દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- હવે બંને કસનળીને એકસમાન સમય માટે વધુ હલાવો.
- શું તમે તેમને હલાવવાનું બંધ કર્યા પછી તરત જ બંને કસનળીમાં તેલ અને પાણીના સ્તરને અલગ જોઈ શકો છો ?
- થોડા સમય માટે બંને કસનળીને ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર રાખી મૂકો અને અવલોકન કરો. શું તેલનું સ્તર અલગ થાય છે ? આવું સૌપ્રથમ કઈ કસનળીમાં થાય છે ?

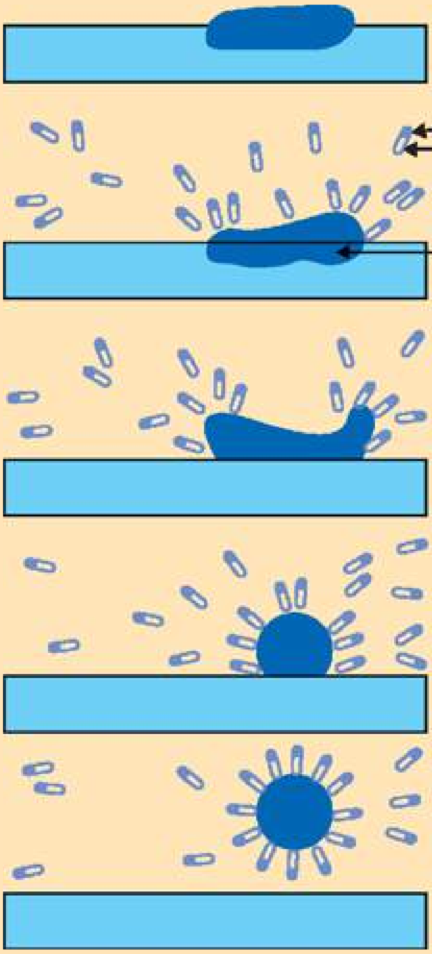
આ પ્રવૃત્તિ સફાઈમાં સાબુની અસર દર્શાવે છે. મોટે ભાગે મેલ (dirt) સ્વભાવે તૈલી હોય છે અને તમે જાણો છો તેમ, તેલ પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ શકતું નથી. સાબુના અણુ લાંબી શૃંખલા ધરાવતા કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના સોડિયમ અથવા પોટૅશિયમ ક્ષાર છે. સાબુનો આયનીય છેડો પાણીમાં દ્રાવ્ય થાય છે, જ્યારે કાર્બન શૃંખલા તેલમાં દ્રાવ્ય થાય છે. આમ, સાબુના અણુ મિસેલ તરીકે ઓળખાતી રચના બનાવે છે (આકૃતિ 4.12), જ્યાં અણુઓનો એક છેડો તેલનાં ટીપાં તરફ જ્યારે આયનીય છેડો બહાર તરફ હોય છે. તે પાણીમાં પાયસો (ઇમલ્શન)ની રચના કરે છે. આમ, સાબુનું મિસેલ મેલને પાણીમાં ખેંચી લાવવામાં મદદ કરે છે અને આપણે આપણાં કપડાં ધોઈને ચોખ્ખાં કરી શકીએ છીએ (આકૃતિ 4.13).

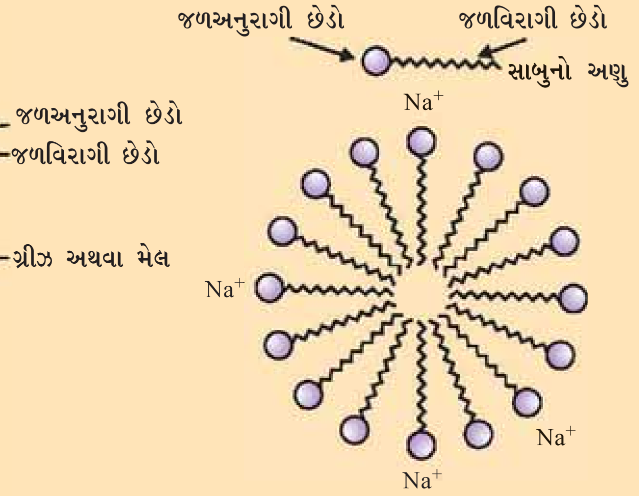
શું તમે સાબુને હાઇડ્રોકાર્બનમાં ઓગાળવાથી બનતી મિસેલની સંરચના દોરી શકશો ?

વધુ જાણવા જેવું

મિસેલ

સાબુ એવા અણુ છે કે જેના બંને છેડા અલગ ગુણધર્મો ધરાવે છે. એક જળઅનુરાગી (hydrophilic) જે પાણી સાથે પારસ્પરિક ક્રિયા કરે છે, જ્યારે બીજો છેડો જળવિરાગી (hydrophobic) જે હાઇડ્રોકાર્બન સાથે પારસ્પરિક પ્રક્રિયા કરે છે. જ્યારે સાબુ પાણીની સપાટી પર રહેલો હોય છે ત્યારે સાબુની જળવિરાગી 'પૂંછડી' પાણીમાં દ્રાવ્ય થશે નહિ અને સાબુનો આયનીય છેડો પાણીની અંદર અને હાઇડ્રોકાર્બન 'પૂંછડી' પાણીની બહારની તરફ રહે તે રીતે સાબુ પાણીની સપાટી પર ગોઠવાશે.





પાણીની અંદર આ અણુઓની એક વિશિષ્ટ પ્રકારની ગોઠવણી હોય છે જે હાઇડ્રોકાર્બન ભાગને પાણીની બહાર રાખે છે. આમ, જળવિરાગી પૂંછડી ઝૂમખા (ગુચ્છ)ના અંદરના ભાગમાં હોય છે જ્યારે તેનો આયનીય છેડો ઝૂમખાની સપાટી પર હોય છે. આ રચના મિસેલ કહેવાય છે. મિસેલના રૂપમાં સાબુ સફાઈ કરવા માટે સક્ષમ હોય છે, કેમકે તૈલી મેલ મિસેલના કેન્દ્રમાં એકત્રિત થાય છે. આ મિસેલ દ્રાવણમાં કલિલ સ્વરૂપે રહે છે આયન-આયન વચ્ચેના અપાકર્ષણના કારણે તે અવક્ષેપિત થવા માટે એકત્ર થતાં નથી. આમ, મિસેલમાં નિલંબિત થયેલા મેલને આસાનીથી ધોઈ શકાય છે. સાબુના મિસેલ મોટા પાયે પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરી શકે છે. આ જ કારણ છે કે સાબુનું દ્રાવણ ધૂંધળું (વાદળ જેવું) દેખાય છે.

આકૃતિ 4.13 સફાઈકાર્યમાં સાબુની અસર

પ્રવૃત્તિ 4.11

- જુદી-જુદી કસનળીમાં 10 mL નિસ્યંદિત પાણી (અથવા વરસાદનું પાણી) અને 10 mL કઠિન પાણી (કૂવાનું અથવા હૅન્ડપંપનું પાણી) લો.
- બંનેમાં સાબુના દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- બંને કસનળીને એક સમાન સમય માટે જોશપૂર્વક હલાવો અને ઉત્પન્ન થતા ફીણની માત્રાનું અવલોકન કરો.
- કઈ કસનળીમાં તમને વધારે ફીણ મળે છે ?
- કઈ કસનળીમાં દહીં જેવા સફેદ અવક્ષેપ મળે છે ?

શિક્ષક માટે નોંધ : જો તમારી આસપાસ કઠિન પાણી ઉપલબ્ધ ન હોય તો પાણીમાં મૅગ્નેશિયમ કે કૅલ્શિયમના હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ/સલ્ફેટ/ ક્લોરાઇડ ઓગાળીને કઠિન પાણી તૈયાર કરો.

પ્રવૃત્તિ 4.12

- બે કસનળી લઈ તે દરેકમાં 10 mL કઠિન પાણી લો.
- એકમાં સાબુના દ્રાવણનાં પાંચ ટીપાં અને બીજામાં પ્રક્ષાલકનાં દ્રાવણનાં પાંચ ટીપાં ઉમેરો.
- બંને કસનળીને એકસમાન સમય સુધી હલાવો.
- શું બંને કસનળીઓ ફીણનું સમાન પ્રમાણ ધરાવે છે ?
- કઈ કસનળીમાં દહીં જેવો ઘન પદાર્થ ઉદ્ભવે છે ?

શું તમે સ્નાન કરતી વખતે ક્યારેય એવો અનુભવ કર્યો છે કે ફીણ મુશ્કેલીથી બની રહ્યું છે અને પાણીથી શરીર ધોઈ લીધા પછી કોઈ અદ્રાવ્ય પદાર્થ (મેલનું સ્તર) જમા રહે છે ? આવું એટલા માટે થાય છે કે સાબુ કઠિન પાણીમાં રહેલ કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમ ક્ષારો સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. જેનાથી તમારે વધુ માત્રામાં સાબુનો ઉપયોગ કરવો પડે છે. અન્ય વર્ગનાં સંયોજનો કે જેને પ્રક્ષાલકો કહે છે તેનો સફાઈકર્તા (cleansing agents) તરીકે ઉપયોગ કરી આ સમસ્યાનું નિવારણ લાવી શકાય છે. પ્રક્ષાલકો સામાન્ય રીતે સલ્ફોનિક ઍસિડના સોડિયમ ક્ષાર કે ક્લોરાઇડ અથવા બ્રોમાઇડ આયનો ધરાવતા એમોનિયમ ક્ષાર છે. બંને લાંબી હાઇડ્રોકાર્બન શૃંખલા ધરાવે છે. આ સંયોજનોના વીજભારિત છેડા કઠિન પાણીમાં હાજર કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમ આયનો સાથે અદ્રાવ્ય અવક્ષેપ બનાવતા નથી. આમ, તે કઠિન પાણીમાં પણ અસરકારક રહે છે. સામાન્ય રીતે પ્રક્ષાલકોનો ઉપયોગ શેમ્પૂ અને કપડાં ધોવાના પદાર્થો બનાવવા માટે થાય છે.

પ્રશ્નો

1. શું તમે પ્રક્ષાલકનો ઉપયોગ કરી ચકાસી શકો છો કે પાણી કઠિન છે કે નહિ ?
2. લોકો કપડાં ધોવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે. સામાન્ય રીતે સાબુ ઉમેર્યા પછી લોકો કપડાં પથ્થર પર પછાડે છે કે પાવડી (Paddle) સાથે પછાડે છે. બ્રશથી ઘસે છે અથવા મિશ્રણને વૉશિંગ મશીનમાં ક્ષોભિત (ખુબ જોરથી હલાવે) (agitate) કરે છે. સાફ કપડાં મેળવવા માટે તેને ઘસવાની જરૂર શા માટે પડે છે ?

તમે શીખ્યાં કે

- કાર્બન એક સર્વતોમુખી તત્ત્વ છે જે તમામ સજીવો તેમજ આપણા ઉપયોગમાં આવતી અનેક વસ્તુઓનો પાયાનો પદાર્થ છે.
- તે ચતુઃસંયોજકતા તેમજ કેટેનેશનનો ગુણધર્મ દર્શાવે છે, તેના કારણે કાર્બન દ્વારા મોટી સંખ્યામાં સંયોજનોની રચના થાય છે.
- સહસંયોજક બંધની રચના બે પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારીથી થાય છે કે જેથી બંને સંપૂર્ણ ભરાયેલ બાહ્યતમ કક્ષા પ્રાપ્ત કરે છે.
- કાર્બન પોતાની જ સાથે તેમજ અન્ય તત્ત્વો જેવાં કે હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન, સલ્ફર, નાઇટ્રોજન અને ક્લોરિન સાથે સહસંયોજક બંધ રચે છે.
- કાર્બન અન્ય કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિ અથવા ત્રિબંધ હોય એવાં સંયોજનો પણ રચે છે જેમાં આ કાર્બનની શૃંખલાઓ સરળ શૃંખલા, શાખિય શૃંખલા અથવા વલયના રૂપમાં હોઈ શકે છે.
- કાર્બનની શૃંખલા બનાવી શકવાની ક્ષમતાને કારણે સંયોજનોની સમાનધર્મી શ્રેણી ઉદ્‌ભવે છે કે જેમાં જુદી-જુદી લંબાઈ ધરાવતી કાર્બન શૃંખલાઓ સાથે સમાન ક્રિયાશીલ સમૂહ જોડાયેલ હોય છે.
- ક્રિયાશીલ સમૂહો જેવાં કે આલ્કોહોલ, આલ્ડિહાઇડ, કિટોન અને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ ધરાવતાં કાર્બન સંયોજનોના લાક્ષણિક ગુણધર્મો જે-તે ક્રિયાશીલ સમૂહને આભારી છે.
- કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો આપણા બળતણના મુખ્ય સ્રોતો પૈકીના અમુક છે.
- ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડ એવાં કાર્બન સંયોજનો છે કે જેમનું આપણા રોજિંદા જીવનમાં ઘણું મહત્ત્વ છે.
- સાબુ અને પ્રક્ષાલકની પ્રક્રિયા અણુમાં રહેલા જળઅનુરાગી અને જળવિરાગી સમૂહોની હાજરી પર આધારિત છે. તેની મદદથી તૈલી મેલના પાયસો (ઇમલ્સન) રચાય છે અને મેલ દૂર થાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. ઈથેન અણુનું આણ્વીય સૂત્ર C_2H_6 છે, તેમાં

(a) 6 સહસંયોજક બંધ છે.

(b) 7 સહસંયોજક બંધ છે.

(c) 8 સહસંયોજક બંધ છે.

(d) 9 સહસંયોજક બંધ છે.

2. બ્યુટેનોન ચાર-કાર્બન ધરાવતું સંયોજન છે કે જેમાં ક્રિયાશીલ સમૂહ

(a) કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ (b) આલ્ડિહાઇડ

(c) કિટોન (d) આલ્કોહોલ

3. ખોરાક રાંધતી વખતે, જો વાસણના તળિયા બહારથી કાળા થઈ રહ્યા હોય, તો તેનો અર્થ એ છે કે

(a) ખોરાક સંપૂર્ણ રંધાયો નથી.

(b) બળતણનું સંપૂર્ણ દહન થયું નથી.

(c) બળતણ ભીનું છે.

(d) બળતણ સંપૂર્ણ દહન પામી રહ્યું છે.

4. CH_3Cl માં બંધ નિર્માણનો ઉપયોગ કરી સહસંયોજક બંધની પ્રકૃતિ સમજાવો.

5. ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરો.

(a) ઇથેનોઇક ઍસિડ

(b) H_2S

(c) પ્રોપેનોન

(d) F_2

6. સમાનધર્મી શ્રેણી એટલે શું ? ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.

7. ભૌતિક તેમજ રાસાયણિક ગુણધર્મોને આધારે ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડને તમે કેવી રીતે વિભેદિત કરશો ?

8. જ્યારે સાબુને પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે મિસેલનું નિર્માણ શા માટે થાય છે ? શું ઇથેનોલ જેવા બીજા દ્રાવકો દ્વારા પણ મિસેલનું નિર્માણ થશે ?

9. કાર્બન અને તેનાં સંયોજનોનો ઉપયોગ મોટે ભાગે બળતણ તરીકે શા માટે થાય છે ?

10. કઠિન પાણીમાં સાબુનો ઉપયોગ કરવાથી થતાં ફીણનું નિર્માણ સમજાવો.

11. જો તમે લિટમસ પેપર (લાલ અથવા ભૂરું)થી સાબુને ચકાસો તો શું ફેરફાર અવલોકિત કરશો ?

12. હાઇડ્રોજનીકરણ એટલે શું ? તેની ઔદ્યોગિક ઉપયોગિતા શું છે ?

13. આપેલ હાઇડ્રોકાર્બન પૈકી કોની યોગશીલ પ્રક્રિયા થાય છે :

C_2H_6, C_3H_8, C_3H_6, C_2H_2 અને CH_4

14. સંતૃપ્ત અને અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનને વિભેદિત કરવા ઉપયોગમાં લેવાતી એક કસોટી જણાવો.

15. સાબુની સફાઈક્રિયાની ક્રિયાવિધિ સમજાવો.

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

(I) આણ્વીય મૉડેલ કિટનો ઉપયોગ કરીને આ પ્રકરણમાં તમે શીખી ગયેલ સંયોજનોના મૉડેલ બનાવો.

(II)
- એક બીકરમાં 20 mL એરંડાનું તેલ/કપાસના બીજનું તેલ/ તલનું તેલ/સોયાબિનનું તેલ લો. તેમાં 20 % સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું 30 mL દ્રાવણ ઉમેરો. મિશ્રણને ઘટ્ટ બને ત્યાં સુધી થોડા સમય માટે હલાવતા-હલાવતાં ગરમ કરો. તેમાં 5-10 g સામાન્ય ક્ષાર (મીઠું) ઉમેરો. મિશ્રણને યોગ્ય રીતે હલાવીને તેને ઠંડું કરો.
- સાબુને તમે આકર્ષક આકારમાં કાપી શકો છો. તેના જામી જતાં પહેલાં તમે તેમાં અત્તર પણ ઉમેરી શકો છો.

પ્રકરણ 5
તત્ત્વોનું આવર્તી વર્ગીકરણ
(Periodic Classification of Elements)

ધોરણ IXમાં આપણે શીખી ગયાં કે આપણી આસપાસની વસ્તુઓ તત્ત્વો, સંયોજનો અને મિશ્રણ રૂપે હાજર છે અને આ તત્ત્વો એક જ પ્રકારના પરમાણુઓ ધરાવે છે. શું તમે જાણો છો કે આજ દિન સુધી કેટલાં તત્ત્વો જાણીતાં થયાં છે ? હાલમાં 118 તત્ત્વો આપણા માટે જાણીતાં છે. આ તમામ તત્ત્વો જુદાં-જુદાં ગુણધર્મો ધરાવે છે. આ 118 પૈકી માત્ર 94 કુદરતી રીતે પ્રાપ્ય છે.

જેમ-જેમ જુદાં-જુદાં તત્ત્વોની શોધ થતી ગઈ તેમ-તેમ વૈજ્ઞાનિકોએ આ તત્ત્વોના ગુણધર્મો વિશે વધુ ને વધુ માહિતી એકત્ર કરી. તેઓને તત્ત્વોની આ માહિતીઓને વ્યવસ્થિત ગોઠવવી ઘણી મુશ્કેલ લાગી. તેમણે તેમના ગુણધર્મોમાં કોઈ ભાત (pattern) શોધવાનું શરૂ કર્યું કે જેના આધારે આટલી મોટી સંખ્યાનાં તત્ત્વોનો તેઓ સરળતાથી અભ્યાસ કરી શકે.

5.1 અવ્યવસ્થિતને વ્યવસ્થિત કરવું - તત્ત્વોના વર્ગીકરણના પ્રારંભિક પ્રયત્નો (Making Order Out of Chaos - Early Attempts at the Classification of Elements)

આપણે શીખી ગયાં છીએ કે જુદી-જુદી વસ્તુઓ અથવા સજીવોને તેમના ગુણધર્મોના આધારે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. અન્ય પરિસ્થિતિઓમાં પણ આપણને કેટલાક ગુણધર્મો પર આધારિત વ્યવસ્થાનાં ઉદાહરણો જોવા મળે છે. જેમકે દુકાનમાં સાબુને એક સાથે એક જ જગ્યાએ રાખવામાં આવે છે જ્યારે બિસ્કિટને એકસાથે અન્ય જગ્યા પર રાખવામાં આવે છે. સાબુમાં પણ નાહવાના સાબુઓને કપડાં ધોવાના સાબુઓથી અલગ રાખવામાં આવે છે. આ જ રીતે વૈજ્ઞાનિકોએ પણ તત્ત્વોને તેમના ગુણધર્મોના આધારે વર્ગીકૃત કરવા માટે ઘણા પ્રયત્નો કર્યા અને અવ્યવસ્થિતમાંથી વ્યવસ્થિત ક્રમિક ગોઠવણી મેળવી.

આકૃતિ 5.1

કલ્પના કરો કે તમને અને તમારા મિત્રોને ટુકડામાં વિભાજિત થયેલ એક નકશો મળે છે જે કોઈ ખજાનાની જગ્યા બતાવે છે. શું તે ખજાના સુધીનો રસ્તો જાણવો સહેલો હશે કે અવ્યવસ્થા ધરાવતો હશે? રસાયણવિજ્ઞાનમાં પણ આવી જ અવ્યવસ્થા હતી કે તત્ત્વો તો જાણીતાં હતાં પરંતુ તેમના વર્ગીકરણ અને અભ્યાસ કેવી રીતે કરવા તે અંગેનું કોઈ સૂચન ન હતું.

તત્ત્વોના વર્ગીકરણ માટેના સૌપ્રથમ પ્રયત્નના પરિણામ સ્વરૂપે જાણીતાં તત્ત્વોને ધાતુઓ અને અધાતુઓના જૂથમાં વહેંચવામાં આવ્યા. ત્યાર બાદ જેમ તત્ત્વો અને તેના ગુણધર્મો વિશે આપણું જ્ઞાન વધતું ગયું તેમ વધુ વર્ગીકરણ માટેના પ્રયત્નો થતા ગયા.

5.1.1 ડોબરેનરની ત્રિપુટી (Döbereiner's Triads)

1817 ના વર્ષમાં જર્મન રસાયણવિજ્ઞાની જ્હૉન વુલ્ફગેંગ ડોબરેનરે (Johann Wolfgang Döbereiner) સમાન ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વોને જૂથમાં ગોઠવવાનો પ્રયાસ કર્યો. તેમણે ત્રણ તત્ત્વો ધરાવતાં કેટલાંક જૂથો ઓળખી બતાવ્યાં, તેથી તેમણે તે જૂથોને ‘ત્રિપુટી’ કહ્યા. ડોબરેનરે દર્શાવ્યું કે, ત્રિપુટીનાં ત્રણ તત્ત્વોને તેમના પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવવામાં આવે ત્યારે

મધ્યમાં રહેલા તત્ત્વનું પરમાણ્વીય દળ અન્ય બે તત્ત્વોના પરમાણ્વીય દળના લગભગ સરેરાશ જેટલું થાય છે.

ઉદાહરણ તરીકે લિથિયમ (Li), સોડિયમ (Na) અને પોટૅશિયમ (K) ધરાવતી ત્રિપુટી લો. જેના પરમાણ્વીય દળ ક્રમશ : 6.9, 23.0 અને 39.0 છે. Li અને Kના પરમાણ્વીય દળની સરેરાશ શું છે ? Naના પરમાણ્વીય દળ સાથે તેની તુલના કેવી રીતે કરી શકીએ ?

નીચે (કોષ્ટક 5.1) ત્રણ તત્ત્વોનાં કેટલાંક જૂથો આપેલ છે. આ તત્ત્વોને પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમમાં ઉપરથી નીચે તરફ ગોઠવવામાં આવ્યા છે. શું તમે શોધી શકો કે આ જૂથો પૈકી કયું ડોબરેનરની ત્રિપુટી બનાવે છે ?

કોષ્ટક 5.1

જૂથ A તત્ત્વ	પરમાણ્વીય દળ	જૂથ B તત્ત્વ	પરમાણ્વીય દળ	જૂથ C તત્ત્વ	પરમાણ્વીય દળ
N	14.0	Ca	40.1	Cl	35.5
P	31.0	Sr	87.6	Br	79.9
As	74.9	Ba	137.3	I	126.9

તમે શોધી શકશો કે સમૂહ B તથા C ડોબરેનરની ત્રિપુટી બનાવે છે. ડોબરેનર તે સમયે જાણીતાં તત્ત્વોમાં માત્ર ત્રણ જ ત્રિપુટીઓ જાણી શક્યા હતા (કોષ્ટક 5.2). તેથી ત્રિપુટીમાં વર્ગીકૃત કરવાની આ પદ્ધતિ સફળ ન રહી.

કોષ્ટક 5.2
ડોબરેનરની ત્રિપુટીઓ

Li	Ca	Cl
Na	Sr	Br
K	Ba	I

જ્હોન વુલ્ફગેંગ ડોબરેનર (1780-1849)

જ્હોન વુલ્ફગેંગ ડોબરેનરે જર્મનીના મ્યુન્શબર્ગમાં ઔષધીય વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ કર્યો અને તે પછી સ્ટ્રેસબર્ગમાં રસાયણશાસ્ત્રનો અભ્યાસ કર્યો. આખરે તે જેના (Jena) વિશ્વવિદ્યાલયમાં રસાયણશાસ્ત્ર અને ઔષધીય વિજ્ઞાનના પ્રોફેસર બની ગયા. ડોબરેનરે જ સૌપ્રથમ પ્લેટિનમનું ઉદ્દીપક તરીકે અવલોકન કર્યું તથા તત્ત્વોની સામ્યતા ધરાવતી ત્રિપુટીની શોધ કરી. જેનાથી તત્ત્વોના આવર્ત કોષ્ટકનો વિકાસ થયો.

5.1.2 ન્યૂલૅન્ડનો અષ્ટકનો નિયમ (Newlands' Law of Octaves)

ડોબરેનરના પ્રયાસોએ બીજા રસાયણશાસ્ત્રીઓને તત્ત્વોના ગુણધર્મોના તેમના પરમાણ્વીય દળ સાથે સંબંધ સ્થાપવા માટે પ્રોત્સાહિત કર્યા. 1866 માં અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિક જ્હોન ન્યૂલૅન્ડે (John Newlands) જાણીતાં તત્ત્વોને પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવ્યા. તેમણે સૌથી ઓછા પરમાણ્વીય દળ ધરાવતા તત્ત્વ (હાઇડ્રોજન)થી શરૂઆત કરી તથા 56મા તત્ત્વ થોરિયમ પર તેને પૂર્ણ કર્યું. તેમણે જોયું કે પ્રત્યેક આઠમા તત્ત્વના ગુણધર્મ પ્રથમ તત્ત્વના ગુણધર્મને મળતા આવે છે. તે જાણી તેની તુલના સંગીતના સૂરો સાથે કરી અને તેથી જ તેમણે તેને 'અષ્ટકનો સિદ્ધાંત' કહ્યો. તે 'ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકનો નિયમ' તરીકે જાણીતો છે. ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકમાં લિથિયમ અને સોડિયમના ગુણધર્મો સમાન હતા. સોડિયમ, લિથિયમ પછીનું આઠમું તત્ત્વ છે. આ જ રીતે બેરિલિયમ અને મૅગ્નેશિયમ એકબીજાને મળતા આવે છે. ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકના મૂળ સ્વરૂપનો એક ભાગ કોષ્ટક 5.3 માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 5.3 ન્યૂલૅન્ડનું અષ્ટક

સંગીતના સૂર :	સા (ડો)	રે (રે)	ગ (મિ)	મ (ફા)	પ (સો)	ધ (લા)	નિ (ટિ)
	H	Li	Be	B	C	N	O
	F	Na	Mg	Al	Si	P	S
	Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
	Co તથા Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
	Br	Rb	Sr	Ce તથા La	Zr	–	–

શું તમે જાણો છો ?

શું તમે સંગીતના સૂરોથી પરિચિત છો ?

ભારતીય સંગીત પ્રણાલીમાં સંગીતના સાત સૂર હોય છે – સા, રે, ગ, મ, પ, ધ, નિ. પશ્ચિમમાં લોકો આ સૂરોના આ પ્રકારે ઉપયોગ કરે છે. – ડો, રે, મિ, ફા, સો, લા, ટિ. સૂરના માપક્રમ, પૂર્ણ અને અર્ધ પદ આવૃત્તિ વિરામથી અલગ કરેલ છે. આ સૂરોનો ઉપયોગ કરી કોઈ સંગીતકાર સંગીતની રચના કરે છે. તે સ્પષ્ટ છે કે સૂર વારંવાર પુનરાવર્તિત કરાય છે. પ્રત્યેક આઠમો સૂર પ્રથમ સૂર જેવો હોય છે તથા તે પછીની પંક્તિનો પ્રથમ સૂર હોય છે.

- એવું શોધાયું છે કે અષ્ટકનો સિદ્ધાંત માત્ર કૅલ્શિયમ સુધી જ લાગુ પડતો હતો કારણ કે કૅલ્શિયમ પછી પ્રત્યેક આઠમા તત્ત્વના ગુણધર્મ પહેલા તત્ત્વને મળતા આવતા નથી.
- ન્યૂલૅન્ડે કલ્પના કરી કે કુદરતમાં માત્ર 56 તત્ત્વો હાજર છે અને ભવિષ્યમાં કોઈ અન્ય તત્ત્વ શોધાશે નહિ. પરંતુ ત્યાર બાદ અનેક નવાં તત્ત્વો શોધાયાં જેના ગુણધર્મો અષ્ટકના સિદ્ધાંતમાં બંધબેસતા નથી.
- પોતાના કોષ્ટકમાં તત્ત્વોને બંધ બેસાડવા માટે ન્યૂલૅન્ડે બે તત્ત્વોને એક જૂથમાં (slot) રાખી દીધા પરંતુ કેટલાંક અસમાન તત્ત્વોને પણ એક જૂથમાં રાખ્યા. શું તમે કોષ્ટક 5.3માં આવાં ઉદાહરણ શોધી શકો છો ? ધ્યાન આપો કે કોબાલ્ટ અને નિકલ એક જ જૂથમાં છે અને એક સાથે જ ફ્લોરિન, ક્લોરિન અને બ્રોમિન સાથે હરોળમાં રાખવામાં આવ્યા છે જેમના ગુણધર્મો આ તત્ત્વો કરતાં જુદાં છે. આયર્ન કે જે કોબાલ્ટ અને નિકલ સાથે ગુણધર્મોમાં સમાનતા ધરાવે છે તેને આ તત્ત્વોથી દૂર રાખવામાં આવ્યું છે.

આમ, ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકનો સિદ્ધાંત માત્ર હલકાં તત્ત્વો માટે જ યોગ્ય ઠર્યો.

પ્રશ્નો

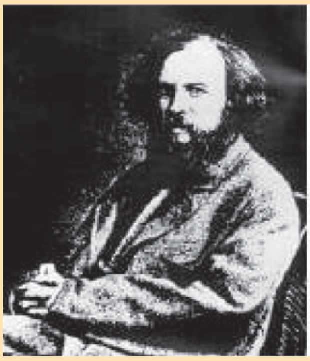
1. શું ડોબરેનરની ત્રિપુટી ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકના સમૂહમાં પણ જોવા મળે છે ? સરખામણી કરી શોધી કાઢો.
2. ડોબરેનરના વર્ગીકરણની મર્યાદાઓ શું છે ?
3. ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકના સિદ્ધાંતની મર્યાદાઓ શું છે ?

5.2 અવ્યવસ્થિતમાંથી વ્યવસ્થિત કરવું–મેન્ડેલીફનું આવર્ત કોષ્ટક (Making Order Out of Chaos - Mendelee'v's Periodic Table)

ન્યૂલૅન્ડના અષ્ટકનો સિદ્ધાંત અસ્વીકાર્ય થયા બાદ પણ અનેક વૈજ્ઞાનિકોએ તત્ત્વોના ગુણધર્મોનો તેમના પરમાણ્વીય દળ સાથેના સંબંધની ભાત (pattern) શોધવાનું ચાલુ રાખ્યું.

તત્ત્વોના વર્ગીકરણનો મુખ્ય શ્રેય રશિયન રસાયણશાસ્ત્રી દમિત્રી ઈવાનોવિચ મેન્ડેલીફને (Dmitri Ivanovich Mendele'ev) ફાળે જાય છે. તત્ત્વોના આવર્તકોષ્ટકના પ્રારંભિક વિકાસમાં તેમનું યોગદાન મુખ્ય રહ્યું, કે જેમાં તત્ત્વોને તેમના મૂળભૂત ગુણધર્મો, પરમાણ્વીય દળ અને રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં સામ્યતાના આધારે ગોઠવવામાં આવ્યા હતા.

દમિત્રી ઈવાનોવિચ મેન્ડેલીફ (1834-1907)



મેન્ડેલીફનો જન્મ 8 ફેબ્રુઆરી, 1834માં રશિયાના પશ્ચિમી સાઈબિરિયાના ટોબોલ્સ્કમાં થયો હતો. તેમની પ્રાથમિક શિક્ષા પછી મેન્ડેલીફ પોતાની માતાના પ્રયાસોને કારણે વિશ્વવિદ્યાલયમાં પ્રવેશ મેળવી શક્યા. પોતાની શોધને તેમણે પોતાની માતાને સમર્પિત કરતાં લખ્યું, "તેણીએ મને ઉદાહરણ આપી સમજાવ્યું, પ્રેમથી સમજાવ્યું, પોતાનાં બાકી કાર્ય અને શક્તિનો ઉપયોગ કરીને મારી સાથે જુદી-જુદી જગ્યાઓએ પ્રવાસ કર્યો. તેણી જાણતી હતી કે વિજ્ઞાનની મદદથી, હિંસા વગર પરંતુ પ્રેમ અને દૃઢતાથી અંધવિશ્વાસ, અસત્ય ધારણાઓ અને ભૂલોને દૂર કરી શકાય છે." તેમના દ્વારા આપેલ તત્ત્વોની ગોઠવણીને મેન્ડેલીફનું આવર્તકોષ્ટક કહે છે. આવર્તકોષ્ટક રસાયણશાસ્ત્રમાં એક જ એવો નિયમ સાબિત થયો કે, જેનાથી નવાં તત્ત્વોની શોધને પ્રેરણા મળી.

જ્યારે મેન્ડેલીફે પોતાનાં કાર્યની શરૂઆત કરી ત્યારે 63 તત્ત્વો જાણીતાં હતાં. તેમણે તત્ત્વોના પરમાણ્વીય દળ અને તેમના ભૌતિક તેમજ રાસાયણિક ગુણધર્મો વચ્ચેના સંબંધો તપાસ્યા. રાસાયણિક ગુણધર્મોની વચ્ચે મેન્ડેલીફે તત્ત્વોના ઑક્સિજન અને હાઇડ્રોજન સાથે બનતાં સંયોજનો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. તેમણે ઑક્સિજન અને હાઇડ્રોજનને પસંદ કર્યા કેમ કે તે અતિસક્રિય છે તથા મોટા ભાગનાં તત્ત્વો સાથે સંયોજનો બનાવે છે. તત્ત્વો દ્વારા બનતા હાઇડ્રાઇડ અને ઑક્સાઇડનાં સૂત્રોને તત્ત્વના વર્ગીકરણ માટેના મૂળભૂત ગુણધર્મો પૈકીના એક ગુણધર્મ તરીકે ગણવામાં આવ્યો. ત્યાર બાદ તેમણે 63 કાર્ડ લીધા અને પ્રત્યેક કાર્ડ પર એક તત્ત્વના ગુણધર્મો લખ્યા. તેમણે સમાન ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વોને અલગ કર્યાં અને તે કાર્ડ પર ટાંકણી લગાવીને દીવાલ પર એકસાથે લગાવ્યા. તેમણે અવલોકન કર્યું કે મોટા ભાગનાં તત્ત્વોને આવર્તકોષ્ટકમાં સ્થાન મળી ગયું હતું તથા પોતાના પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમમાં તે તત્ત્વો ગોઠવાઈ ગયાં હતાં. તે પણ અવલોકન કરવામાં આવ્યું કે સમાન ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો ધરાવતાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વો એક નિશ્ચિત વિરામ પછી ફરીથી આવે છે તેને આધારે મેન્ડેલીફે આવર્ત નિયમ બનાવ્યો. જે દર્શાવે છે કે 'તત્ત્વોના ગુણધર્મો તેના પરમાણ્વીય દળના આવર્તનીય વિધેય છે.'

મેન્ડેલીફનાં આવર્તકોષ્ટકમાં ઊભા સ્તંભ કે જેને 'સમૂહ' તથા આડી હરોળ કે જેને 'આવર્ત' કહે છે તેનો સમાવેશ થયેલ છે (કોષ્ટક 5.4).

કોષ્ટક 5.4 મેન્ડેલીફનું આવર્તકોષ્ટક

સમૂહ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
ઑક્સાઇડ હાઇડ્રાઇડ	R_2O RH	RO RH_2	R_2O_3 RH_3	RO_2 RH_4	R_2O_5 RH_3	RO_3 RH_2	R_2O_7 RH	RO_4
આવર્ત ↓	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	સંક્રાંતિ શ્રેણી
1	H 1.008							
2	Li 6.939	Be 9.012	B 10.81	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	
3	Na 22.99	Mg 24.31	Al 29.98	Si 28.09	P 30.974	S 32.06	Cl 35.453	
4 પ્રથમ શ્રેણી :	K 39.102	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.90	V 50.94	Cr 50.20	Mn 54.94	Fe Co Ni 55.85 58.93 58.71
દ્વિતીય શ્રેણી :	Cu 63.54	Zn 65.37	Ga 69.72	Ge 72.59	As 74.92	Se 78.96	Br 79.909	
5 પ્રથમ શ્રેણી :	Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 99	Ru Rh Pd 101.07 102.91 106.4
દ્વિતીય શ્રેણી :	Ag 107.87	Cd 112.40	In 114.82	Sn 118.69	Sb 121.75	Te 127.60	I 126.90	
6 પ્રથમ શ્રેણી :	Cs 132.90	Ba 137.34	La 138.91	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.85		Os Ir Pt 190.2 192.2 195.09
દ્વિતીય શ્રેણી :	Au 196.97	Hg 200.59	Tl 204.37	Pb 207.19	Bi 208.98			

મેન્ડેલીફનું આવર્તકોષ્ટક 1872 માં જર્મન સામયિક (Journal)માં પ્રકાશિત થયું હતું. સમૂહની ઉપર ઑક્સાઇડ તથા હાઇડ્રાઇડના સૂત્રમાં અંગ્રેજી અક્ષર 'R' સમૂહના કોઈ પણ તત્ત્વને દર્શાવે છે. સૂત્ર લખવાની ઢબ પર ધ્યાન આપો. ઉદાહરણ તરીકે કાર્બનના હાઇડ્રાઇડ, CH_4 ને RH_4 તરીકે તથા તેના ઑક્સાઇડ CO_2 ને RO_2 તરીકે લખવામાં આવેલું છે.

5.2.1 મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની ઉપલબ્ધિઓ (Achievements of Mendeleev's Periodic Table)

આવર્તકોષ્ટક ગોઠવતી વખતે કેટલાક એવા દાખલા બન્યા કે જ્યાં થોડા વધુ પરમાણ્વીય દળ ધરાવતા તત્ત્વને થોડા ઓછા પરમાણ્વીય દળ ધરાવતા તત્ત્વ કરતાં પહેલા મૂકવું પડ્યું. ક્રમ ઊલટો કરવામાં આવેલો કે જેથી સમાન ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વો એકસાથે ગોઠવી શકાયાં. ઉદાહરણ તરીકે કોષ્ટકમાં કોબાલ્ટ (પરમાણ્વીય દળ 58.9) નિકલ (પરમાણ્વીય દળ 58.7) કરતાં પહેલાં દેખાયું. કોષ્ટક 5.4 જોઈને શું તમે આવી અન્ય એક વિસંગતતા શોધી શકો ?

વધુમાં, મેન્ડેલીફને પોતાના આવર્તકોષ્ટકમાં કેટલાંક સ્થાન ખાલી છોડવા પડ્યાં. આ ખાલી સ્થાનને મર્યાદાના રૂપમાં જોવાના બદલે મેન્ડેલીફે નીડરતાપૂર્વક કોઈ એવાં તત્ત્વોના અસ્તિત્વની આગાહી કરી જે-તે સમયે શોધાયા ન હતાં. મેન્ડેલીફે તેમનું નામકરણ તે જ સમૂહના તેનાથી પહેલાં આવતા તત્ત્વના નામમાં સંસ્કૃત શબ્દ એકા (એક) પૂર્વગ લગાવીને કર્યું. ઉદાહરણ તરીકે, પછી શોધાયેલ સ્કેન્ડિયમ, ગેલિયમ અને જર્મેનિયમના ગુણધર્મો ક્રમશઃ એકા-બોરોન, એકા-ઍલ્યુમિનિયમ

અને એકા-સિલિકોન જેવા જ હતા. મેન્ડેલીફ દ્વારા આગાહી કરાયેલ એકા- ઍલ્યુમિનિયમ તથા પછીથી શોધાયેલ અને એકા-ઍલ્યુમિનિયમનું સ્થાન મેળવેલ ગેલિયમના ગુણધર્મો નીચે (કોષ્ટક 5.5)માં દર્શાવેલ છે.

કોષ્ટક 5.5 એકા-ઍલ્યુમિનિયમ તથા ગેલિયમના ગુણધર્મો

ગુણધર્મ	એકા-ઍલ્યુમિનિયમ	ગેલિયમ
પરમાણ્વીય દળ	68	69.7
ઑક્સાઇડનું સૂત્ર	E_2O_3	Ga_2O_3
ક્લોરાઇડનું સૂત્ર	ECl_3	$GaCl_3$

તે મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની સત્યતા તથા ઉપયોગિતાનો સબળ પુરાવો પૂરો પાડે છે. તેનાથી વિશેષ મેન્ડેલીફની અભિધારણાની અસાધારણ સફળતા એ હતી કે, રસાયણશાસ્ત્રીઓએ તેમના આવર્તકોષ્ટકનો માત્ર સ્વીકાર જ ન કર્યો પરંતુ તે ખ્યાલ કે જેના પર તે ધારણા આધારિત હતી તેના તેમને સર્જનહાર માન્યા. નિષ્ક્રિય વાયુઓ જેવા કે હિલિયમ (He), નિયૉન (Ne) અને આર્ગોનનો (Ar) અગાઉ પણ અનેક સંદર્ભમાં ઉપયોગ થતો હતો. આ વાયુઓની શોધ ઘણી મોડી થઈ કારણ કે તે નિષ્ક્રિય હતા અને વાતાવરણમાં તેમનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું છે. મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની એક વિશેષતા એ પણ છે કે જ્યારે આ વાયુઓની શોધ થઈ ત્યારે અગાઉની શ્રેણી (વ્યવસ્થા) ગોઠવણી ને ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર તેને નવા સમૂહમાં રાખવામાં આવ્યા.

5.2.2 મેન્ડેલીફના વર્ગીકરણની મર્યાદાઓ (Limitations of Mendeleev's Classification)

હાઇડ્રોજનની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના આલ્કલી ધાતુઓને મળતી આવે છે. આલ્કલી ધાતુઓની માફક હાઇડ્રોજન પણ હેલોજન, ઑક્સિજન અને સલ્ફર સાથે એક સમાન સૂત્ર ધરાવતાં સંયોજનો બનાવે છે કે જે અહીં ઉદાહરણમાં દર્શાવેલા છે.

હાઇડ્રોજનના સંયોજનો	સોડિયમના સંયોજનો
HCl	NaCl
H_2O	Na_2O
H_2S	Na_2S

બીજી તરફ હેલોજનની માફક હાઇડ્રોજન પણ દ્વિપરમાણ્વીય અણુ સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે તેમજ તે ધાતુઓ અને અધાતુઓ સાથે સંયોજાઈને સહસંયોજક સંયોજનો બનાવે છે.

પ્રવૃત્તિ 5.1

- હાઇડ્રોજનની આલ્કલી ધાતુઓ અને હેલોજન પરિવાર સાથેની સમાનતાને જોતાં તેને મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકમાં યોગ્ય સ્થાન પર મૂકો.
- હાઇડ્રોજનને કયા સમૂહ અને આવર્તમાં રાખવું જોઈએ ?

ચોક્કસપણે આવર્તકોષ્ટકમાં હાઇડ્રોજનને નિશ્ચિત સ્થાન આપી શકાય નહિ. આ મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની પ્રથમ મર્યાદા હતી. તે પોતાના આવર્ત કોષ્ટકમાં હાઇડ્રોજનને યોગ્ય સ્થાન આપી ન શક્યા.

મેન્ડેલીફે તત્ત્વોના આવર્તી વર્ગીકરણ આપ્યા બાદ લાંબા સમય પછી સમસ્થાનિકો શોધાયા. ચાલો આપણે યાદ કરીએ, કોઈ પણ તત્ત્વના સમસ્થાનિકોના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે પરંતુ તેના પરમાણ્વીય દળ જુદા હોય છે.

પ્રવૃત્તિ 5.2

- ક્લોરિનના સમસ્થાનિકો Cl-35 અને Cl-37 ધ્યાનમાં લો.
- તેમના પરમાણ્વીય દળ જુદા-જુદા હોવાથી શું તમે તેઓને અલગ-અલગ જૂથમાં મૂકશો ?
- અથવા તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોવાથી તમે તેમને એક જ સ્થાન પર રાખશો ?

આમ બધાં તત્ત્વોના સમસ્થાનિકો મેન્ડેલીફના આવર્ત નિયમ માટે એક પડકાર હતો. બીજી સમસ્યા એ પણ હતી કે, એક તત્ત્વથી બીજા તત્ત્વ તરફ આગળ વધતાં પરમાણ્વીય દળ નિયમિત રૂપથી વધતા ન હતા. આથી જ તે અનુમાન લગાવવું મુશ્કેલ થઈ ગયું હતું કે બે તત્ત્વો વચ્ચે કેટલાં તત્ત્વો શોધી શકાય છે. વિશેષ રૂપે જ્યારે આપણે ભારે તત્ત્વોનો વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે.

પ્રશ્નો

1. મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકનો ઉપયોગ કરી નીચેનાં તત્ત્વોના ઑક્સાઇડનાં સૂત્રોનું અનુમાન લગાવો : K, C, Al, Si, Ba
2. ગેલિયમ સિવાય અત્યાર સુધી કયાં-કયાં તત્ત્વો વિશે જાણ થઈ છે જેના માટે મેન્ડેલીફે પોતાના આવર્તકોષ્ટકમાં ખાલી સ્થાન છોડ્યું હતું ? (ગમે તે બે)
3. મેન્ડેલીફે પોતાનું આવર્તકોષ્ટક તૈયાર કરવા માટે કયાં માપદંડ (criteria) ધ્યાનમાં લીધાં ?
4. તમારા મત મુજબ નિષ્ક્રિય વાયુને શા માટે અલગ સમૂહમાં રાખવામાં આવ્યા ?

5.3 અવ્યવસ્થિતમાંથી વ્યવસ્થિત કરવું–આધુનિક આવર્તકોષ્ટક (Making Order Out of Chaos – The Modern Periodic Table)

1913માં હેન્રી મોસેલે (Henry Moseley) દર્શાવ્યું કે, નીચે વર્ણવ્યા પ્રમાણે તત્ત્વના પરમાણ્વીય દળની તુલનામાં તેનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક (Z સંકેત દ્વારા દર્શાવાય છે.) વધુ આધારભૂત ગુણધર્મ છે. તે અનુસાર મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકમાં બદલાવ કરવામાં આવ્યો અને પરમાણ્વીય-ક્રમાંકને આધુનિક આવર્તકોષ્ટકના આધાર સ્વરૂપે સ્વીકારવામાં આવ્યો તેમજ આધુનિક આવર્ત નિયમને આ પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :

'તત્ત્વોના ગુણધર્મો તેમના પરમાણ્વીય-ક્રમાંકના આવર્તનીય વિધેય છે.'

ચાલો આપણે યાદ કરીએ કે પરમાણ્વીય-ક્રમાંક આપણને પરમાણુના કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યા આપે છે અને એક તત્ત્વથી બીજા તત્ત્વ તરફ જતા આ સંખ્યામાં એક એકમનો વધારો થાય છે. તત્ત્વોની તેમના પરમાણ્વીય-ક્રમાંકના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવણી આપણને આધુનિક આર્વતકોષ્ટક તરીકે ઓળખાતા વર્ગીકરણ તરફ દોરી જાય છે (કોષ્ટક 5.6). જ્યારે તત્ત્વોને પરમાણ્વીય-ક્રમાંકના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવી શકાયા ત્યારે તત્ત્વોના ગુણધર્મોની આગાહી વધુ ચોકસાઈપૂર્વક થઈ શકી.

પ્રવૃત્તિ 5.3

- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં નિકલ અને કોબાલ્ટનાં સ્થાન કેવી રીતે નિશ્ચિત કરવામાં આવ્યાં છે ?
- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના સમસ્થાનિકોનાં સ્થાન કેવી રીતે નિશ્ચિત કરવામાં આવ્યાં છે ?
- શું 1.5 પરમાણ્વીય-ક્રમાંક ધરાવતા તત્ત્વને હાઇડ્રોજન અને હિલિયમની વચ્ચે રાખવું શક્ય છે ?
- તમારા મત મુજબ આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં હાઇડ્રોજનને કયાં રાખવું જોઈએ ?

કોષ્ટક 5.6 આધુનિક આવર્તકોષ્ટક

ધાતુઓ | અર્ધધાતુઓ | અધાતુઓ

વાંકીચૂંકી રેખા ધાતુઓને અધાતુઓથી અલગ કરે છે

આવર્ત \ સમૂહ ક્રમ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H હાઇડ્રોજન 1.0																	2 He હીલિયમ 4.0
2	3 Li લિથિયમ 6.9	4 Be બેરિલિયમ 9.0											5 B બોરોન 10.8	6 C કાર્બન 12.0	7 N નાઇટ્રોજન 14.0	8 O ઑક્સિજન 16.0	9 F ફ્લોરિન 19.0	10 Ne નિયૉન 20.2
3	11 Na સોડિયમ 23.0	12 Mg મેગ્નેશિયમ 24.3											13 Al ઍલ્યુમિનિયમ 27.0	14 Si સિલિકોન 28.1	15 P ફોસ્ફરસ 31.0	16 S સલ્ફર 32.1	17 Cl ક્લોરિન 35.5	18 Ar આર્ગોન 39.9
4	19 K પોટૅશિયમ 39.1	20 Ca કૅલ્શિયમ 40.1	21 Sc સ્કેન્ડિયમ 45.0	22 Ti ટિટાનિયમ 47.8	23 V વેનેડિયમ 50.9	24 Cr ક્રોમિયમ 52.0	25 Mn મેંગેનિઝ 54.9	26 Fe આયર્ન 55.9	27 Co કોબાલ્ટ 58.9	28 Ni નિકલ 58.7	29 Cu કૉપર 63.5	30 Zn ઝિંક 65.4	31 Ga ગેલિયમ 69.7	32 Ge જર્મેનિયમ 72.6	33 As આર્સેનિક 74.9	34 Se સેલેનિયમ 79.0	35 Br બ્રોમિન 79.9	36 Kr ક્રિપ્ટોન 83.8
5	37 Rb રુબિડિયમ 85.5	38 Sr સ્ટ્રોન્શિયમ 87.6	39 Y યીટ્રિયમ 88.9	40 Zr ઝિર્કોનિયમ 91.2	41 Nb નિયોબિયમ 92.9	42 Mo મોલિબ્લેડનમ 95.9	43 Tc ટેકનિશિયમ (99)	44 Ru રુથેનિયમ 101.1	45 Rh રહોડિયમ 102.3	46 Pd પેલેડિયમ 106.4	47 Ag સિલ્વર 107.9	48 Cd કેડમિયમ 112.4	49 In ઇન્ડિયમ 114.8	50 Sn ટિન 118.7	51 Sb એન્ટિમની 121.8	52 Te ટેલ્યુરિયમ 127.6	53 I આયોડિન 126.9	54 Xe ઝેનોન 131.3
6	55 Cs સીઝિયમ 132.9	56 Ba બેરિયમ 137.3	57 La* લેન્થેનમ 138.9	72 Hf હાફનિયમ 178.5	73 Ta ટેન્ટેલમ 181.0	74 W ટંગસ્ટન 183.9	75 Re રહેનિયમ 186.2	76 Os ઓસ્મિયમ 190.2	77 Ir ઇરિડિયમ 192. 2	78 Pt પ્લેટિનમ 195.1	79 Au ગોલ્ડ 197.0	80 Hg મરક્યુરિ 200.6	81 Tl થેલિયમ 204.4	82 Pb લેડ 207.2	83 Bi બિસ્મથ 209.0	84 Po પોલોનિયમ (210)	85 At એસ્ટેટિન (210)	86 Rn રેડોન (222)
7	87 Fr ફ્રાન્સિયમ (223)	88 Ra રેડિયમ (226)	89 Ac** ઍક્ટિનિયમ (227)	104 Rf રૂથરફોર્ડિયમ (227)	105 Db ડબ્નિયમ (268)	106 Sg સિબોર્ગિયમ (269)	107 Bh બહોરિયમ (270)	108 Hs હાસિયમ (277)	109 Mt મેટનેરિયમ (278)	110 Ds ડર્મસ્ટેડશિયમ (281)	111 Rg રોન્ટજેનિયમ (282)	112 Cn કૉપરનિશિયમ (285)	113 Nh નિહોનિયમ (286)	114 Fl ફ્લેરોવિયમ (289)	115 Mc મૉસ્કોવિયમ (290)	116 Lv લિવરમોરિયમ (293)	117 Ts ટેનેસાઈન (294)	118 Og ઓગ્નેસન (294)

*લેન્થેનોઇડ્સ	58 Ce સીરિયમ 140.1	59 Pr પ્રિસિયોડિમિયમ 140.9	60 Nd નિયોડીમિયમ 144.2	61 Pm પ્રોમિથિયમ (145)	62 Sm સમેરયમ 150.4	63 Eu યુરોપિયમ 152.0	64 Gd ગેડોલિનયમ 157.3	65 Tb ટર્બિયમ 158.9	66 Dy ડિસ્પ્રોસિયમ 162.5	67 Ho હોલ્મિયમ 164.9	68 Er અર્બિયમ 167.3	69 Tm થુલિયમ 168.9	70 Yb યીટર્બિયમ 173.0	71 Lu લ્યુટેશિયમ 175.5
**ઍક્ટિનોઇડ્સ	90 Th થોરિયમ 232.0	91 Pa પ્રોટેક્ટિનિયમ (231)	92 U યુરેનિયમ 238.1	93 Np નેપ્ચ્યુનિયમ (237)	94 Pu પ્લુટોનિયમ (242)	95 Am અમેરિશિયમ (243)	96 Cm ક્યુરિયમ (247)	97 Bk બર્કેલિયમ (245)	98 Cf કેલિફોર્નિયમ (251)	99 Es આઇન્સ્ટાઇનિયમ (254)	100 Fm ફર્મિયમ (253)	101 Md મેન્ડેલેવિયમ (256)	102 No નોબેલિયમ (254)	103 Lr લોરેન્શિયમ (257)

આપણે જોઈ શકીએ છીએ તેમ આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં મેન્ડેલીફની ત્રણેય મર્યાદાઓમાં સુધારો કરવામાં આવ્યો છે. આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોનું સ્થાન કઈ બાબત પર આધારિત છે તે જાણ્યા બાદ આપણે હાઇડ્રોજનના વિસંગત સ્થાનની ચર્ચા કરીશું.

5.3.1 આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોનું સ્થાન (Position of Elements in the Modern Periodic Table)

આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં 18 ઊભા સ્તંભ કે જેને 'સમૂહ' કહેવાય છે અને 7 આડી હરોળ કે જેને 'આવર્ત' કહેવાય છે તેનો સમાવેશ થાય છે. ચાલો, આપણે જોઈએ કે કોઈ સમૂહ અથવા આવર્તમાં કોઈ તત્ત્વનું સ્થાન કેવી રીતે નક્કી કરવામાં આવે છે ?

પ્રવૃત્તિ 5.4

- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં સમૂહ 1 જુઓ અને તેમાં રહેલાં તત્ત્વોનાં નામ આપો.
- સમૂહ 1 નાં પ્રથમ ત્રણ તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના લખો.
- તેમની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચનામાં તમને શું સમાનતા જોવા મળે છે ?
- આ ત્રણ તત્ત્વોમાં કેટલા સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન હાજર છે ?

તમે જોશો કે આ તમામ તત્ત્વો સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની સમાન સંખ્યા ધરાવે છે. તેવી જ રીતે તમે જોશો કે કોઈ એક જ સમૂહમાં રહેલાં તત્ત્વોના સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા સમાન હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ફ્લોરિન (F) તથા ક્લોરિન (Cl) કે જે સમૂહ 17 નાં તત્ત્વો છે. ફ્લોરિન અને ક્લોરિનની બાહ્યતમ કક્ષામાં કેટલા ઇલેક્ટ્રૉન છે ? તેથી આપણે કહી શકીએ કે આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં રહેલા સમૂહ બાહ્યતમ કક્ષાની સમાન ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના દર્શાવે છે જ્યારે બીજી તરફ જો આપણે સમૂહમાં ઉપરથી નીચેની તરફ જઈએ તો કક્ષાની સંખ્યા વધતી જાય છે.

જ્યારે હાઇડ્રોજનના સ્થાનની વાત આવે ત્યારે અનિશ્ચિતતા ઉદ્ભવે છે કારણ કે તેને પ્રથમ આવર્તમાં સમૂહ 1 અથવા સમૂહ 17 માં રાખી શકાય છે. શું તમે કહી શકો. શા માટે ?

પ્રવૃત્તિ 5.5

- જો તમે આધુનિક આવર્તકોષ્ટકને (કોષ્ટક 5.6) જોશો તો ખ્યાલ આવશે કે Li, Be, B, C, N, O, F અને Ne બીજા આવર્તનાં તત્ત્વો છે. તેમની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના લખો.
- શું આ બધાં તત્ત્વો પણ સમાન સંખ્યાના સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે ?
- શું તેઓ સમાન સંખ્યાની કક્ષાઓ ધરાવે છે ?

તમે જોશો કે બીજા આવર્તના આ તત્ત્વો સમાન સંખ્યામાં સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતા નથી. પરંતુ તેઓ સમાન સંખ્યામાં કક્ષાઓ ધરાવે છે. તમે તે પણ અવલોકન કરો છો કે, આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં જો પરમાણ્વીય-ક્રમાંકમાં એક એકમનો વધારો થાય તો સંયોજકતા કક્ષાના ઇલેક્ટ્રૉનમાં પણ એક એકમનો વધારો થાય છે.

અથવા આપણે કહી શકીએ કે સમાન સંખ્યામાં ભરાયેલી કક્ષાઓ ધરાવતાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓ એક જ આવર્તમાં મૂકવામાં આવેલા છે. Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl અને Ar આધુનિક આવર્તકોષ્ટકના ત્રીજા આવર્તમાં રહેલા છે તેથી આ તત્ત્વોના પરમાણુઓના ઇલેક્ટ્રૉન K, L અને M કક્ષાઓમાં (કોશ) ભરાયેલા છે. આ તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના લખો અને ઉપર્યુક્ત વિધાનની ચકાસણી કરો. દરેક આવર્ત નવી ભરાયેલી ઇલેક્ટ્રૉન કક્ષા દર્શાવે છે.

પહેલા, બીજા, ત્રીજા અને ચોથા આવર્તમાં કેટલાં તત્ત્વો છે ?

જુદી-જુદી કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રૉન કેવી રીતે ભરાય છે તેના આધારે આપણે આ આવર્તમાં તત્ત્વોની સંખ્યા સમજાવી શકીએ છીએ. ઉપલાં ધોરણોમાં તમે આ વિશે વિસ્તૃત અભ્યાસ કરશો. યાદ કરો કે કોઈ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉનની મહત્તમ સંખ્યા $2n^2$ સૂત્ર પર આધાર રાખે છે જ્યાં, n એ કેન્દ્રથી દૂર આપેલ કક્ષાનો ક્રમ છે.

ઉદાહરણ તરીકે

K કક્ષા – $2 \times (1)^2 = 2$, તેથી પ્રથમ આવર્તમાં 2 તત્ત્વો છે.

L કક્ષા – $2 \times (2)^2 = 8$, તેથી બીજા આવર્તમાં 8 તત્ત્વો છે.

ત્રીજા, ચોથા, પાંચમા છઠ્ઠા અને સાતમા આવર્તમાં અનુક્રમે 8, 18, 18, 32 અને 32 તત્ત્વો છે. આ માટેનું કારણ તમે ઉપલાં ધોરણોમાં શીખશો.

આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વનું સ્થાન તેની રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતા વિશે માહિતી આપે છે. તમે શીખી ગયાં છો તે મુજબ સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન તત્ત્વ દ્વારા બનતા બંધના પ્રકાર અને સંખ્યા નક્કી કરે છે. શું હવે તમે કહી શકો કે મેન્ડેલીફે પોતાના કોષ્ટકમાં તત્ત્વોના સ્થાન નક્કી કરવા માટે સંયોજનોનાં સૂત્રોનો આધાર લીધો હતો તે શા માટે યોગ્ય હતો ? તેના આધારે સમાન રાસાયણિક ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વોને એક જ સમૂહમાં કેવી રીતે લખી શકાય ?

5.3.2 આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં વલણ (Trends in the Modern Periodic Table)

સંયોજકતા : તમે જાણો છો કે તત્ત્વની સંયોજકતા તેના પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં રહેલા સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા દ્વારા નક્કી થાય છે.

પ્રવૃત્તિ 5.6

- કોઈ પણ તત્ત્વની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચનાના આધારે તમે તેની સંયોજકતાની ગણતરી કેવી રીતે કરશો ?
- પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 12 ધરાવતા મૅગ્નેશિયમ અને પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 16 ધરાવતા સલ્ફરની સંયોજકતા કેટલી છે ?
- તે જ રીતે પ્રથમ વીસ તત્ત્વોની સંયોજકતાઓ શોધો.
- આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં સંયોજકતા કેવી રીતે બદલાય છે ?
- સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં સંયોજકતા કેવી રીતે બદલાય છે ?

પરમાણ્વીય કદ : પરમાણ્વીય કદ શબ્દ પરમાણુની ત્રિજ્યાનો ઉલ્લેખ કરે છે. પરમાણ્વીય કદને એક સ્વતંત્ર પરમાણુના કેન્દ્રથી તેની સૌથી બહારની કક્ષા વચ્ચેના અંતર સ્વરૂપે જોવામાં આવે છે. હાઇડ્રોજન પરમાણુની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા 37 pm છે (પિકોમીટર, 1 pm = 10^{-12} m).

ચાલો આપણે સમૂહ અને આવર્તમાં પરમાણ્વીય કદના જુદાપણા વિશે અભ્યાસ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 5.7

- બીજા આવર્તનાં તત્ત્વોની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા નીચે આપેલી છે :

આવર્ત 2નાં તત્ત્વો :	B	Be	O	N	Li	C
પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા (pm) :	88	111	66	74	152	77

- તેઓને તેમની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.
- શું હવે આ તત્ત્વો આવર્તકોષ્ટકમાં આપેલ આવર્તની ભાતમાં ગોઠવાયેલ છે ?
- કયાં તત્ત્વો સૌથી મોટા પરમાણુઓ અને સૌથી નાના પરમાણુઓ ધરાવે છે ?
- આવર્તમાં તમે ડાબીથી જમણી તરફ જાઓ ત્યારે પરમાણ્વીય ત્રિજ્યામાં કેવી રીતે ફેરફાર થાય છે ?

તમે જોશો કે આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા ઘટે છે. કેન્દ્રીય વીજભાર વધવાની સાથે ઇલેક્ટ્રૉન કેન્દ્ર તરફ ખેંચાવાનું વલણ ધરાવે છે જેને કારણે પરમાણ્વીય કદ ઘટે છે.

પ્રવૃત્તિ 5.8

- નીચે આપેલ પ્રથમ સમૂહનાં તત્ત્વોની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યામાં ફેરફારનો અભ્યાસ કરો અને તેમને ચડતા ક્રમમાં ગોઠવો :

સમૂહ 1નાં તત્ત્વો :	Na	Li	Rb	Cs	K
પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા (pm) :	186	152	244	262	231

- એવાં તત્ત્વોનાં નામ આપો જે સૌથી મોટા અને સૌથી નાના પરમાણુઓ ધરાવતા હોય ?
- સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં પરમાણ્વીય કદમાં કેવી રીતે ફેરફાર થાય છે ?

તમે જોશો કે સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં પરમાણ્વીય કદ વધે છે. આવું એટલા માટે થાય છે કે સમૂહમાં નીચે તરફ જતા નવી કક્ષાઓ ઉમેરાય છે. તેનાથી કેન્દ્ર તથા સૌથી બહારની કક્ષા વચ્ચેનું અંતર વધે છે. તેથી જ કેન્દ્રીય વીજભાર વધવા છતાં પરમાણ્વીય કદ વધી જાય છે.

ધાત્વીય અને અધાત્વીય ગુણધર્મો (Metallic and Non-metallic Properties)

પ્રવૃત્તિ 5.9

- ત્રીજા આવર્તનાં તત્ત્વો તપાસો અને તેમને ધાતુઓ તેમજ અધાતુઓ સ્વરૂપે વર્ગીકૃત કરો.
- આવર્તકોષ્ટકની કઈ બાજુ તમને ધાતુઓ જોવા મળે છે ?
- આવર્તકોષ્ટકની કઈ બાજુ તમને અધાતુઓ જોવા મળે છે ?

આપણે જોઈ શકીએ છીએ તેમ Na અને Mg જેવી ધાતુઓ આવર્તકોષ્ટકમાં ડાબી બાજુ અને સલ્ફર અને ક્લોરિન જેવી અધાતુઓ જમણી બાજુ રહેલી છે. મધ્યમાં આપણી પાસે સિલિકોન છે કે જે અર્ધધાતુ અથવા ઉપધાતુ તરીકે વર્ગીકૃત થયેલ છે કારણ કે તે ધાતુઓ અને અધાતુઓ બંનેના કેટલાક ગુણધર્મો ધરાવે છે.

આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં એક વાંકીચૂંકી રેખા ધાતુને અધાતુથી અલગ કરે છે. આ રેખાની કિનારી પર આવેલાં તત્ત્વો-બોરોન, સિલિકોન, જર્મેનિયમ, આર્સેનિક, ઍન્ટિમની, ટેલુરિયમ અને પોલોનિયમ મધ્યવર્તી ગુણધર્મો ધરાવે છે અને તેઓ ઉપધાતુ (Metalloid) અથવા અર્ધધાતુ (Semi-metal) કહેવાય છે.

પ્રકરણ 3 માં તમે જોયું છે તે પ્રમાણે બંધ નિર્માણ દરમિયાન ધાતુ ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવવાની વૃત્તિ ધરાવે છે એટલે કે તેઓ સ્વભાવે વિદ્યુતધનમય (Electropositive) છે.

પ્રવૃત્તિ 5.10

- તમારા મત મુજબ સમૂહમાં ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવવાની વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાય છે ?
- આવર્તમાં આ વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાય છે ?

આવર્તમાં જેમ સંયોજકતા કક્ષાના ઇલેક્ટ્રૉન પર કાર્ય કરતો અસરકારક કેન્દ્રીય વીજભાર વધે છે તેમ ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવવાની વૃત્તિ ઘટશે. સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન દ્વારા અનુભવાતો અસરકારક કેન્દ્રીય વીજભાર ઘટે છે કારણ કે સૌથી બહારના ઇલેક્ટ્રૉન કેન્દ્રથી વધારે

દૂર હોય છે. તેથી તે સહેલાઈથી દૂર થઈ શકે છે. તેથી ધાત્વીય લક્ષણ આવર્તમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ તરફ જતાં ઘટે છે અને સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં વધે છે.

બીજી બાજુ, અધાતુઓ વિદ્યુતઋણમય (Electronegative) હોય છે. તે ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને બંધ બનાવવાની વૃત્તિ ધરાવે છે. ચાલો આપણે આ ગુણધર્મના ફેરફાર વિશે શીખીએ.

પ્રવૃત્તિ 5.11

- આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં ઇલેક્ટ્રૉન સ્વીકારવાની વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાશે ?
- સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં ઇલેક્ટ્રૉન સ્વીકારવાની વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાશે ?

વિદ્યુતઋણતાના વલણમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે અધાતુઓ આવર્તકોષ્ટકમાં જમણી તરફ ઉપરની બાજુ રહેલી હોય છે.

આ વલણ આપણને તત્ત્વો દ્વારા બનતા ઑક્સાઇડના સ્વભાવ વિશે અનુમાન કરવા માટે પણ મદદરૂપ થાય છે, કારણ કે તમે જાણો છો કે સામાન્ય રીતે ધાતુઓના ઑક્સાઇડ બેઝિક અને અધાતુઓના ઑક્સાઇડ ઍસિડિક હોય છે.

પ્રશ્નો

1. આધુનિક આવર્તકોષ્ટક મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની વિવિધ વિસંગતતાઓ કેવી રીતે દૂર કરી શક્યું ?
2. તમારી ધારણા મુજબ મૅગ્નેશિયમ જેવી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ દર્શાવતાં બે તત્ત્વોનાં નામ આપો. તમારી પસંદગીનો આધાર શું છે ?
3. નામ આપો :
   (a) ત્રણ તત્ત્વો કે જે તેમની બાહ્યતમ કક્ષામાં એક ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે.
   (b) બે તત્ત્વો કે જે તેમની બાહ્યતમ કક્ષામાં બે ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે.
   (c) સંપૂર્ણ ભરાયેલી બાહ્યતમ કક્ષા ધરાવતાં ત્રણ તત્ત્વો.
4. (a) લિથિયમ, સોડિયમ, પોટૅશિયમ આ બધી એવી ધાતુઓ છે કે જે પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રોજન વાયુ મુક્ત કરે છે. શું આ તત્ત્વોના પરમાણુઓમાં કોઈ સમાનતા છે ?
   (b) હીલિયમ એક નિષ્ક્રિય વાયુ છે જ્યારે નિયૉનની પ્રતિક્રિયાત્મકતા ખૂબ જ ઓછી છે. તેમના પરમાણુઓમાં કોઈ સમાનતા છે ?
5. આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં પ્રથમ દસ તત્ત્વોમાં કઈ ધાતુઓ છે ?
6. આવર્તકોષ્ટકમાં તેમના સ્થાનને ધ્યાનમાં લેતા નીચે દર્શાવેલાં તત્ત્વો પૈકી કયું તત્ત્વ તમારી ધારણા અનુસાર સૌથી વધુ ધાત્વીય લક્ષણ ધરાવે છે ?
   Ga   Ge   As   Se   Be

તમે શીખ્યાં કે

- તત્ત્વોને તેમના ગુણધર્મોમાં સમાનતાના આધારે વર્ગીકૃત કરવામાં આવ્યા છે.
- ડોબરેનરે તત્ત્વોને ત્રિપુટીમાં વર્ગીકૃત કર્યા જ્યારે ન્યૂલૅન્ડે અષ્ટકનો નિયમ આપ્યો.
- મેન્ડેલીફે તત્ત્વોને તેમના પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમ તથા રાસાયણિક ગુણધર્મોને આધારે ગોઠવ્યા.
- મેન્ડેલીફે તેમના આવર્તકોષ્ટકમાં ખાલી સ્થાનના આધારે હજી શોધાવાનાં બાકી તત્ત્વોના અસ્તિત્વ વિશે પણ આગાહી કરી.
- પરમાણ્વીય દળના ચડતા ક્રમને આધારે તત્ત્વોને ગોઠવતા થતી વિસંગતતા, પરમાણ્વીય-ક્રમાંકના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવતા દૂર થઈ ગઈ. તત્ત્વના આ મૂળભૂત ગુણધર્મની શોધ મોસેલે (Moseley) દ્વારા થઈ હતી.
- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોને 18 ઊભા સ્તંભો કે જેને સમૂહ કહે છે અને 7 આડી હરોળ કે જેને આવર્ત કહે છે તેમાં ગોઠવવામાં આવેલા છે.
- આ પ્રકારે ગોઠવાયેલાં તત્ત્વો પરમાણ્વીય કદ, સંયોજકતા અથવા સંયોજાવાની ક્ષમતા તથા ધાત્વીય અને અધાત્વીય લક્ષણ જેવા ગુણધર્મોની આવર્તનીયતા દર્શાવે છે.

સ્વાધ્યાય

1. આવર્તકોષ્ટકમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં બદલાતા વલણ વિશે નીચેનાં વિધાનો પૈકી કયું વિધાન સાચું નથી ?

(a) તત્ત્વનો ધાત્વીય ગુણ ઘટતો જાય છે.

(b) સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા વધતી જાય છે.

(c) પરમાણુઓ સહેલાઈથી તેમના ઇલેક્ટૉન ગુમાવે છે.

(d) ઑક્સાઇડ વધુ ઍસિડિક બને છે.

2. તત્ત્વ X, XCl_2 સૂત્ર ધરાવતો ક્લોરાઇડ બનાવે છે, જે ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવતો ઘન પદાર્થ છે. X મહદંશે એવા સમાન સમૂહમાં હશે કે જેમાં ...... હશે.

(a) Na (b) Mg (c) Al (d) Si

3. કયા તત્ત્વમાં

(a) બે કક્ષાઓ છે તથા બંને ઇલેક્ટ્રૉનથી સંપૂર્ણ ભરાયેલ છે ?

(b) ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના 2, 8, 2 છે ?

(c) કુલ ત્રણ કક્ષા છે કે જે સંયોજકતા કક્ષામાં ચાર ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે ?

(d) કુલ બે કક્ષા છે કે જે સંયોજકતા કક્ષામાં ત્રણ ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે ?

(e) બીજી કક્ષામાં પ્રથમ કક્ષા કરતાં બમણા ઇલેક્ટ્રૉન છે ?

4. (a) આર્વતકોષ્ટકમાં બોરોન જે સમૂહમાં છે તે જ સમૂહનાં તમામ તત્ત્વોનો કયો ગુણધર્મ સમાન છે ?

(b) આવર્તકોષ્ટકમાં ફ્લોરિન જે સમૂહમાં છે તે જ સમૂહનાં તમામ તત્ત્વોનો કયો ગુણધર્મ સમાન છે ?

5. એક પરમાણુની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના 2, 8, 7 છે.

(a) આ તત્ત્વનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક કેટલો છે ?

(b) નીચેના પૈકી કયા તત્ત્વ સાથે તે રાસાયણિક રીતે સમાનતા ધરાવતું હશે ? (પરમાણ્વીય-ક્રમાંક કૌંસમાં આપેલ છે.)

N(7) F(9) P(15) Ar(18)

6. આવર્તકોષ્ટકમાં ત્રણ તત્ત્વો A, B તથા Cનું સ્થાન નીચે દર્શાવેલ છે –

સમૂહ 16	**સમૂહ 17**
–	–
–	A
–	–
B	C

(a) જણાવો કે, A ધાતુ છે કે અધાતુ.
(b) જણાવો કે, A ની સરખામણીમાં C વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે કે ઓછું પ્રતિક્રિયાત્મક.
(c) C નું કદ B કરતાં મોટું હશે કે નાનું ?
(d) તત્ત્વ A કયા પ્રકારના આયન-ધનાયન કે ઋણાયન બનાવશે ?

7. નાઈટ્રોજન (પરમાણ્વીય–ક્રમાંક 7) તથા ફૉસ્ફરસ (પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 15) આવર્તકોષ્ટકના સમૂહ 15 ના સભ્યો છે. આ બંને તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના લખો. આમાંથી કયું તત્ત્વ વધુ વિદ્યુતઋણમય હશે ? શા માટે ?

8. પરમાણુની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચનાને તેના આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં સ્થાન સાથે શો સંબંધ છે ?

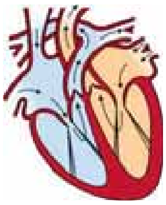
9. આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં કૅલ્શિયમ (પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 20)ની ચારે તરફ 12, 19, 21 તથા 38 પરમાણ્વીય-ક્રમાંક ધરાવતાં તત્ત્વો રહેલાં છે. આમાંથી કયાં તત્ત્વોના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો કૅલ્શિયમ જેવા જ છે ?

10. મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકમાં અને આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોની ગોઠવણીમાં સમાનતા અને ભિન્નતા દર્શાવો.

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

(I) આપણે તત્ત્વોનું વર્ગીકરણ કરવા માટે કરેલા મુખ્ય પ્રયત્નોની ચર્ચા કરી (ઈન્ટરનેટ અથવા લાઈબ્રેરીમાંથી) આ વર્ગીકરણ માટે કરેલા અન્ય પ્રયત્નો વિશે જાણકારી મેળવો.

(II) આપણે આવર્તકોષ્ટકના વિસ્તૃત સ્વરૂપનો અભ્યાસ કર્યો છે. આધુનિક આવર્ત નિયમનો ઉપયોગ તત્ત્વોને અન્ય રીતો દ્વારા ગોઠવવા માટે પણ થયેલો છે. શોધી કાઢો તે કઈ રીતો છે ?



પ્રકરણ 6
જૈવિક ક્રિયાઓ
(Life Processes)

આપણે સજીવ અને નિર્જીવનો ભેદ કેવી રીતે કરીએ છીએ ? જો આપણે કૂતરાને દોડતો જોઈએ છીએ, ગાયને વાગોળતાં જોઈએ અથવા કોઈ માણસને જોરથી બૂમ પાડતાં જોઈએ તો આપણે સમજી જઈએ છીએ કે તે સજીવ છે. પણ જો કૂતરો, ગાય કે માણસ સૂતેલાં હોય તો ? હા, તોપણ આપણે તેમને સજીવ જ માનીશું. પણ આપણને તે કઈ રીતે ખબર પડી ? આપણે તેમને શ્વાસ લેતાં જોઈએ છીએ અને આપણને ખબર પડે છે કે તે જીવંત છે. તો પછી વનસ્પતિ માટે શું કહેશો ? તેઓ જીવંત છે તેની ખબર આપણને કઈ રીતે પડશે ? આપણામાંથી કેટલાક કહેશે કે તેઓ લીલા રંગની દેખાય છે. પરંતુ તે વનસ્પતિઓના વિષયમાં શું કહી શકીએ કે જેઓનાં પર્ણો લીલા ન રહેતાં અન્ય રંગના હોય છે ? તેઓ (વનસ્પતિઓ) સમયની સાથે વૃદ્ધિ કરે છે. આમ, આપણે કહી શકીએ છીએ કે તેઓ (વનસ્પતિઓ) સજીવ છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, આપણે સજીવનાં સામાન્ય પુરાવાઓ કે લક્ષણો વિશે કે તેઓનાં કાર્યો પર વિચાર કરીએ છીએ, તે વૃદ્ધિ સંબંધિત કે અન્ય કાર્યો હોઈ શકે છે. જે વનસ્પતિ દેખીતી રીતે વૃદ્ધિ પામતી નથી એ પણ જીવંત છે અને કેટલાંક પ્રાણીઓ દેખીતી રીતે હલનચલન વગર શ્વાસ લેતા હોય છે. આમ, માત્ર દેખીતી રીતે થતાં હલનચલનને જ જીવંત હોવાની લાક્ષણિકતાની વ્યાખ્યા તરીકે ગણી શકાય નહિ.

ખૂબ જ નાના પાયે થનારી ક્રિયાઓ નરી આંખે જોઈ શકાતી નથી. ઉદાહરણ તરીકે, અણુઓની ગતિઓ કે કાર્યો શું આ અદૃશ્ય આણ્વીય ગતિ કે કાર્ય જીવન માટે જરૂરી છે ? જો આપણે આ પ્રશ્ન કોઈ વ્યવસાયિક જીવવિજ્ઞાનીને કરીએ તો તેમનો જવાબ હકારાત્મક હશે. વાસ્તવમાં વિષાણુ (વાઇરસ)ની અંદર કોઈ આણ્વીય ગતિ થતી નથી. (જ્યાં સુધી તે કોઈ કોષમાં દાખલ ન થાય ત્યાં સુધી) આમ, આ કારણે આ વિવાદાસ્પદ બાબત રહી છે કે ખરેખર વાઇરસ સજીવ છે કે નિર્જીવ.

જીવન માટે આણ્વીય ગતિઓ કે ક્રિયાઓ કેમ જરૂરી છે ? અગાઉનાં ધોરણોમાં આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે સજીવની સંરચના સુસંગઠિત (સુઆયોજિત) હોય છે. તેમાં પેશી હોય છે. પેશીઓમાં કોષો હોય છે, કોષોમાં નાનાં ઘટકો પણ હોય છે. સજીવની આ સંગઠિત કે સુવ્યવસ્થિત સંરચના સમયની સાથે-સાથે પર્યાવરણની અસરને કારણે વિઘટિત થાય છે. જો આ વ્યવસ્થા તૂટે તો સજીવ વધારે સમય સુધી જીવિત રહી શકે નહિ. તેથી સજીવોના શરીરમાં સમારકામ તથા રક્ષણની જરૂરિયાત હોય છે. આ બધી સંરચનાઓ અણુઓથી બનેલી હોવાથી તેમણે અણુઓને સતત ગતિશીલ કે કાર્યરત રાખવા જોઈએ.

સજીવોમાં જાળવણીની ક્રિયાઓ શું છે ? આવો, શોધીએ.

6.1 જૈવિક ક્રિયા એટલે શું ? (What are Life Processes ?)

સજીવોના રક્ષણનું કાર્ય નિરંતર થવું જોઈએ. આ કાર્ય ત્યારે પણ થાય છે જ્યાં કોઈ ચોક્કસ કાર્ય થતું ન હોય. જ્યારે આપણે સૂતા હોઈએ છીએ અથવા વર્ગખંડમાં બેઠાં હોઈએ ત્યારે પણ આ રક્ષણનું

કાર્ય થતું રહે છે. તેવી બધી જ ક્રિયાઓ કે જે સામૂહિક રૂપમાં જાળવણીનું કાર્ય કરે છે તેને જૈવિક ક્રિયાઓ કહેવાય છે.

ઈજા કે તૂટવાની ક્રિયાને રોકવા માટે જાળવણીની ક્રિયાની આવશ્યકતા હોય છે, જેના માટે ઊર્જાની આવશ્યકતા હોય છે. સજીવના શરીરમાં આ ઊર્જા બહારથી આવે છે. જેથી ઊર્જાના સ્રોતને બહારથી સજીવના શરીરમાં સ્થળાંતરણ કરાવવા માટે કોઈ ક્રિયા થવી જોઈએ. આ ઊર્જાના સ્રોતને આપણે ખોરાક કે આહાર કહીએ છીએ તે શરીરની અંદર દાખલ કરવાની ક્રિયાને પોષણ કહીએ છીએ. જો સજીવમાં શારીરિક વૃદ્ધિ થાય છે તો તેઓના માટે તેઓએ વધારાની કાચી સામગ્રીઓની પણ આવશ્યકતા કે જરૂરિયાત હોય છે. પૃથ્વી પર જીવન, કાર્બન આધારિત અણુઓ પર નિર્ભર છે. આમ, મોટા ભાગના ખાદ્યપદાર્થો પણ કાર્બન આધારિત છે. આ કાર્બન સ્રોતોની જટિલતાને અનુસરીને વિવિધ સજીવ વિભિન્ન પ્રકારના પોષણની ક્રિયાઓ ધરાવે છે.

ઊર્જાના આ બાહ્યસ્રોત વિવિધ પ્રકારના હોઈ શકે છે. જોકે પર્યાવરણ કોઈ એક સજીવનાં નિયંત્રણમાં નથી. શરીરની અંદરની ઊર્જાના આ સ્રોતોનું વિઘટન કે નિર્માણની જરૂરિયાત હોય છે. જેથી આ અંતિમ ઊર્જાનો સ્રોત એક સમાન ઊર્જાસ્રોતમાં પરિવર્તિત થઈ જવો જોઈએ અને આ વિવિધ અણુઓની આણ્વીય ગતિઓ કે કાર્યો માટે તેમજ વિવિધ સજીવ શરીરના રક્ષણ અને શરીરની વૃદ્ધિ માટે ઉપયોગી આવશ્યક અણુઓનું નિર્માણ થવું જોઈએ. તેના માટે શરીરની અંદર રાસાયણિક ક્રિયાઓની એક શૃંખલાની જરૂરિયાત હોય છે. ઑક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ અણુઓના વિઘટનની કેટલીક સામાન્ય રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ છે. તેના માટે વધુ માત્રામાં શરીરની બહારના સ્રોતમાંથી ઑક્સિજન મેળવવો પડે છે. શરીરની બહારથી ઑક્સિજનને ગ્રહણ કરી અને કોષોની આવશ્યકતા કે જરૂરિયાતને અનુલક્ષીને ખાદ્ય સ્રોતનું વિઘટનમાં ઉપયોગ કરવાની ક્રિયાને આપણે શ્વસન કહીએ છીએ.

એક કોષીય સજીવના કિસ્સામાં સંપૂર્ણ સપાટી પર્યાવરણની સાથે સંપર્કમાં રહે છે તેથી તેઓને ખોરાક ગ્રહણ કરવા માટે, વાયુઓની આપ-લે કરવા માટે કે ઉત્સર્ગ પદાર્થ કે નકામા પદાર્થોના નિકાલ માટે કોઈ વિશિષ્ટ અંગની જરૂરિયાત હોતી નથી. પરંતુ, જ્યારે સજીવના શરીરના કદમાં વધારો થાય અને શારીરિક વધારો થવાથી વધારે જટિલ શરીર બને છે ત્યારે શું થાય છે ? બહુકોષીય સજીવોમાં બધા કોષો પોતાની આસપાસના પર્યાવરણની સાથે સીધા સંપર્કમાં હોતા નથી. આથી, બધા કોષોની જરૂરિયાતની પૂર્તિ સામાન્ય પ્રસરણ દ્વારા થતી નથી.

આપણે અગાઉ જોઈ ગયાં છીએ કે બહુકોષીય સજીવોમાં વિવિધ કાર્યોને કરવા માટે ભિન્ન ભિન્ન અંગ વિશિષ્ટીકરણ પામે છે. આપણે આ ચોક્કસ પેશીઓથી અને સજીવના શરીરમાં તેઓના સંગઠનથી પરિચિત છીએ. તેમાં કોઈ આશ્ચર્ય નથી કે ખોરાક અને ઑક્સિજનનું અંતઃગ્રહણ પણ વિશિષ્ટ પ્રકારની પેશીઓનું કાર્ય છે. આનાથી એક મુશ્કેલી એ ઉદ્ભવે છે કે ખોરાક તેમજ ઑક્સિજનનું અંતઃગ્રહણ કેટલાંક ચોક્કસ અંગો દ્વારા જ થાય છે, પરંતુ તેની જરૂરિયાત શરીરના બધા ભાગોને હોય છે. આ ખોરાક તેમજ ઑક્સિજનને એક સ્થાનથી બીજા સ્થાન સુધી લઈ જવા માટે વહનતંત્રની આવશ્યકતા હોય છે.

જ્યારે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં કાર્બન સ્રોત અને ઑક્સિજનનો ઉપયોગ ઊર્જાપ્રાપ્તિ માટે થાય છે, ત્યારે એવી નીપજો કે ઉત્પાદકો પણ બને છે જે શરીરના કોષો માટે માત્ર બિનઉપયોગી

જ નહિ પણ તે હાનિકારક પણ હોઈ શકે છે. આ નકામા, ઉત્સર્ગ ઉત્પાદનો કે નીપજોને શરીરમાંથી બહાર કાઢવા અતિ આવશ્યક હોય છે. આ ક્રિયાને આપણે ઉત્સર્જન કહીએ છીએ. જો બહુકોષીય સજીવોમાં શરીર-અંગ સંરચનાના મૂળભૂત નિયમોનું પાલન કરે છે, તો ઉત્સર્જન માટે વિશિષ્ટ પેશીનું સર્જન થશે. આનો અર્થ એ છે કે પરિવહન તંત્રએ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને કોષોમાંથી ઉત્સર્જન પેશી સુધી પહોંચાડવા પડશે.

ચાલો, આપણે જીવન ટકાવી રાખવા માટે જરૂરી ક્રિયાઓના વિશે એક-એકનો તબક્કાવાર વિચાર કરીએ.

પ્રશ્નો

1. શા માટે, આપણા જેવા બહુકોષીય સજીવોમાં ઑક્સિજનની જરૂરિયાત પૂરી કરવા માટે પ્રસરણ એ અપૂરતી ક્રિયા છે ?
2. કોઈ વસ્તુ જીવંત છે, તેમ નક્કી કરવા માટે આપણે કયા માપદંડનો ઉપયોગ કરીશું ?
3. કોઈ સજીવ દ્વારા કઈ બાહ્ય કાચી સામગ્રીઓનો ઉપયોગ કરાય છે ?
4. જીવન ટકાવી રાખવા માટે તમે કઈ ક્રિયાઓને જરૂરી ગણશો ?

6.2 પોષણ (Nutrition)

જ્યારે આપણે ફરતા કે ટહેલતા હોઈએ છીએ કે સાઇકલની સવારી કરીએ છીએ ત્યારે આપણે ઊર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. વળી, જ્યારે આપણે દેખીતી રીતે કોઈ પ્રવૃત્તિ ન કરતાં હોઈએ ત્યારે પણ આપણાં શરીરની પ્રવર્તમાન સ્થિતિ જાળવી રાખવા પણ ઊર્જા તો જરૂરી જ છે. રક્ષણ કરવા માટે ઊર્જાની આવશ્યકતા હોય છે. વૃદ્ધિ, વિકાસ, પ્રોટીન સંશ્લેષણ વગેરેમાં આપણા શરીરને બહારથી પણ પદાર્થોની જરૂરિયાત હોય છે. આ ઊર્જાનો સ્રોત અને પદાર્થ જે આપણે જમીએ છીએ તે ખોરાક કે આહાર છે.

સજીવ પોતાનો ખોરાક કે આહાર કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરે છે ?

(How do living things get their food ?)

બધા સજીવોમાં ઊર્જા અને પદાર્થોની સામાન્ય જરૂરિયાત સમાન હોય છે. પરંતુ તેઓની પૂર્તિ/પૂર્તતા ભિન્ન-ભિન્ન રીતોથી થાય છે. કેટલાક સજીવો અકાર્બનિક સ્રોતોમાંથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણીના સ્વરૂપમાં સરળતમ પદાર્થો પ્રાપ્ત કરે છે. આ સજીવો સ્વયંપોષી છે, જેમાં બધી જ લીલી વનસ્પતિઓ અને કેટલાક જીવાણુઓનો સમાવેશ થાય છે. બીજા સજીવો જટિલ પદાર્થોનો ઉપયોગ કરે છે. આ જટિલ પદાર્થોને સરળ પદાર્થોમાં વિઘટન કે વિખંડન કરવા આવશ્યક હોય છે કે જેથી તે સજીવની જાળવણી અને વૃદ્ધિમાં ઉપયોગી બની શકે છે. તેઓને પ્રાપ્ત કરવા માટે સજીવ જૈવ ઉદ્દીપકનો ઉપયોગ કરે છે જેઓને ઉત્સેચકો કહે છે. આમ, વિષમપોષીઓ અસ્તિત્વ ટકાવી રાખવા માટે પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે સ્વયંપોષી પર આધારિત હોય છે. પ્રાણી અને ફૂગ આ પ્રકારના વિષમપોષી સજીવોમાં સમાયેલ છે.

6.2.1 સ્વયંપોષી પોષણ (Autotrophic Nutrition)

સ્વયંપોષી સજીવની કાર્બન અને ઊર્જાની જરૂરિયાતો પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા પૂરી થાય છે. આ તે ક્રિયા છે જેમાં સ્વયંપોષી બહારથી લીધેલા પદાર્થોને ઊર્જા સંચિત સ્વરૂપમાં પરિવર્તિત કરી નાખે છે. આ પદાર્થો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણીના સ્વરૂપમાં લેવાય છે; જે સૂર્યના પ્રકાશ અને ક્લોરોફિલની હાજરીમાં કાર્બોદિતોમાં પરિવર્તિત કરી નાખે છે. વનસ્પતિઓને ઊર્જા આપવા માટે કાર્બોદિત વપરાય છે. આ પછીના વિભાગમાં આપણે અભ્યાસ કરીશું કે આ કેવી રીતે થાય છે. જે કાર્બોદિત તરત જ વપરાતાં નથી, તેઓ સ્ટાર્ચકણ કે મંડકણના સ્વરૂપમાં સંચય થાય છે, જે આંતરિક ઊર્જા સંગ્રહની જેમ કાર્ય કરે છે અને વનસ્પતિઓ દ્વારા જરૂરિયાત અનુસાર ઉપયોગમાં પણ લઈ લેવાય છે. કંઈક આવા પ્રકારની સ્થિતિ આપણા શરીરની અંદર પણ જોઈ શકાય છે. આપણા દ્વારા ખાવા માટે લેવાયેલા ખોરાકમાંથી ઉત્પન્ન ઊર્જાનો કેટલોક ભાગ શરીરમાં ગ્લાયકોજનના સ્વરૂપમાં સંચય પામતો હોય છે.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{સૂર્યપ્રકાશ}]{\text{ક્લોરોફિલ}} \underset{\text{(ગ્લુકોઝ)}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2 + 6H_2O$$

આપણે હવે જોઈએ કે પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયામાં વાસ્તવમાં શું થાય છે ? આ ક્રિયા દરમિયાન નીચે આપેલ ઘટનાઓ દર્શાવાય છે :

(i) ક્લોરોફિલ દ્વારા પ્રકાશઊર્જાનું શોષણ કરવું.

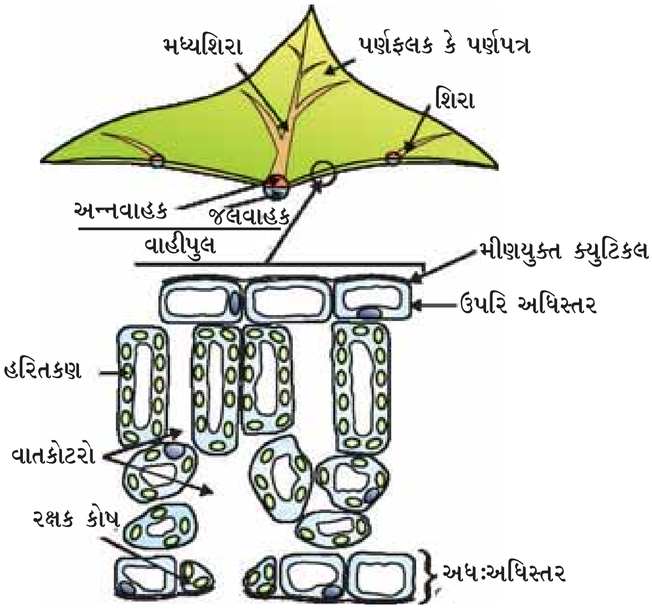
(ii) પ્રકાશઊર્જાને રાસાયણિક ઊર્જામાં રૂપાંતરિત કરવી અને પાણીના અણુઓનું હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજનમાં વિઘટન કરવું.

(iii) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું કાર્બોદિતોમાં રિડક્શન થવું.

જરૂરી નથી કે આ બધા તબક્કાઓ એક પછી એક તરત જ થાય. ઉદાહરણ તરીકે, રણનિવાસી (મરુનિવાસી/મરુદ્‌ભિદ) વનસ્પતિઓ રાત્રિ દરમિયાન કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ લે છે અને એક મધ્યવર્તી નીપજ બનાવે છે. જે ક્લોરોફિલ વડે દિવસ દરમિયાન શોષણ પામેલી ઊર્જા વડે કાર્યરત થાય છે.

આવો, આપણે જોઈએ કે ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાના પ્રત્યેક ઘટક પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે કઈ રીતે ઉપયોગી કે આવશ્યક છે.

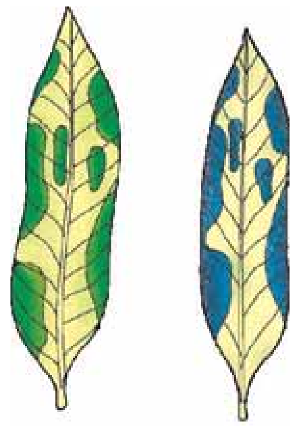
જો તમે ધ્યાનપૂર્વક એક પર્ણના અનુપ્રસ્થ છેદ (T.S. = Transverse Section)નું સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર દ્વારા અવલોકન કરો તો (આકૃતિ 6.1) તમે નોંધી શકશો કે કેટલાક કોષોમાં લીલા રંગનાં ટપકાં જોવા મળે છે. આ લીલા ટપકાંઓ કોષોમાંની કોષીય અંગિકા છે જેને હરિતકણ (Chloroplast) કહે છે, તેમાં હરિતદ્રવ્ય (Chlorophyll) હોય છે. આવો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ જે દર્શાવશે કે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે ક્લોરોફિલ આવશ્યક છે.



આકૃતિ 6.1
પર્ણનો ત્રાંસો છેદ (T.S.)

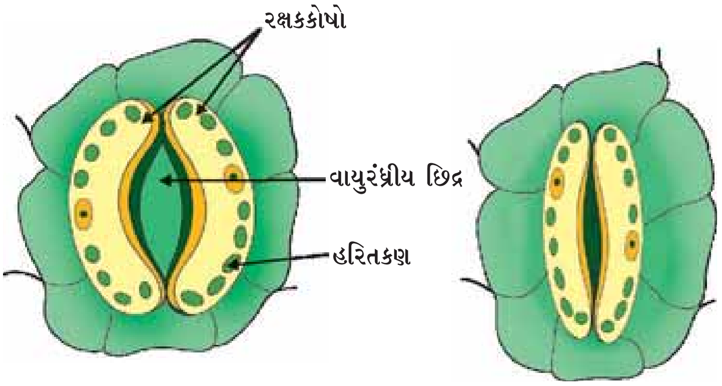
પ્રવૃત્તિ 6.1

- વિવિધ રંગી પર્ણો ધરાવતા કૂંડામાં ઉગાડેલા એક છોડને લો. (ઉદાહરણ તરીકે મનીપ્લાન્ટ (Pothos) કે ક્રોટોનનો છોડ)
- કુંડામાં ઉગાડેલ છોડને ત્રણ દિવસ અંધારામાં રાખો જેથી તેમનો મંડ (સ્ટાર્ચ) સંપૂર્ણપણે વપરાઈ જાય.
- હવે, કુંડામાં ઉગાડેલ છોડને લગભગ છ કલાક માટે સૂર્યના પ્રકાશમાં રાખો.
- છોડ પરથી એક પર્ણ તોડી લો. તેના લીલા ભાગને અંકિત કરો અને તેને એક કાગળ પર ટ્રેસ કરો. (દોરી લો.)
- કેટલીક મિનિટો માટે આ પર્ણને ઉકળતા પાણીમાં નાખો.
- ત્યાર બાદ તેને (પર્ણને) આલ્કોહોલથી ભરેલા બીકરમાં ડુબાડી દો.
- આ બીકરને સાવચેતીથી વૉટરબાથમાં રાખીને ત્યાં સુધી ગરમ કરો જ્યાં સુધી આલ્કોહોલ ઊકળવા ન લાગે.
- પર્ણના રંગનું શું થાય છે ? દ્રાવણનો રંગ કેવો થાય છે ?
- હવે કેટલીક મિનિટ માટે આ પર્ણને આયોડિનના મંદ દ્રાવણમાં નાખો.
- પર્ણને બહાર કાઢીને તેના પરના આયોડિનને ધોઈ નાંખો.
- પર્ણના રંગનું અવલોકન કરો અને શરૂઆતમાં પર્ણને ટ્રેસ કર્યો હતો તેની સાથે તેની તુલના રંગને અનુલક્ષીને કરો. (આકૃતિ 6.2)
- પર્ણના વિવિધ ભાગોમાં મંડ (સ્ટાર્ચ)ની હાજરીના માટે તમે શું નિર્ણય લેશો ?



આકૃતિ 6.2
ડાઘાયુક્ત પર્ણ (a) પહેલા અને (b) સ્ટાર્ચ કસોટી પછી

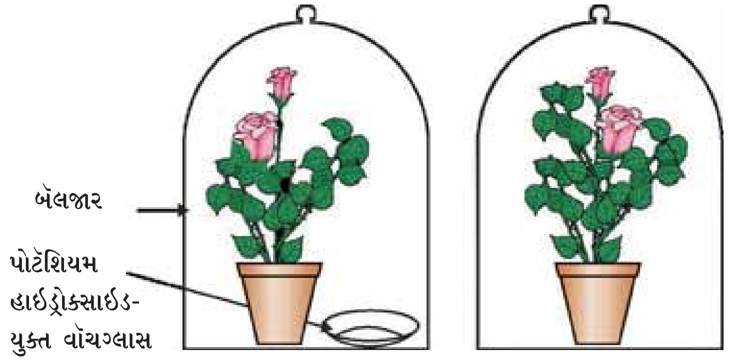
હવે, આપણે અભ્યાસ કરીએ કે વનસ્પતિ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરે છે ? ધોરણ IXમાં આપણે વાયુરંધ્ર કે પર્ણરંધ્ર અથવા રંધ્રની ચર્ચા કરી હતી. જે પર્ણની સપાટી પર સૂક્ષ્મ છિદ્ર સ્વરૂપે હોય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે વાયુઓનો મોટા ભાગનો વિનિમય આ છિદ્રો દ્વારા થાય છે. પરંતુ અહીંયાં તે જાણવું પણ જરૂરી છે કે વાયુઓનો વિનિમય પ્રકાંડ, મૂળ અને પર્ણોની સપાટી દ્વારા પણ થાય છે. આ રંધ્રો દ્વારા મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો વ્યય પણ થાય છે. આમ, જ્યારે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડની જરૂરિયાત હોતી નથી ત્યારે વનસ્પતિ આ છિદ્રો કે રંધ્રોને બંધ રાખે છે. રંધ્રો કે છિદ્રોની ખૂલવાની અને બંધ થવાની ક્રિયાનું કાર્ય રક્ષકકોષો દ્વારા થાય છે. રક્ષકકોષોમાં જ્યારે પાણી અંદર આવે છે ત્યારે તે ફૂલે છે અને રંધ્રના છિદ્રને ખોલે છે. તેવી જ રીતે રક્ષકકોષો સંકોચન પામે છે ત્યારે છિદ્ર બંધ થઈ જાય છે.



આકૃતિ 6.3 (a) ખુલ્લો વાયુરંધ્ર અને (b) બંધ વાયુરંધ્ર છિદ્ર

પ્રવૃત્તિ 6.2

- લગભગ સમાન કદ ધરાવતા બે તંદુરસ્ત છોડ ઉગાડેલા કૂંડા લો.
- ત્રણ દિવસ સુધી તેઓને અંધારા ઓરડામાં રાખો.
- હવે પ્રત્યેક છોડને અલગ-અલગ કાચની પટ્ટી પર રાખો. એક છોડની પાસે વૉચગ્લાસમાં પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (KOH) મૂકો. પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનો ઉપયોગ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના શોષણ માટે થાય છે.
- આકૃતિ 6.4 અનુસાર બંને છોડને અલગ-અલગ બૅલજારથી ઢાંકી દો.
- જારના તળિયાના ભાગને સીલ કરવા માટે કાચની પટ્ટી પર વેસેલીન લગાવાય છે. તેના ઉપયોગથી વાયુ બૅલજારમાં પ્રવેશતો અટકે છે (અવરોધાય છે).
- લગભગ બે કલાક માટે બંને છોડને સૂર્યના પ્રકાશમાં રાખો.
- પ્રત્યેક છોડમાંથી એક પર્ણ તોડો અને ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિની જેમ (6.1) તેમાં મંડ કે સ્ટાર્ચની હાજરીની ચકાસણી કરો.
- શું બંને પર્ણોમાં સમાન પ્રમાણમાં સ્ટાર્ચની હાજરી દર્શાય/દેખાય છે ?
- આ પ્રવૃત્તિ દ્વારા તમે શું નિર્ણય કરશો ?



આકૃતિ 6.4 પ્રાયોગિક ગોઠવણી (a) પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડયુક્ત (b) પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડવિહીન

ઉપર્યુક્ત બંને પ્રવૃત્તિઓને આધારે શું આપણે એવો પ્રયોગ કરી શકીએ છીએ કે જેનાથી એ પ્રદર્શિત થઈ શકે કે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે સૂર્યના પ્રકાશની જરૂરિયાત હોય છે ?

અત્યાર સુધી આપણે આ ચર્ચા કરી ચૂક્યા છીએ કે સ્વયંપોષી સજીવો પોતાની ઊર્જાની જરૂરિયાતની પ્રાપ્તિ કેવી રીતે કરે છે ? પરંતુ તેઓને પણ પોતાના શરીરના નિર્માણ માટે અન્ય કાચી સામગ્રીની જરૂરિયાત હોય છે. સ્થળજ વનસ્પતિઓ પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે જરૂરી પાણીની પ્રાપ્યતા ભૂમિમાં રહેલા મૂળ દ્વારા, ભૂમિમાંથી પાણીનું શોષણ કરીને મેળવે છે. નાઇટ્રોજન, ફૉસ્ફરસ, આયર્ન

(લોહ) અને મૅગ્નેશિયમ જેવાં અન્ય દ્રવ્યો કે પદાર્થો પણ ભૂમિ કે જમીનમાંથી મેળવે છે. નાઇટ્રોજન એક આવશ્યક ખનિજતત્ત્વ છે જેનો ઉપયોગ પ્રોટીન અને અન્ય સંયોજનોના સંશ્લેષણમાં થાય છે. જે અકાર્બનિક નાઇટ્રેટ કે નાઇટ્રાઇટના સ્વરૂપમાં મેળવાય છે અથવા તે કાર્બનિક પદાર્થોના સ્વરૂપમાં મેળવાય છે કે જેઓનું નિર્માણ બૅક્ટેરિયા દ્વારા વાતાવરણીય નાઇટ્રોજનમાંથી થાય છે.

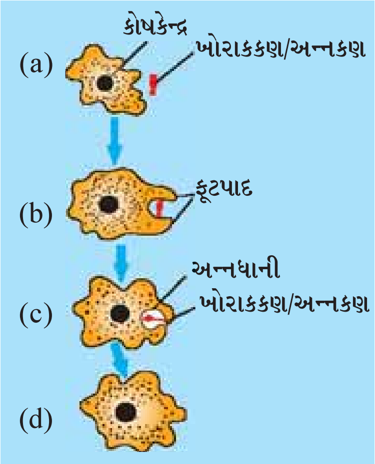
6.2.2 વિષમપોષી પોષણ (Heterotrophic Nutrition)

પ્રત્યેક સજીવ પોતાના પર્યાવરણ સાથે અનુકૂલિત હોય છે. ખોરાક કે આહારના સ્વરૂપને આધારે તેમજ પ્રાપ્યતાના આધારે પોષણની રીત વિવિધ પ્રકારની હોઈ શકે છે. તેના સિવાય તે સજીવની ખોરાક ગ્રહણ કરવાની રીત પર પણ આધારિત હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો ખોરાકનો સ્રોત અચળ છે (જેમકે ઘાસ) કે ગતિશીલ છે, જેમકે હરણ, બંને પ્રકારના ખોરાકના અભિગમની રીત ભિન્ન-ભિન્ન છે અને ગાય અને વાઘ કયા પોષણ ઉપકરણનો ઉપયોગ કરે છે. સજીવો દ્વારા ખોરાક ગ્રહણ કરવાની અને તેના ઉપયોગની અનેક પ્રયુક્તિઓ છે. કેટલાક સજીવો પોષક પદાર્થોનું વિઘટન શરીરની બહાર કરે છે અને પછી તેનું શોષણ કરે છે. બ્રેડમોલ્ડ (તંતુમય ફૂગ), યીસ્ટ અને મશરૂમ વગેરે ફૂગનાં ઉદાહરણો છે. અન્ય સજીવો પોષક પદાર્થનું સંપૂર્ણ અંતઃગ્રહણ કરે છે અને તેનું પાચન શરીરની અંદર કરે છે. સજીવ દ્વારા ખોરાકના અંતઃગ્રહણ કરવાની અને તેનું પાચન કરવાની રીત તેમના શરીરની સંરચના અને કાર્યપદ્ધતિ પર નિર્ભર કરે છે. ઘાસ, ફળ, કીટક, માછલી કે મરેલા સસલાને ખાનારાં પ્રાણીઓમાં રહેલી ભિન્નતા શું તમે વિચારો છો ? કેટલાક અન્ય સજીવો વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓને મારી નાખ્યા વગર તેમનામાંથી પોષણ પ્રાપ્ત કરે છે. આ પોષણની રીત અમરવેલ, ઑર્કિડ, ઉધઈ, જૂ, જળો અને પટ્ટીકૃમિ જેવા ઘણાબધા સજીવો દ્વારા દર્શાવાય છે.

6.2.3 સજીવો તેમનું પોષણ કેવી રીતે મેળવે છે ?

(How do Organisms obtain their Nutrition ?)

ખોરાક અને તેમની અંતઃગ્રહણની રીત ભિન્ન છે. તેથી વિવિધ સજીવોમાં પાચનતંત્ર પણ અલગ પ્રકારનું હોય છે. એકકોષીય સજીવોમાં ખોરાક સંપૂર્ણ સપાટી દ્વારા મેળવાય છે. પરંતુ સજીવની જટિલતા વધવાની સાથે-સાથે વિવિધ કાર્યો કરવાવાળાં અંગો પણ વિશિષ્ટ હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, અમીબા કોષીય સપાટી પરથી આંગળી જેવા અસ્થાયી પ્રવર્ધની મદદથી ખોરાક ગ્રહણ કરે છે. આ પ્રવર્ધ ખોરાકના કણોને ઘેરી લે છે અને તેની સાથે જોડાણ કેળવીને અન્નધાની બનાવે છે (આકૃતિ 6.5). અન્નધાનીની અંદર જટિલ પદાર્થોનું વિઘટન સરળ પદાર્થોમાં થાય છે અને તે કોષરસમાં પ્રસરણ પામે છે. વધેલો ખોરાક, અપાચિત પદાર્થ કોષની સપાટીની તરફ ગતિ કરે છે અને શરીરમાંથી બહાર નિકાલ કરી દેવામાં આવે છે. પેરામિશિયમ પણ એકકોષીય સજીવ છે. તેના કોષનો એક નિશ્ચિત આકાર હોય છે અને ખોરાક એક વિશિષ્ટ સ્થાન દ્વારા જ ગ્રહણ કરી શકે છે. આ સ્થાન સુધી ખોરાક પક્ષ્મોની ગતિ દ્વારા પહોંચે છે; જે કોષની સંપૂર્ણ સપાટીને ઢાંકી દેતો હોય છે.



આકૃતિ 6.5
અમીબામાં પોષણ

6.2.4 મનુષ્યોમાં પોષણ (Nutrition in Human Beings)

પાચનમાર્ગ કે પાચનની મૂળભૂત સ્વરૂપે મુખથી ગુદા સુધી વિસ્તરેલી એક લાંબી નળી છે. આકૃતિ 6.6માં આપણે આ નળીના વિવિધ ભાગોને જોઈ શકીએ છીએ. વિવિધ કાર્યો કરવા માટે જુદા-જુદા વિસ્તારો વિશિષ્ટતા ધરાવે છે. જે ખોરાક આપણા શરીરમાં એકવાર પ્રવેશ પામે છે તેનું શું થાય છે ? આપણે અહીંયાં આ ક્રિયાની ચર્ચા કરીશું.

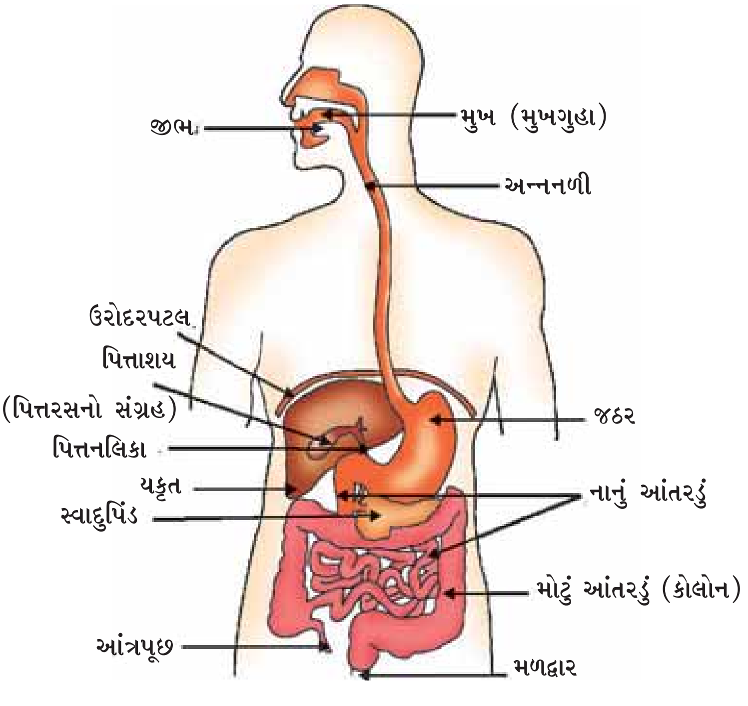
પ્રવૃત્તિ 6.3

- 1 mL 1 % સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ બે કસનળીઓ 'A' અને 'B'માં લો.
- કસનળી 'A'માં 1 mL લાળરસ (લાળ) નાંખો અને બંને કસનળીઓને 20-30 મિનિટ સુધી હલાવ્યા વગર મૂકી રાખો.
- હવે પ્રત્યેક કસનળીમાં કેટલાંક ટીપાં મંદ આયોડિનના દ્રાવણના નાંખો.
- કઈ કસનળીમાં તમને રંગ-પરિવર્તન દેખાય છે ?
- બંને કસનળીઓમાં સ્ટાર્ચની હાજરી કે ગેરહાજરીના વિશે તમે શું નિર્દેશિત કરી શકશો ?
- આ લાળરસ (લાળ)ની સ્ટાર્ચ પર થતી પ્રક્રિયાના વિશે શું દર્શાવે છે ?

આપણે વિવિધ પ્રકારના ખોરાક ખાઈએ છીએ. જેને આ એક જ પાચનમાર્ગમાંથી પસાર થવાનું હોય છે. સ્વાભાવિક રીતે ખોરાકે એક ક્રિયામાંથી પસાર થવાનું છે જેથી તેઓનું નાના-નાના સમાન ભાતવાળા કણોમાં રૂપાંતર થાય છે. આપણા દાંતો વડે ખોરાકને ચાવીને આ ક્રિયા કરવામાં આવે છે. પાચનમાર્ગનું અસ્તર ખૂબ જ નાજુક હોય છે, જેથી ખોરાકને ભીનો કરવામાં આવે છે જેથી તેમનો માર્ગ સરળ બને. જ્યારે આપણે આપણી પોતાની પસંદગીનો કોઈ પદાર્થ ખાઈએ છીએ ત્યારે આપણા મુખમાં પાણી આવે છે. આ ખરેખર પાણી નથી. આ લાળગ્રંથિમાંથી નીકળતો (સ્રવતો) એક રસ છે જેને લાળરસ કે લાળ કહે છે. આપણે જે ખોરાક ખાઈએ છીએ તેના વિશે બીજી એક બાબત એ છે કે તે જટિલ રચના ધરાવે છે. જો તેનું શોષણ પાચનમાર્ગ દ્વારા કરવું હોય તો તેનો નાના અણુઓમાં વિઘટિત કે ખંડિત કરવા જોઈએ. આ કાર્ય જૈવિક ઉદ્દીપકો દ્વારા થાય છે. જેને આપણે ઉત્સેચક કહીએ છીએ. લાળરસમાં પણ એક ઉત્સેચક હોય છે, જેને લાળરસીય એમાયલેઝ કહે છે. તે સ્ટાર્ચના જટિલ અણુનું શર્કરામાં ખંડિત કરી રૂપાંતરણ કરે છે. ખોરાકને ચાવવા દરમિયાન માંસલ જીભ ખોરાકને લાળરસની સાથે સંપૂર્ણ રીતે ભેળવી દે છે.

પાચનમાર્ગના દરેક ભાગમાં ખોરાકની નિયમિત રીતે ગતિ તેમની નિયત રીતેથી થાય તે જરૂરી છે. જેથી દરેક વિસ્તારમાં તેના પર યોગ્ય ક્રિયા થઈ શકે. પાચનમાર્ગના અસ્તરમાં લયબદ્ધ સંકોચન પામીને ખોરાકને આગળ ધકેલી શકે તેવા સ્નાયુઓ આવેલા હોય છે. આ ક્રમાનુસાર લયબદ્ધ સંકોચન ગતિ સંપૂર્ણ પાચનમાર્ગના અસ્તરમાં સર્જાય છે.

મુખથી જઠર સુધી ખોરાક અન્નનળી દ્વારા લઈ જવામાં આવે છે. જઠર એક મોટું અંગ છે જે ખોરાકના આવતાની સાથે વિસ્તરણ પામે છે. જઠરના સ્નાયુમય દીવાલ ખોરાકને અન્ય પાચકરસોની સાથે મિશ્ર કરવામાં મદદરૂપ થાય છે.



આકૃતિ 6.6 માનવ પાચનનળી

પાચનનું કાર્ય જઠરની દીવાલમાં આવેલી જઠરગ્રંથિઓ દ્વારા કરવામાં આવે છે. આ ગ્રંથિઓ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ (HCl), એક પ્રોટીન પાચક ઉત્સેચક પેપ્સીન અને શ્લેષ્મનો સ્રાવ કરે છે. હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઍસિડિક માધ્યમ તૈયાર કરે છે. જે પેપ્સીન ઉત્સેચકની પ્રક્રિયામાં મદદરૂપ થાય છે. તમારા મત પ્રમાણે ગણીએ તો ઍસિડ (HCl) બીજું કયું કાર્ય કરતું હશે ? સામાન્ય

પરિસ્થિતિઓમાં શ્લેષ્મને લીધે, જઠરના આંતરિક અસ્તરને ઍસિડ (HCl)ની સામે રક્ષણ મળે છે. આપણે ઘણાબધા વયસ્કોને ઍસિડિટી કે અમ્લતાની ફરિયાદ કરતાં સાંભળ્યા છે. શું તેનો સંબંધ ઉપર્યુક્ત વર્ણવેલી બાબત સાથે હોઈ શકે ?

જઠરમાંથી ખોરાક હવે થોડા-થોડા જથ્થામાં નાના આંતરડામાં પ્રવેશે છે, જે મુદ્રિકા સ્નાયુપેશી (નિજઠર વાલ્વ) દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. નાનું આંતરડું પાચનમાર્ગનો સૌથી લાંબામાં લાંબો ભાગ કે અંગ છે. તે ખૂબ જ ગૂંચળાદાર હોવાને કારણે તે ઓછી જગ્યામાં વ્યવસ્થિત રીતે ગોઠવાયેલ હોય છે. વિવિધ પ્રાણીઓમાં નાના આંતરડાની લંબાઈ તેમના ખોરાકના પ્રકારને આધારે ભિન્ન-ભિન્ન હોય છે. ઘાસ ખાનારાં શાકાહારી પ્રાણીઓને સેલ્યુલોઝનું પાચન કરવા માટે લાંબા નાના આંતરડાની જરૂરિયાત હોય છે. માંસનું પાચન સરળ છે. આથી વાઘ જેવા માંસાહારીઓનું નાનું આંતરડું નાનું કે ટૂંકું હોય છે.

નાનું આંતરડું કાર્બોદિત પ્રોટીન અને ચરબીનું પૂર્ણ પાચન માટેનું સ્થળ છે. આ કાર્ય માટે તે યકૃત અને સ્વાદુપિંડના સ્ત્રાવી દ્રવ્યો કે પદાર્થોને મેળવે છે. જઠરમાંથી આવનારો ખોરાક ઍસિડિક હોય છે અને સ્વાદુપિંડના ઉત્સેચકોની ક્રિયા માટે તેઓને આલ્કલીય બનાવવામાં આવે છે. યકૃતમાંથી સ્રવિત થતો પિત્તરસ આ કાર્ય કરે છે, તે વધારામાં ચરબી પર પણ પ્રક્રિયા દર્શાવે છે. નાના આંતરડામાં ચરબી મોટા ગોલકોના સ્વરૂપમાં હોય છે, જેથી તેના પર ઉત્સેચકોનું કાર્ય કરવું મુશ્કેલ હોય છે. પિત્તક્ષારો તેઓને વિખંડિત કરીને નાના ગોલકોમાં રૂપાંતરિત કરે છે. જેથી ઉત્સેચકોની ક્રિયાશીલતામાં વધારો થાય છે. તે સાબુના મેલ પર થતી તૈલોદીકરણની પ્રક્રિયા માફક કાર્ય કરે છે જેના વિશે આપણે પ્રકરણ 4માં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. સ્વાદુપિંડ સ્વાદુપિંડરસ કે સ્વાદુરસનો સ્રાવ કરે છે જેમાં, પ્રોટીનના પાચન માટે ટ્રિપ્સીન ઉત્સેચક હોય છે. તૈલોદીકૃત ચરબીનું પાચન કરવા માટે લાયપેઝ ઉત્સેચક હોય છે. નાના આંતરડાની દીવાલમાં ગ્રંથિઓ આવેલી હોય છે. (આંત્રીય ગ્રંથિઓ) તે આંત્રરસનો સ્રાવ કરે છે. તેમાં આવેલા ઉત્સેચકો અંતે પ્રોટીનનું એમિનો ઍસિડમાં જટિલ કાર્બોદિતોનું ગ્લુકોઝમાં અને ચરબીનું ફેટીઍસિડ અને ગ્લિસરોલમાં રૂપાંતરણ કરી નાંખે છે.

પાચિત ખોરાકનું આંત્રમાર્ગની દીવાલ અભિશોષણ કરી લે છે. નાના આંતરડાના અસ્તરમાં અસંખ્ય (નાના આંતરડાનો અંતિમ ભાગ શેષાંત્રમાં) આંગળી જેવા પ્રવર્ધો હોય છે. જેને રસાંકુરો કહે છે. તે અભિશોષણ માટે સપાટીનું ક્ષેત્રફળ વધારી શકે છે. રસાંકુરોમાં રુધિરવાહિનીઓ વધુ માત્રામાં હોય છે. જે ખોરાકનું અભિશોષણ કરીને શરીરના પ્રત્યેક કોષો સુધી ખોરાકને (પાચિત પદાર્થોને) પહોંચાડે છે. અહીં તેમનો ઉપયોગ (પાચિત ખોરાકનો ઉપયોગ) ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવા માટે, નવી પેશીઓના નિર્માણ માટે અને જૂની પેશીઓના સમારકામમાં થાય છે.

પચ્યા વગરનો કે અપાચિત ખોરાક મોટા આંતરડામાં મોકલવામાં આવે છે. જ્યાં વધુ માત્રામાં આવેલા રસાંકુરો અપાચિત ખોરાક (અભિશોષણ ન પામેલ ખોરાક)માંથી પાણીનું શોષણ કરે છે. શેષ પદાર્થો ગુદા દ્વારા શરીરની બહાર ત્યાગ કરવામાં આવે છે. આ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને બહાર ફેંકવાની કે ત્યાગ કરવાનું નિયંત્રણ મળદ્વારના મુદ્રિકા સ્નાયુઓ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.

વધુ જાણવા જેવું !

દાંતનું ક્ષરણ

દાંતનું ક્ષરણ કે દાંતનો ક્ષય, ઇનેમલ અને ડેન્ટિનનું ધીમે-ધીમે નાજુક બનવાને કારણે થાય છે. આની શરૂઆત ત્યારે થાય છે જ્યારે જીવાણુ કે બૅક્ટેરિયા શર્કરા પર પ્રક્રિયા કરીને ઍસિડનું નિર્માણ કરે છે. ત્યારે ઇનેમલ નાજુક કે વિખનીજીકરણ પામે છે (ખનીજ કે ક્ષાર દૂર થવાની ક્રિયા). અનેક જીવાણુઓ કે બૅક્ટેરિયા ખાદ્ય કણો કે અણુઓ સાથે ભળી જઈને દાંતો પર ચોંટીને દાંતના પ્લેક (દાંત પર બાઝતી છારી) બનાવી દે છે. આ દંતીય પ્લેક દાંતને ઢાંકી દે છે. જેથી લાળરસ ઍસિડને સક્રિય કરવા માટે કે પ્રક્રિયા કરવા માટે દાંતની સપાટી સુધી પહોંચી શકાતું નથી. ખોરાક ખાધા બાદ દાંતોમાં બ્રશ કરવાથી પ્લેકને દૂર કરી જીવાણુ કે બૅક્ટેરિયા ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે તે પહેલા દૂર કરી શકાય છે. જો તેઓ પર કોઈ અસર થતી નથી તો સૂક્ષ્મ જીવ દાંતની મજ્જામાં પ્રવેશ પામે છે અને દહન કે ઝણઝણાટી કે સંક્રમણ કરી શકે છે.

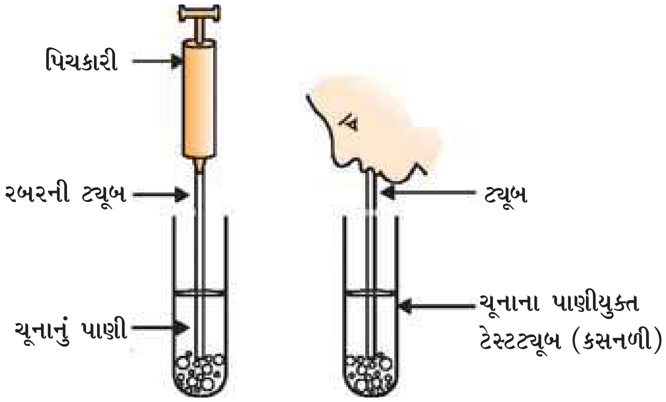
પ્રશ્નો

1. સ્વયંપોષી પોષણ અને વિષમપોષી પોષણ વચ્ચે શું તફાવત છે ?
2. પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે આવશ્યક કાચી સામગ્રી વનસ્પતિ ક્યાંથી પ્રાપ્ત કરે છે ?
3. આપણા જઠરમાં ઍસિડની ભૂમિકા શું છે ?
4. પાચક ઉત્સેચકોનું કાર્ય શું છે ?
5. પાચિત ખોરાક કે પદાર્થોના અભિશોષણ માટે નાના આંતરડા (એટલે કે શેષાંત્ર)માં કેવી રચનાઓ આવેલી છે ?

6.3 શ્વસન (Respiration)

પ્રવૃત્તિ 6.4

- એક કસનળીમાં તાજું તૈયાર કરેલું ચૂનાનું પાણી લો.
- આ ચૂનાના પાણીમાં ઉચ્છ્વાસ દ્વારા નીકળતા વાયુને કસનળીમાં પ્રવાહિત કરો. (આકૃતિ 6.7(b)).
- નોંધ કરો કે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું થવા માટે કેટલો સમય લાગે છે ?
- એક સીરિંજ કે પિચકારી દ્વારા બીજી કસનળીમાં ચૂનાનું પાણી તાજું લઈને વાયુ પ્રવાહિત કરો. (આકૃતિ 6.7(a)).
- નોંધ કરો કે આ વખતે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું થતાં કેટલો સમય લાગે છે ?
- ઉચ્છ્વાસ દ્વારા નીકળતા વાયુમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના પ્રમાણ વિશે આ આપણને શું દર્શાવે છે ?



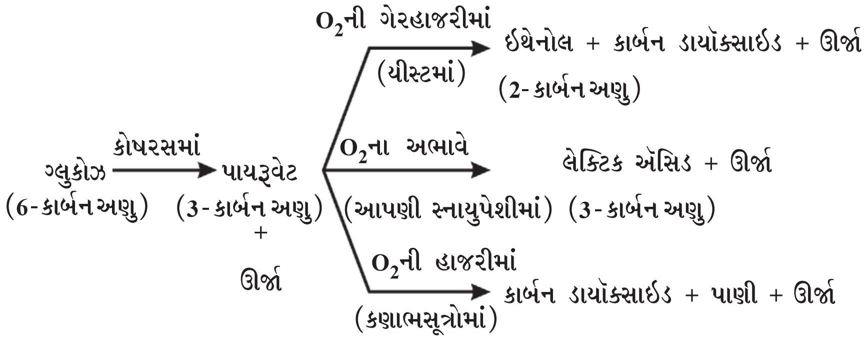
આકૃતિ 6.7
(a) પિચકારીની સીરિંજ સાથે હવા ચૂનાના પાણીમાં પસાર થાય છે. (b) ચૂનાના પાણીમાંથી હવા બહાર નીકળે છે/ખેંચાય છે

પ્રવૃત્તિ 6.5

- કોઈ પણ ફળનો રસ કે ખાંડનું દ્રાવણ લઈને તેમાં કેટલીક યીસ્ટ નાંખો. એક છિદ્રવાળો બૂચ લગાડી કસનળીમાં આ મિશ્રણને લો.
- કોર્કમાં વળેલી કાચની નળી લગાવો. કાચની નળીના મુક્ત છેડાને તાજું તૈયાર કરેલ ચૂનાના પાણીવાળી કસનળીમાં ડુબાડો.
- ચૂનાના પાણીમાં થનાર પરિવર્તનને અને આ પરિવર્તનમાં લાગતાં સમયનું અવલોકન નોંધો.
- આથવણના ઉત્પાદન કે નીપજના વિષયમાં આ આપણને શું દર્શાવે છે ?

આ પહેલાના વિભાગમાં આપણે સજીવોમાં પોષણના વિષય પર ચર્ચા કરી હતી. જે ખાદ્ય-પદાર્થોનું અંતઃગ્રહણ પોષણની ક્રિયા માટે થાય છે, કોષો તેઓનો ઉપયોગ વિવિધ જૈવિક ક્રિયાઓ માટે ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવાને માટે કરે છે. વિવિધ સજીવ તેને વિભિન્ન પદ્ધતિઓ દ્વારા કરે છે. કેટલાક સજીવ ઑક્સિજનનો ઉપયોગ ગ્લુકોઝને સંપૂર્ણ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણીમાં વિઘટન કે વિખંડિત કરવા માટે કરે છે. જ્યારે કેટલાક અન્ય સજીવો બીજા પરિપથ (પદ્ધતિ)માં ઉપયોગ કરે છે. જેમાં ઑક્સિજન પ્રાપ્ત થતો નથી કે તે કાર્યરત હોતો નથી (આકૃતિ 6.8). આ બધી અવસ્થાઓમાં પહેલો

તબક્કો ગ્લુકોઝના છ કાર્બનવાળા અણુનું ત્રણ કાર્બનવાળા અણુ પાયરૂવેટમાં વિઘટન કરવાનો છે. આ ક્રિયા કોષરસમાં થાય છે. આના પછી પાયરૂવેટ, ઈથેનોલ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આ ક્રિયા યીસ્ટમાં આથવણ દરમિયાન થાય છે. આ ક્રિયા ઑક્સિજનની ગેરહાજરીમાં થવાથી તેને અજારક શ્વસન કહે છે. પાયરૂવેટનું વિખંડન કે વિઘટન ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરીને કણાભસૂત્રોમાં થાય છે. આ ક્રિયા ત્રણ કાર્બનવાળા પાયરૂવેટના અણુનું વિઘટન કરીને ત્રણ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના અણુ આપે છે. બીજી નીપજ પાણી છે. આ પ્રક્રિયા ઑક્સિજનની હાજરીમાં થવાથી તેને જારક શ્વસન કહે છે. અજારક શ્વસનની તુલનામાં જારક શ્વસનમાં ઊર્જાનો ત્યાગ ખૂબ જ વધારે થાય છે. કેટલીક વાર જ્યારે આપણી સ્નાયુપેશી (માંસપેશી)ના કોષોમાં ઑક્સિજનનો અભાવ કે ઓછું પ્રમાણ હોય ત્યારે પાયરૂવેટનું વિઘટન બીજા પરિપથ પર થાય છે. અહીંયાં પાયરૂવેટ ત્રણ કાર્બનવાળા અણુ લેક્ટિક ઍસિડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. અચાનક કોઈ પ્રક્રિયા થવાથી આપણી સ્નાયુપેશીમાં લેક્ટિક ઍસિડનું નિર્માણ થવાને લીધે સ્નાયુઓ જકડાઈ જાય છે.



આકૃતિ 6.8 વિવિધ પરિપથો દ્વારા ગ્લુકોઝનું વિઘટન

કોષીય શ્વસન દ્વારા મુક્ત થતી ઊર્જા તરત જ ATP નામના અણુના સ્વરૂપમાં સંશ્લેષણ પામે છે. જે કોષને અન્ય પ્રક્રિયાઓ માટે બળતણના રૂપે પ્રાપ્ત થાય છે. ATPનું વિઘટન એક નિશ્ચિત પ્રમાણમાં ઊર્જાને મુક્ત કરે છે. જે કોષની અંદર થનારી આંતરોષ્મી (Endothermic) પ્રક્રિયાઓનું સંચાલન કરે છે.

વધુ જાણવા જેવું !

ATP (એડિનોસાઇન ટ્રાયફૉસ્ફેટ)

મોટા ભાગની કોષીય પ્રક્રિયાઓ માટે ATP એક ઊર્જા ચલણ છે. શ્વસનની પ્રક્રિયામાં મુક્ત થયેલી ઊર્જાનો ઉપયોગ ADP અને અકાર્બનિક ફૉસ્ફેટ Ⓟમાંથી ATP અણુ બને છે.

$$ADP + Ⓟ \xrightarrow{\text{ઊર્જા}} ADP \sim Ⓟ = ATP, \ (Ⓟ = \text{અકાર્બનિક ફૉસ્ફેટ})$$

આંતરોષ્મી પ્રક્રિયા કોષની અંદર થાય છે ત્યારે આ ATPનો ઉપયોગ પ્રક્રિયાઓનું સંચાલન કરવા કે પ્રક્રિયા દર્શાવવામાં થાય છે. પાણીનો ઉપયોગ કર્યા પછી ATPમાં જ્યારે આંતરિક ફૉસ્ફેટ (અકાર્બનિક)ની સહલગ્નતા તૂટે છે, તો 30.5 KJ/molને સમકક્ષ ઊર્જા મુક્ત થાય છે.

વિચારો, કેવી રીતે એક બૅટરી વિવિધ પ્રકારના ઉપયોગ માટે ઊર્જા આપે છે. આ યાંત્રિકઊર્જા, પ્રકાશઊર્જા, વિદ્યુતઊર્જા અને આ રીતે અન્ય માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ રીતે કોષમાં ATPનો ઉપયોગ પેશીઓના સંકોચન, પ્રોટીન સંશ્લેષણ, ઊર્મિવેગના વહન, પ્રચલન વગેરે અનેક ક્રિયાઓ માટે થાય છે.

જારક શ્વસન પરિપથ ઑક્સિજન પર આધારિત હોવાથી જારક સજીવોને એ સુનિશ્ચિત કરવાની આવશ્યકતા છે કે પર્યાપ્ત માત્રામાં ઑક્સિજનને પ્રાપ્ત કરતાં રહે. આપણે જોઈ ગયાં કે વનસ્પતિઓ વાયુઓનો વિનિમય રંધ્ર દ્વારા કરે છે અને આંતરકોષીય અવકાશ તે સુનિશ્ચિત કરે છે કે બધા કોષો વાયુના સંપર્કમાં હોય છે. અહીંયાં, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને ઑક્સિજનની આપ-લે પ્રસરણ

દ્વારા થાય છે. તે કોષોમાં કે તેનાથી દૂર અને બહાર હવામાં જઈ શકે છે. પ્રસરણની દિશા પર્યાવરણીય અવસ્થાઓ અને વનસ્પતિઓની આવશ્યકતા પર આધારિત છે. રાત્રિ દરમિયાન જ્યારે કોઈ પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા થતી નથી ત્યારે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું બહાર નીકળવું મુખ્ય આપ-લે ક્રિયા બને છે. દિવસમાં શ્વસન દરમિયાન નિર્માણ પામેલ CO_2 પ્રકાશસંશ્લેષણમાં વપરાઈ જાય છે. આમ, કોઈ CO_2 મુક્ત થતો નથી. આ સમયે ઑક્સિજનનું મુક્ત થવું તે મુખ્ય ઘટના બને છે.

પ્રાણીઓમાં પર્યાવરણમાંથી ઑક્સિજન મેળવવા અને ઉત્પન્ન થયેલા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડથી છૂટકારો મેળવવા માટે વિવિધ પ્રકારનાં અંગોનો વિકાસ થયેલો હોય છે. સ્થળચર પ્રાણી વાતાવરણમાંથી ઑક્સિજન મેળવી શકે છે, પરંતુ જો પ્રાણીઓ પાણીમાં રહેલાં હોય, તો તેઓને પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનો જ ઉપયોગ કરવો પડે છે.

પ્રવૃત્તિ 6.6

- એક માછલીઘરમાં માછલીનું અવલોકન કરો. તેઓ પોતાનું મોં ખોલી અને બંધ કરે છે. તેની સાથે આંખોની પાછળની ઝાલરફાટો (કે ઝાલરફાટોને ઢાંકતી ઝાલર ઢાંકણ) પણ ખૂલે છે અને બંધ થાય છે. શું મોં તથા ઝાલરફાટોના ખૂલવા અને બંધ થવાના સમય વચ્ચે કોઈ પ્રકારનો સંબંધ છે ?
- ગણતરી કરો કે માછલી એક મિનિટમાં કેટલી વાર મોં ખોલે છે અને બંધ કરે છે.
- તમે એક મિનિટમાં કેટલી વાર શ્વાસ અંદર-બહાર કરો છો તેની સાથે તેને સરખાવો.

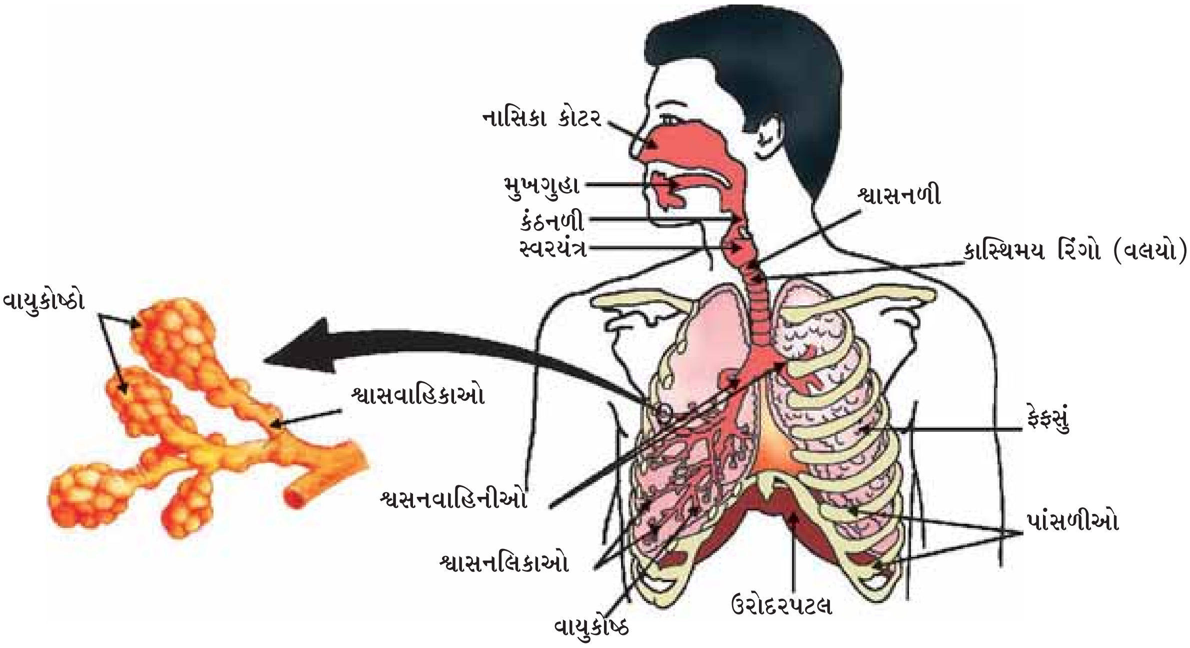
પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનું પ્રમાણ હવામાં રહેલા ઑક્સિજનના પ્રમાણ કરતાં ખૂબ જ ઓછું હોવાથી જળચર પ્રાણીઓનો શ્વાસ દર સ્થળચર પ્રાણીઓની તુલનામાં ઘણો ઝડપી હોય છે. માછલી પોતાના મોં દ્વારા પાણી મેળવે છે અને પ્રયત્નપૂર્વક ઝાલર સુધી પહોંચાડે છે જ્યાં રુધિર દ્વારા દ્રાવ્ય ઑક્સિજન મેળવાય છે.

સ્થળચર પ્રાણી શ્વસન માટે વાતાવરણમાંના ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે. વિવિધ સજીવોમાં આ ઑક્સિજન ભિન્ન-ભિન્ન અંગો દ્વારા શોષણ પામે છે. આ બધાં અંગોમાં એક એવી રચના હોય છે, કે જે તેના સપાટીનાં ક્ષેત્રફળમાં વધારો કરે છે જે વધુ ઑક્સિજનયુક્ત વાતાવરણના સંપર્કમાં રહે છે. ઑક્સિજન તેમજ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના વિનિમય આ સપાટીની આરપાર થતું હોવાને લીધે, આ સપાટી ખૂબ જ પાતળી અને નાજુક હોય છે. આ સપાટીનું રક્ષણ કરવાના હેતુથી તે શરીરની અંદર ગોઠવાયેલી હોય છે, માટે આ ક્ષેત્રમાં હવાને આવવા માટે કોઈ રસ્તો હોવો જોઈએ. આ ઉપરાંત જ્યાં ઑક્સિજનનું શોષણ થાય છે, તે વિસ્તારમાં હવા અંદર અને બહાર થવા માટે ખાસ કાર્યવિધિ હોય છે.

મનુષ્યમાં (આકૃતિ 6.9) નસકોરાં દ્વારા હવા શરીરમાં લેવામાં આવે છે. નસકોરાં દ્વારા આવનારી હવા તેના માર્ગમાં આવેલા નાના રોમ જેવા વાળ દ્વારા ગળાય (Filter) છે. જેથી શરીરમાં આવનારી હવામાં આવેલી ધૂળ અને બીજી અશુદ્ધિઓ રહિત હવા બને છે. આ માર્ગમાં શ્લેષ્મનું સ્તર પણ હોય છે જે આ પ્રક્રિયામાં મદદરૂપ થાય છે. અહીંયાંથી હવા ગ્રીવા દ્વારા ફેફસાંમાં વહન પામે છે. ગ્રીવા કે કંઠનળીના પ્રદેશમાં કાસ્થિની વલયમય રચના હાજર હોય છે તે સુનિશ્ચિત કરે છે કે હવાનો માર્ગ બંધ ન થઈ જાય.

વધુ જાણવા જેવું !

તમાકુનો સીધો કે સિગાર, સિગારેટ, બીડી, હૂકા, ગુટખા વગેરેના સ્વરૂપમાં તમાકુના કોઈપણ ઉત્પાદન (બનાવટ)નો ઉપયોગ હાનિકારક છે. તમાકુનો ઉપયોગ મોટા ભાગે જીભ (tongue), ફેફસાં (lungs), હૃદય (heart) તથા યકૃત (liver)ને અસર કરે છે. ધુમ્રપાન સિવાયની તમાકુ (smokeless tobacco) પણ હૃદયના હૂમલા (heart attacks) હૃદયઘાત (strokes) ફેફસાંને લાગતા રોગો (pulmonary diseases) તથા ઘણા સ્વરૂપોના કેન્સર માટેનું મુખ્ય જોખમી પરિબળ છે. ગુટખાના સ્વરૂપમાં તમાકુ ચાવવાના લીધે ભારતમાં મુખના કેન્સરની ઘટનાઓ વધવા પામી છે. તંદુરસ્ત રહો : ફક્ત તમાકુ અને તેના ઉત્પાદનો માટે જ નહીં.



આકૃતિ 6.9 માનવનું શ્વસનતંત્ર

શું તમે જાણો છો ?

ધૂમ્રપાન સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક છે.

દુનિયાભરમાં મૃત્યુ માટેનાં સામાન્ય કારણોમાંનું એક કારણ ફેફસાંનું કેન્સર છે. શ્વસનમાર્ગના ઉપરના ભાગમાં સૂક્ષ્મ રોમ જેવા પક્ષ્મો હોય છે. આ પક્ષ્મો શ્વાસમાં લીધેલી હવામાંથી સૂક્ષ્મ જીવો, ધૂળ અને અન્ય હાનિકારક રજકણો દૂર કરવામાં મદદ કરે છે. ધૂમ્રપાન આ રોમનો નાશ કરે છે જેથી ધૂળ, ધુમાડો અને અન્ય નુકસાન - કારક રસાયણો ફેફસાંમાં દાખલ થાય છે અને સંક્રમણ, કફ તથા ફેફસાંના કેન્સરને પણ પ્રેરે છે.

ફેફસાંની અંદર આ માર્ગ નાની-નાની નલિકાઓમાં વિભાજન થાય છે અને જે અંતમાં કે છેવટે ફુગ્ગા જેવી રચનામાં પરિણામે છે, જેને વાયુકોષ્ઠો કહે છે. વાયુકોષ્ઠો એક સપાટી પૂરી પાડે છે કે જેના દ્વારા વાતવિનિમય થઈ શકે છે. વાયુકોષ્ઠોની દીવાલ પર રુધિરકેશિકાઓની વિસ્તૃત જાળીરૂપ રચના હોય છે. આપણે અગાઉનાં વર્ષોમાં જોઈ ગયાં છીએ કે જ્યારે શ્વાસ અંદર લઈએ છીએ ત્યારે આપણી પાંસળીઓ ઊપસી આવે છે અને આપણો ઉરોદરપટલ ચપટો (Flat) બની જાય છે. તેના પરિણામ સ્વરૂપે ઉરસીયગુહા મોટી બને છે. આ કારણથી હવા ફેફસાંમાં દાખલ થાય છે અને વિસ્તરણ પામેલા વાયુકોષ્ઠોને હવાથી ભરી દે છે. રુધિર શરીરમાંથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને વાયુકોષ્ઠોમાં મુક્ત કરવા માટે લાવે છે. વાયુકોષ્ઠ રુધિરકેશિકાઓના રુધિર, વાયુકોષ્ઠની હવામાંથી ઑક્સિજન લઈને શરીરના બધા જ કોષો સુધી પહોંચાડે છે. શ્વાસોચ્છ્વાસચક્ર દરમિયાન જ્યારે વાયુ અંદર અને બહાર આવાગમન પામે છે, ફેફસાં હંમેશાં હવાના વિનિમય માટે વિશિષ્ટતા દર્શાવે છે જેથી ઑક્સિજનના શોષણ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને વાતાવરણમાં મુક્ત કરવા માટેનો પર્યાપ્ત સમય મળી રહે છે.

જ્યારે પ્રાણી કદમાં મોટું હોય છે ત્યારે ખાલી પ્રસરણદાબ વડે બધાં અંગોમાં ઑક્સિજન પહોંચાડવો અશક્ય હોય છે. જોકે, ફેફસાંની હવામાંથી શ્વસનરંજક દ્રવ્યકણ ઑક્સિજન લઈને તે પેશીઓ સુધી પહોંચાડે છે, જેમાં ઑક્સિજનની ઊણપ હોય છે. માનવમાં શ્વસનરંજક દ્રવ્યકણ હિમોગ્લોબીન છે જે ઑક્સિજન માટે ઊંચી બંધન ઊર્જા ધરાવે છે (બંધુતા ધરાવે છે). આ રંજકદ્રવ્યકણ લાલ રંગના રક્તકણમાં આવેલા હોય છે. કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ પાણીમાં વધારે દ્રાવ્ય છે અને તેથી તેનું પરિવહન આપણા રુધિરમાં દ્રાવ્ય અવસ્થામાં થાય છે.

શું તમે જાણો છો ?

- જો વાયુકોષ્ઠની સપાટીને ફેલાવવામાં આવે તો તે લગભગ 80 m^2 વિસ્તારને ઢાંકે છે. શું તમે અનુમાન કરી શકો છો કે તમારા પોતાના શરીરની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ કેટલું હશે ? વિચાર કરો કે વિનિમય માટે સપાટીનું વિસ્તરણ પામવાથી વાત વિનિમય કેટલી કાર્યક્ષમ રીતે થાય છે.
- જો આપણા શરીરમાં પ્રસરણ દ્વારા ઑક્સિજન વહન પામતો હોય તો આપણાં ફેફસાંમાંથી ઑક્સિજનના એક અણુને પગના અંગૂઠા સુધી પહોંચવામાં આશરે 3 વર્ષ જેટલો સમય લાગી શકે છે. શું તમને એ બાબતની ખુશી નથી કે આપણી પાસે હિમોગ્લોબીન છે ?

પ્રશ્નો

1. શ્વસન માટે ઑક્સિજન પ્રાપ્ત કરવાની ક્રિયામાં એક જળચર પ્રાણીની તુલનામાં સ્થળચર પ્રાણીને શું લાભ છે ?
2. ભિન્ન પ્રાણીઓમાં ગ્લુકોઝના ઑક્સિડેશન વડે ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવાનાં વિવિધ પરિપથો કયાં છે ?
3. મનુષ્યોમાં ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું પરિવહન કેવી રીતે થાય છે ?
4. વાતવિનિમય માટે માનવ-ફેફસાંમાં મહત્તમ ક્ષેત્રફળ પ્રાપ્ત થાય એ માટે કઈ રચનાઓ છે ?

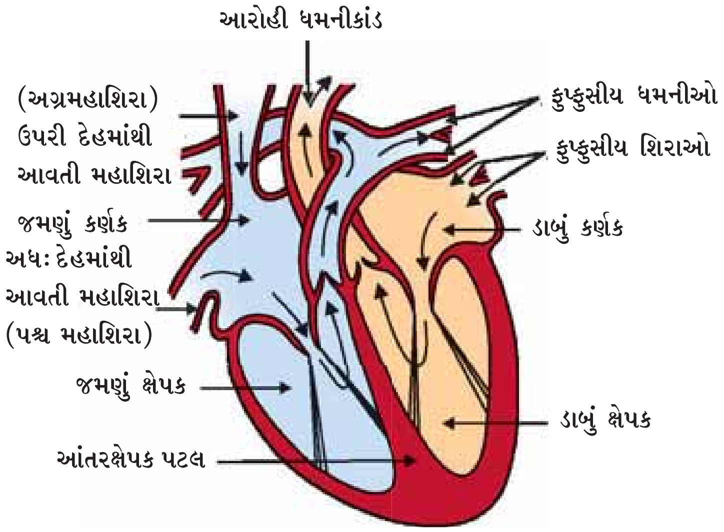
6.4 વહન (Transportation)

6.4.1 માનવોમાં વહન (Transportation In Human Beings)

પ્રવૃત્તિ 6.7

- તમારી આસપાસના એક સ્વાસ્થ્ય કેન્દ્રની મુલાકાત લો અને જાણકારી મેળવો કે માનવમાં હિમોગ્લોબીનના પ્રમાણનું સામાન્ય પ્રમાણ શું છે ?
- શું તે બાળકો અને વૃદ્ધો માટે પણ સમાન છે ?
- શું પુરુષ અને સ્ત્રીઓના હિમોગ્લોબીનના સ્તરમાં કોઈ તફાવત છે ?
- તમારી આસપાસની એક પશુચિકિત્સાલય (Vetrerinary Clinic)ની મુલાકાત લો. જાણકારી મેળવો કે પશુઓ જેવાં કે ભેંસ કે ગાયમાં હિમોગ્લોબીનનું પ્રમાણ સામાન્ય રીતે શું હોય છે ?
- શું આ પ્રમાણ વાછરડાંઓ, નર અને માદા પ્રાણીઓમાં સમાન છે ?
- નર અને માદા માનવ તેમજ પ્રાણીઓમાં જોવા મળતાં તફાવતની તુલના કરો.
- જો કોઈ તફાવત છે તો તેને કેવી રીતે સમજાવશો ?

અગાઉના વિભાગમાં આપણે જોઈ ગયાં કે ખોરાક, ઑક્સિજન અને નકામા પદાર્થોનું આપણા શરીરમાં વહન રુધિર કરે છે. ધોરણ IXમાં આપણે શીખી ગયાં કે રુધિર એક પ્રવાહી સંયોજક પેશી છે. રુધિરમાં એક પ્રવાહી માધ્યમ હોય છે જેને પ્લાઝમા (રુધિરરસ) કહે છે, તેમાં કોષો નિલંબિત હોય છે. પ્લાઝમા (રુધિરરસ) ખોરાક (પોષકદ્રવ્યો), કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગ પદાર્થોનું દ્રાવ્ય સ્વરૂપે વહન કરે છે. ઑક્સિજનને રક્તકણો (RBC_S) લઈ જાય છે. ઘણાબધા અન્ય પદાર્થો જેવા કે ક્ષારોનું વહન પણ રુધિર દ્વારા થાય છે. આમ, આપણને એક પંપ જેવા અંગની જરૂરિયાત છે જે રુધિરને અંગોની આસપાસ ધકેલી શકે, નલિકાઓ કે વાહિનીઓના એક પરિપથની જરૂરિયાત હોય છે જે રુધિરને બધી પેશીઓ સુધી મોકલી શકે અને જરૂર છે એક એવા તંત્રની જે નિશ્ચિત કરે કે આ પરિપથમાં જો ક્યારેક નુકસાન થાય તો તેમનું સમારકામ થઈ શકે.

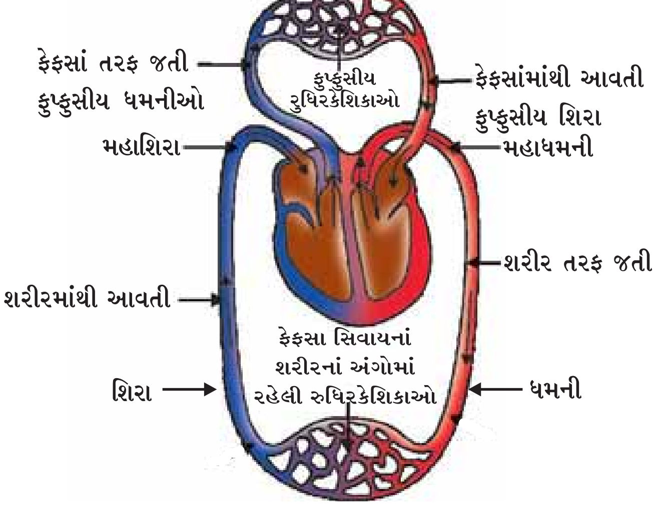


આકૃતિ 6.10
માનવ-હૃદયનો
રેખાંકિત છેદ

આપણો પંપ–હૃદય (Our Pump–The Heart)

હૃદય એક સ્નાયુલ અંગ છે જે આપણી મુઠ્ઠીના કદનું હોય છે. (આકૃતિ 6.10). રુધિરને ઑક્સિજન તેમજ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ બંનેનું વહન કરવાનું હોય છે. તેથી, ઑક્સિજનયુક્ત રુધિરને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડયુક્ત રુધિરની સાથે ભળતા અટકાવવા માટે હૃદય કેટલાંક ખંડોમાં વિભાજિત હોય છે. કાર્બન ડાયૉક્સાઇડયુક્ત રુધિરને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડથી મુક્ત કરવા માટે ફેફસાંમાં લઈ જવામાં આવે છે અને ફેફસાંમાંથી ઑક્સિજનયુક્ત રુધિરને પાછું હૃદયમાં લાવવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ આ ઑક્સિજનયુક્ત રુધિર શરીરના બાકીના ભાગોમાં પંપ કરીને મોકલવામાં આવે છે.

આપણે આ પ્રક્રિયાને તબક્કાવાર સમજીએ (આકૃતિ 6.11). ફેફસાંમાંથી ઑક્સિજનયુક્ત રુધિર હૃદયની પાતળી દીવાલ ધરાવતા ખંડ ડાબા કર્ણકમાં આવે છે. ડાબું કર્ણક રુધિર મેળવતી વખતે શિથિલ થાય છે. હવે જ્યારે ડાબું કર્ણક સંકોચન પામે છે ત્યારે તેની નીચે આવેલું ડાબું ક્ષેપક શિથિલન પામે છે જેથી રુધિર તેમાં દાખલ થાય છે. ત્યાર બાદ માંસલ ડાબા ક્ષેપકનાં સંકોચનથી રુધિર હૃદયમાંથી શરીર તરફ બહાર જાય છે. હકીકતમાં આ જ સમયે શરીરના વિવિધ ભાગોમાંથી એકઠું થયેલું ઑક્સિજનવિહીન રુધિર હૃદયના જમણી તરફના ઉપરના ખંડ જમણા કર્ણકમાં શિથિલન થવાથી તેમાં દાખલ થાય છે. જમણા કર્ણકનું સંકોચન થતાં જ તેની નીચેના જમણા ક્ષેપકનું શિથિલન થાય છે. જે પછી તેને ઑક્સિજનયુક્ત થવા માટે ફેફસાં તરફ ધકેલે છે. ક્ષેપકોને રુધિરને શરીરના વિવિધ ભાગો તરફ ધકેલવાનું હોવાથી તેમની દીવાલ કર્ણકોની સાપેક્ષમાં માંસલ અને જાડી હોય છે. રુધિરનું તે જ માર્ગે પાછું વહન ન થાય તે માટે વાલ્વ કાર્ય કરે છે.



આકૃતિ 6.11
ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું વહન અને ફેરબદલી પ્રદર્શિત કરતો રેખાંકન

ફેફસામાં ઑક્સિજનનો રુધિરમાં પ્રવેશ

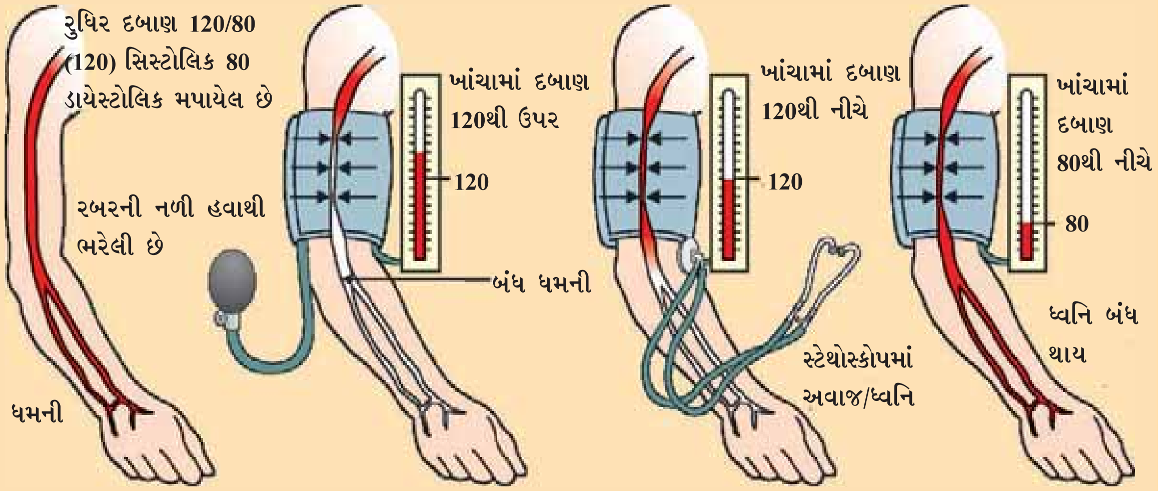
(Oxygen Enters the Blood In The Lungs)

હૃદયના જમણા તેમજ ડાબા ખંડોમાં વહેંચાવાની રીત, ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિરને મિશ્રિત થતું અટકાવવા માટે લાભદાયક છે. આ વહેંચણી શરીરને ઑક્સિજનનો ઉચ્ચ (વધુ) કાર્યદક્ષ પૂરવઠો પૂરો પાડે છે. પક્ષી અને સસ્તનની જેમ પ્રાણીઓ કે જેઓને વધુ ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે, તેઓ માટે આ પદ્ધતિ ખૂબ જ લાભદાયક છે. કારણ કે આને લીધે તેમના શરીરના તાપમાન જાળવી રાખવા માટે નિરંતર ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે. તેવાં પ્રાણીઓ કે જેઓને આ કાર્ય માટે ઊર્જાનો ઉપયોગ કરવાનો હોતો નથી. તેઓના શરીરના તાપમાન પર્યાવરણના તાપમાન પર આધારિત હોય છે. ઉભયજીવી પ્રાણીઓ કે સરિસૃપ જેવાં પ્રાણીઓમાં ત્રિખંડીય હૃદય હોય છે અને તેઓ ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિર પ્રવાહને કેટલીક હદ સુધી મિશ્રિત થવાની ઘટનાને પણ સહન કરી શકે છે. બીજી તરફ માછલીનું હૃદય માત્ર બે ખંડોનું બનેલું છે. ત્યાંથી રુધિર ઝાલરોમાં મોકલવામાં આવે છે જ્યાં તે (રુધિર) ઑક્સિજનયુક્ત બને છે અને સીધું શરીરમાં મોકલવામાં આવે છે. આ રીતે માછલીઓના શરીરમાં એક ચક્રમાં માત્ર એક જ વાર રુધિરને હૃદયમાં લાવવામાં આવે છે. બીજી તરફ અન્ય પૃષ્ઠવંશીઓમાં પ્રત્યેક ચક્રમાં આ (રુધિર) બેવાર હૃદયમાં આવે છે. આને બેવડું પરિવહન કહે છે.

વધુ જાણવા જેવું !

રુધિરદાબ (Blood Pressure)

રુધિરવાહિનીઓની દીવાલ પર રુધિર જે દબાણ (બળ) લગાડે છે તેને રુધિરનું દબાણ કહે છે. આ દબાણ શિરાઓની તુલનામાં ધમનીઓમાં ખૂબ વધારે હોય છે. ધમનીની અંદર રુધિરનું દબાણ ક્ષેપકના સંકોચન દરમિયાન સંકોચન દાબ કે સંકોચન દબાણ અને ક્ષેપકનું શિથિલન કે વિસ્તરણ થાય તે દરમિયાન ધમનીની અંદરનું દબાણ શિથિલન દબાણ કહેવાય છે. સામાન્ય રીતે સંકોચન દબાણ (સિસ્ટોલિક દબાણ) લગભગ 120 mm Hg (પારો = Hg) અને શિથિલન દબાણ (ડાયસ્ટોલિક દબાણ) લગભગ 80 mm (Hg = પારો) હોય છે.



સ્ફિગ્નોમેનોમીટર નામના યંત્ર દ્વારા રુધિરનું દબાણ કે રુધિરદાબ (Blood Pressure) માપવામાં આવે છે. વધુ રુધિરદાબને અતિતણાવ (Hyper Tention) પણ કહે છે અને તેનું કારણ ધમનીકાઓનું સંકોચન પામવાની ક્રિયા છે. આનાથી રુધિર પ્રવાહમાં પ્રતિરોધકતા વધી જાય છે. જેથી ધમની ફાટી જવાની સંભાવના વધે છે અને આંતરિક રુધિરસ્રાવ થઈ શકે છે.

નલિકાઓ : રુધિરવાહિનીઓ (The Tubes - Blood Vessels)

ધમનીઓ તે રુધિરવાહિનીઓ છે જે રુધિરને હૃદયમાંથી શરીરનાં વિવિધ અંગો સુધી લઈ જાય છે. ધમનીની દીવાલ જાડી અને સ્થિતિસ્થાપક હોય છે કારણ કે રુધિર હૃદયમાંથી ઊંચા દબાણથી નીકળે છે. શિરાઓ વિવિધ અંગોમાંથી રુધિર એકત્ર કરીને પાછું હૃદયમાં લાવે છે. તેમાં જાડી દીવાલની જરૂરિયાત હોતી નથી કારણ કે રુધિરમાં પર્યાપ્ત દબાણ હોય છે, તદુપરાંત તેમાં રુધિરને એક જ દિશામાં વહન કરવા માટે વાલ્વ હોય છે.

કોઈ અંગ કે પેશી સુધી પહોંચીને ધમની વધુ ને વધુ નાની-નાની વાહિનીઓમાં વિભાજિત થાય છે. જેનાથી બધા કોષોની સાથે રુધિરનો સંપર્ક થઈ શકે છે. સૌથી નાની વાહિનીઓ કે કેશિકાઓની દીવાલ એક કોષીય જાડાઈ ધરાવે છે અને રુધિર તેમજ આસપાસના કોષોની વચ્ચેથી પદાર્થોનો વિનિમય આ પાતળી દીવાલ દ્વારા જ થાય છે. ત્યાર બાદ કેશિકાઓ ભેગી મળીને શિરાઓ બનાવે છે અને રુધિરને અંગ કે પેશીથી દૂર લઈ જાય છે.

ત્રાકકણો દ્વારા રક્ષણ કે જાળવણી (Maintenance by Platelets)

આ નલિકાઓના તંત્રમાં જો ક્યાંક લીકેજ થાય તો ? આ સ્થિતિ પર વિચાર કરો. જ્યારે આપણે ઘાયલ થઈએ છીએ અને રુધિરસ્રાવ થવા લાગે છે. તંત્રમાંથી રુધિરનો વ્યય પ્રાકૃતિક રૂપે ઘટાડવો જોઈએ. રુધિરના વધુ સ્રાવથી દબાણમાં ઊણપ આવે છે જેનાથી પંપિંગ પ્રણાલી (ધકેલવાની ક્રિયા)ની કાર્યક્ષમતામાં ઊણપ આવે છે. આને રોકવા માટે રુધિરમાં ત્રાકકણો (Platelets અથવા

Thrombocytes) રુધિર કોષો તરીકે હોય છે. જે સંપૂર્ણ શરીરમાં પરિવહન કરે છે અને રુધિર-સ્રાવના સ્થાન પર રુધિરની જમાવટ કરીને તેના (રુધિરના) માર્ગને અવરોધે છે.

લસિકા (Lymph)

વહનની ક્રિયામાં મદદરૂપ થતું બીજું પણ એક પ્રવાહી છે, જેને લસિકા કહે છે. કેશિકાઓની દીવાલમાં આવેલાં છિદ્રો દ્વારા કેટલાક રુધિરરસ (પ્લાઝમા), પ્રોટીન અને રુધિરકોષો બહાર નીકળીને પેશીના આંતરકોષીય અવકાશમાં આવે છે અને લસિકાનું નિર્માણ કરે છે. તે રુધિરના રુધિરરસની જેવું જ હોય છે પરંતુ તે રંગહીન અને તેમાં અલ્પ માત્રામાં પ્રોટીન હોય છે. લસિકા આંતરકોષીય વાહિકા બનાવે છે અને અંતમાં મોટી શિરામાં ખૂલે છે. પચેલો આહાર અને નાના આંતરડા દ્વારા અભિશોષણ પામેલ ચરબીનું વહન લસિકા દ્વારા થાય છે અને વધારાના પ્રવાહીને બાહ્ય કોષીય અવકાશમાંથી પાછું રુધિરમાં લઈ આવે છે.

6.4.2 વનસ્પતિઓમાં વહન (Transportation in Plants)

આપણે પહેલાં ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે, વનસ્પતિ કેવી રીતે CO_2 જેવા સરળ સંયોજન મેળવે છે અને પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા ઊર્જાનો સંગ્રહ ક્લોરોફિલયુક્ત અંગો, પર્ણોમાં કરે છે. વનસ્પતિ શરીરના નિર્માણ માટે જરૂરી અન્ય કાચી સામગ્રી અલગથી પ્રાપ્ત કરે છે. વનસ્પતિઓ માટે નાઇટ્રોજન, સલ્ફર અને બીજા ખનીજ ક્ષારો માટે ભૂમિ નજીકનો તેમજ ભરપૂર સ્રોત છે. જેથી આ પદાર્થોનું શોષણ મૂળ દ્વારા જે ભૂમિના સંપર્કમાં રહે છે તેના દ્વારા થાય છે. જો ભૂમિના સંપર્કવાળાં અંગોમાં અને ક્લોરોફિલયુક્ત અંગોમાં અંતર બહુ જ ઓછું હોય, તો ઊર્જા તેમજ કાચી સામગ્રી વનસ્પતિના દેહના બધા ભાગોમાં આસાનીથી પ્રસરણ થઈ શકે છે. જો વનસ્પતિ શરીર કે દેહની રચનામાં પરિવર્તનને કારણે આ અંતર વધતું થાય છે તો પર્ણોમાંથી કાચી સામગ્રી અને મૂળમાં ઊર્જા મેળવવા માટે પ્રસરણક્રિયા પર્યાપ્ત નથી. એવી પરિસ્થિતિમાં વહનની એક સુદૃઢ પ્રણાલી જરૂરી હોય છે.

વિવિધ શરીરરચના માટે ઊર્જાની જરૂરિયાત ભિન્ન હોય છે. વનસ્પતિ પ્રચલન કરતી નથી અને વનસ્પતિ શરીરની અનેક પેશીઓમાં વધુ માત્રામાં મૃતકોષો હોય છે. પરિણામ સ્વરૂપ વનસ્પતિઓને ઓછી શક્તિની જરૂરિયાત હોય છે અને તેની સાપેક્ષમાં ધીમુ પરિવહનતંત્ર ધરાવે છે. ખૂબ ઊંચી વનસ્પતિઓમાં પરિવહનતંત્રને ખૂબ વધારે અંતર કાપવું પડે છે.

વનસ્પતિ વહનતંત્ર, પર્ણોમાંથી સંચિત ઊર્જાયુક્ત પદાર્થ તથા મૂળમાંથી કાચી સામગ્રીનું વહન કરે છે. આ બે પરિપથ સ્વતંત્ર રીતે સંગઠિત વાહકનલિકાઓથી નિર્માણ પામે છે. એક જલવાહક છે, જે ભૂમિમાંથી પ્રાપ્ત પાણી અને ખનિજ ક્ષારોનું વહન કરે છે. બીજી અન્નવાહક, પર્ણોથી જ્યાં તેઓ પ્રકાશસંશ્લેષણની નીપજનું સંશ્લેષણ કરે છે, વનસ્પતિના અન્ય ભાગો સુધી વહન કરે છે. આપણે આ પેશીઓની રચનાનો વિસ્તૃત અભ્યાસ ધોરણ IXમાં કરી ગયાં છીએ.

પાણીનું વહન (Transport of Water)

જલવાહક પેશી , મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણોમાંની જલવાહિનીઓ અને જલવાહિનીકીઓ પરસ્પર જોડાઈને પાણીના સંવહનનું સળંગ તંત્ર રચે છે જલવાહિનીઓના એક સતત નલિકા જેવી રચના બનાવે છે. જે વનસ્પતિના બધા ભાગોની સાથે જોડાયેલી હોય છે. મૂળના કોષો ભૂમિના સંપર્કમાં હોય છે અને તે સક્રિય સ્વરૂપે આયન પ્રાપ્ત કરે છે. આ મૂળ અને ભૂમિની વચ્ચે આયન સંકેન્દ્રણમાં તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે. આ તફાવતને દૂર કરવા માટે ભૂમિમાંથી પાણી મૂળમાં પ્રવેશ કરે છે.

તેનો અર્થ એ છે કે પાણીનું અવિરત વહન મૂળની જલવાહકની મદદથી પામે છે અને પાણીના સ્તંભનું નિર્માણ કરે છે જે સતત ઉપરની તરફ ધકેલાય છે.

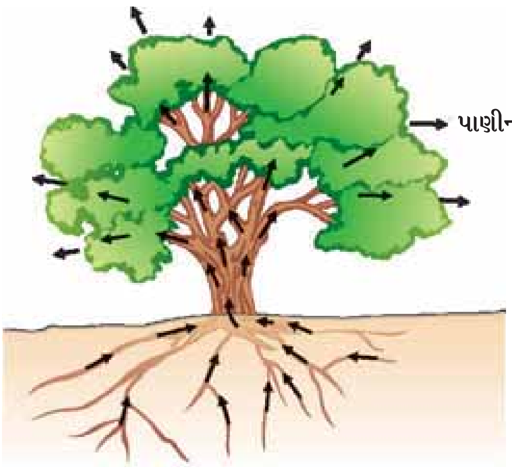
આપણે સામાન્ય રીતે વનસ્પતિઓની જે ઊંચાઈ જોઈએ છીએ તે ઊંચાઈ સુધી પાણીને પહોંચાડવા આ દબાણ સ્વયં પર્યાપ્ત નથી. વનસ્પતિ જલવાહકમાં ઉપરની તરફ પોતાની સૌથી વધુ ઊંચા બિંદુ સુધી પાણીને પહોંચાડવાની અન્ય યુક્તિ વાપરે છે.

પ્રવૃત્તિ 6.8

- લગભગ એક જ કે સમાન કદના અને સમાન માટી ધરાવતા બે કૂંડા લો. એકમાં વનસ્પતિ/છોડ લગાવો અને બીજા કૂંડામાં વનસ્પતિ/છોડની ઊંચાઈની એક લાકડી લગાડો.
- બંને કૂંડાની માટીને પ્લાસ્ટિકના કાગળથી ઢાંકી દો, જેથી ભેજનું બાષ્પીભવન ન થાય.
- બંને કૂંડાને, એકને છોડની સાથે અને બીજાને લાકડીની સાથે પ્લાસ્ટિક કાગળથી ઢાંકી દો.
- શું તમે બંનેમાં કોઈ તફાવત જોઈ શકો છો ?

એમ માની લઈએ કે વનસ્પતિને પૂરતાં પ્રમાણમાં પાણીની પ્રાપ્તિ થાય છે, જે પાણીની રંધ્ર દ્વારા ઊણપ સર્જાય છે તેનું પ્રતિસ્થાપન જલવાહકની જલવાહિનીઓ દ્વારા પર્ણોમાં થાય છે. વાસ્તવમાં કોષથી પાણીના અણુઓનું બાષ્પીભવન એક ચૂષક કે ખેંચાણ ઉત્પન્ન કરે છે. જે મૂળના જલવાહક કોષમાં આવેલા પાણીને (ઉપર) ખેંચે છે. વનસ્પતિના હવાઈ ભાગો દ્વારા બાષ્પના સ્વરૂપમાં પાણીનો વ્યય થાય તેને બાષ્પોત્સર્જન કહેવાય છે.

આમ, બાષ્પોત્સર્જનથી પાણીનું શોષણ તેમજ મૂળથી પર્ણો સુધી પાણી અને તેમાં દ્રાવ્ય ખનિજ ક્ષારોનું ઊર્ધ્વગમન કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. તે તાપમાનનું નિયમન કરવામાં પણ મદદરૂપ થાય છે. પાણીના વહનમાં મૂળદાબ રાત્રિના સમયમાં વિશેષ રૂપથી પ્રભાવી હોય છે. દિવસમાં જ્યારે રંધ્ર કે વાયુરંધ્ર કે પર્ણરંધ્ર ખૂલે છે, બાષ્પોત્સર્જનથી ખેંચાણબળ દ્વારા જલવાહકમાં પાણીના વહન માટે મુખ્ય પ્રેરકબળ હોય છે.



આકૃતિ 6.12
વૃક્ષમાં બાષ્પોત્સર્જન દરમિયાન પાણીની ગતિ

ખોરાક અને અન્ય પદાર્થોનું સ્થળાંતરણ

(Transport of Food and other substances)

અત્યાર સુધી, આપણે વનસ્પતિમાં પાણી અને ખનિજ ક્ષારોના વિષયમાં ચર્ચા કરી છે. હવે, આપણે ચર્ચા કરીએ કે ચયાપચયની ક્રિયાઓની નીપજો ખાસ કરીને પ્રકાશસંશ્લેષણ, જે પર્ણોમાં થાય છે, વનસ્પતિના અન્ય ભાગોમાં કેવી રીતે તે નીપજોને મોકલવામાં આવે છે ? પ્રકાશસંશ્લેષણની દ્રાવ્ય નીપજોનું વહન સ્થળાંતરણ કહેવાય છે અને તે સંવહન પેશી જેને અન્નવાહક કહે છે તેના દ્વારા થાય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણની નીપજો સિવાય અન્નવાહક એમિનો ઍસિડ અને અન્ય પદાર્થોનું વહન પણ કરે છે. તે પદાર્થ ખાસ કરીને મૂળમાં સંચય પામી, અંગો, ફળ, બીજ અને વૃદ્ધિ કરનારાં અંગોમાં લઈ જવામાં આવે છે. ખોરાક અને અન્ય પદાર્થોનું સ્થળાંતરણ તેને સંલગ્ન સાથીકોષની મદદથી ચાલનીનલિકામાં ઊર્ધ્વગમન તેમજ અધ:ગમન બંને દિશાઓમાં થાય છે.

જલવાહક દ્વારા વહનને સામાન્ય ભૌતિક બળોના સિદ્ધાંતો દ્વારા સમજી શકાય છે. તેનાથી વિરુદ્ધ અન્નવાહક દ્વારા સ્થળાંતરણ જે ઊર્જાના ઉપયોગથી દર્શાવાય છે. સુકોઝ જેવો પદાર્થ અન્નવાહક

પેશીમાં ATPમાંથી પ્રાપ્ત ઊર્જાના ઉપયોગથી સ્થળાંતરણ પામે છે. તેનાથી પેશીમાં આસૃતિદાબ વધે છે, જેનાથી પાણી તેમાં પ્રવેશે છે. આ દબાણ પદાર્થને અન્નવાહકમાંથી ઓછું દબાણ ધરાવતી પેશી તરફ લઈ જાય છે. તે અન્નવાહકને વનસ્પતિની જરૂરિયાતને અનુસાર પદાર્થોનું સ્થળાંતરણ પ્રેરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, વસંતઋતુમાં મૂળ તેમજ પ્રકાંડની પેશીઓમાં સંચિત શર્કરાનું સ્થળાંતરણ કલિકાઓમાં થાય છે જેને વૃદ્ધિ માટે ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે.

પ્રશ્નો

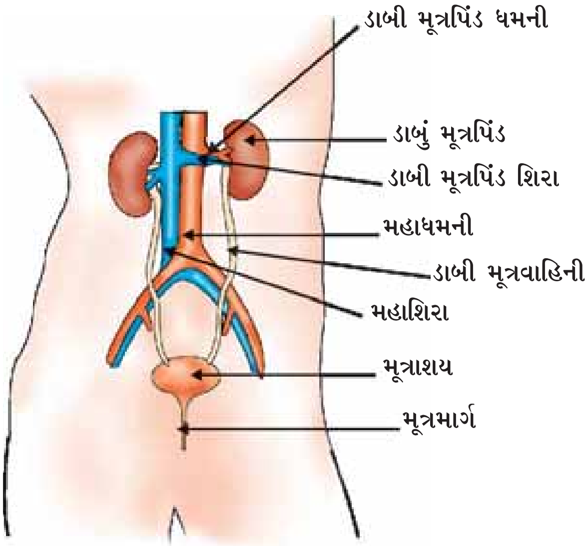
1. માનવમાં વહનતંત્ર કે પરિવહનતંત્રનાં ઘટકો ક્યાં છે ? આ ઘટકોનું કાર્ય શું છે ?
2. સસ્તન અને પક્ષીઓમાં ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિર અલગ કરવાની જરૂરિયાત કેમ છે ?
3. ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં વહનતંત્રનાં ઘટકો કયાં છે ?
4. વનસ્પતિમાં પાણી અને ખનિજ ક્ષારોનું વહન કેવી રીતે થાય છે ?
5. વનસ્પતિમાં ખોરાકનું સ્થળાંતરણ કેવી રીતે થાય છે ?

6.5 ઉત્સર્જન (Excretion)

આપણે ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે સજીવો પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસનમાંથી ઉદ્ભવેલા ઉત્સર્ગ વાયુઓથી કેવી રીતે છૂટકારો મેળવે છે ? અન્ય ચયાપચયિક ક્રિયાઓમાંથી ઉદ્ભવેલ નાઇટ્રોજનયુક્ત પદાર્થોનો નિકાલ કરવો જરૂરી છે. તે જૈવિક પ્રક્રિયા, જેમાં આ હાનિકારક ચયાપચયિક ઉત્સર્ગ કે નકામા પદાર્થોનો નિકાલ કરવામાં આવે છે તેને ઉત્સર્જન કહેવાય છે. વિવિધ પ્રાણીઓ તેના માટે વિવિધ પ્રયુક્તિઓ કરે છે. મોટા ભાગના એકકોષીય સજીવો આ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને શરીરની સપાટીથી પાણીમાં પ્રસરણ કરીને તે પદાર્થોનો ત્યાગ કરે છે. જેમકે, આપણે અન્ય ક્રિયામાં જોયું તેમ જટિલ બહુકોષીય સજીવો આ કાર્યને પૂર્ણ કરવા માટે વિશિષ્ટ અંગોનો ઉપયોગ કરે છે.

6.5.1 માનવોમાં ઉત્સર્જન (Excretion in Human Beings)

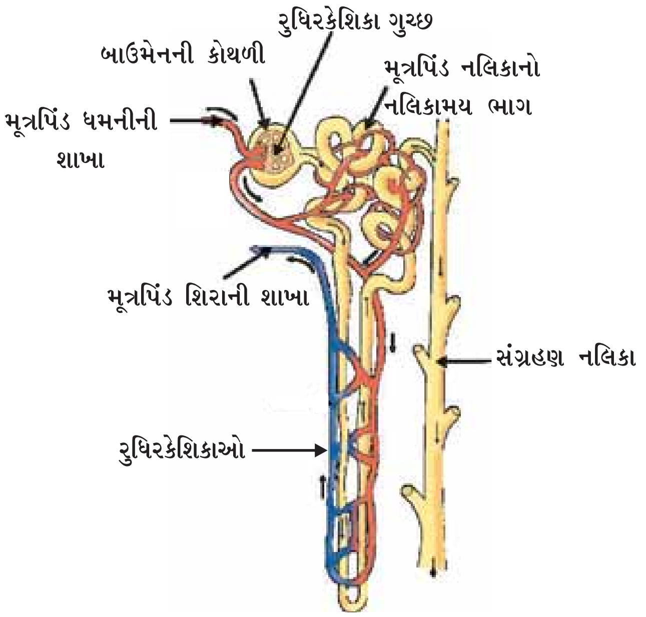
માનવના ઉત્સર્જન તંત્રમાં (આકૃતિ 6.13) એક જોડ મૂત્રપિંડ, એક જોડ મૂત્રવાહિની, એક મૂત્રાશય અને એક મૂત્રમાર્ગ હોય છે. મૂત્રપિંડો ઉદરમાં કરોડસ્તંભની કશેરૂકાઓની બંને પાર્શ્વ બાજુએ હોય છે. મૂત્રપિંડમાં નિર્માણ થયેલું મૂત્ર મૂત્રવાહિનીમાં થઈને મૂત્રાશયમાં જાય છે અને ત્યાં સુધી (ત્યાં) એકત્રિત રહે છે. જ્યાં સુધી મૂત્રમાર્ગમાંથી તેનો નિકાલ ન થાય.



આકૃતિ 6.13
માનવમાં ઉત્સર્જન તંત્ર

મૂત્ર કેવી રીતે નિર્માણ પામે છે ? મૂત્ર નિર્માણનો હેતુ રુધિરમાંથી નકામા ઉત્સર્ગ પદાર્થોને અલગ કરીને બહાર નિકાલ કરવાનો છે. ફેફસાંમાં CO_2 વાયુ રુધિરમાંથી અલગ થઈ જાય છે. જ્યારે નાઇટ્રોજનયુક્ત નકામાં ઉત્સર્ગ દ્રવ્યો કે પદાર્થો જેવાં કે યુરિયા કે યુરિક ઍસિડ, મૂત્રપિંડમાં રુધિરથી અલગ કરવામાં આવે છે. આ કોઈ આશ્ચર્ય પમાડે તેવી બાબત નથી કે ફેફસાંની જેમ મૂત્રપિંડમાં પાયારૂપ ગાળણ એકમ ખૂબ જ પાતળી દીવાલવાળી રુધિર-કેશિકાઓના ગુચ્છ હોય છે. મૂત્રપિંડમાં પ્રત્યેક રૂધિરકેશિકાગુચ્છ, ગૂંચળાકાર નલિકાના છેડે કપ આકારના ભાગ કે જેને બાઉમેનની કોથળી કહે છે તેની સાથે જોડાયેલ હોય છે જે ગાળણને એકત્ર કરે છે. (આકૃતિ 6.14). પ્રત્યેક મૂત્રપિંડમાં આવા અનેક ગાળણ એકમો હોય છે જેને મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron) કહે છે. જે નજીકમાં

નિકટતમ રીતે ગોઠવાય છે. પ્રારંભિક ગાળણમાં કેટલાક પદાર્થ જેવા કે, ગ્લુકોઝ, એમિનો ઍસિડ, ક્ષાર અને વધુ માત્રામાં પાણી હોય છે. જેમ-જેમ મૂત્ર આ નલિકામાંથી વહન પામે છે, આ પદાર્થોનું પસંદગીશીલ પુનઃશોષક પણ દર્શાવાય છે. પાણીનું પ્રમાણ પુનઃશોષણ શરીરમાં આવેલા વધારાના પાણીની માત્રા પર અને કેટલા દ્રાવ્ય નકામા પદાર્થોનું ઉત્સર્જન કરવાનું છે તેના પર નિર્ભર કરે છે. પ્રત્યેક મૂત્રપિંડમાં નિર્માણ પામનારું મૂત્ર એક લાંબી નલિકા, જેને મૂત્રવાહિની કહે છે તેમાં પ્રવેશ કરે છે, જે મૂત્રપિંડને મૂત્રાશયની સાથે જોડે છે. જ્યાં સુધી ફેલાયેલ મૂત્રાશયનું દબાણ મૂત્રમાર્ગ દ્વારા તેને બહાર ન કરી દે ત્યાં સુધી મૂત્રાશય દબાણ અનુભવે છે અને મૂત્રાશયમાં મૂત્ર સંચય પામેલ રહે છે. મૂત્રાશય સ્નાયુલ હોય છે. આમ, આ ક્રિયા ચેતા નિયંત્રણ દ્વારા થાય છે. આની ચર્ચા આપણે કરી ગયાં છીએ. પરિણામ સ્વરૂપે આપણે સામાન્ય રીતે મૂત્રત્યાગનું નિયંત્રણ કરી શકીએ છીએ.



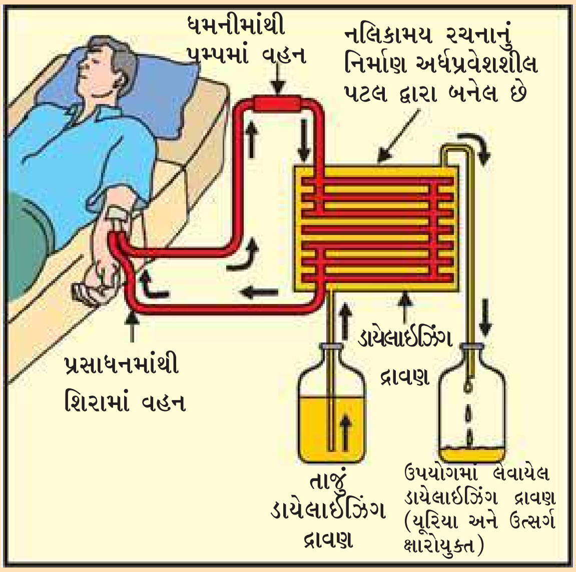
આકૃતિ 6.14
મૂત્રપિંડ નલિકાની સંરચના

વધુ જાણવા જેવું!

કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ (હીમોડાયાલિસિસ) Artificial Kidney (Hemodialysis)

જીવીતતા માટે મૂત્રપિંડ જૈવિક અંગ છે. ઘણાં કારણો કે પરિબળો જેવાં કે સંક્રમણ, આઘાત કે મૂત્રપિંડમાં સીમિત (ઓછો) રુધિરપ્રવાહ, મૂત્રપિંડની ક્રિયાશીલતાને ઘટાડે છે. આ શરીરમાંના વિષારી (ઝેરી) ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોનો સંચય કરે છે. જેથી મૃત્યુ પણ થઈ શકે છે. મૂત્રપિંડ નિષ્ક્રિય થવાની અવસ્થામાં કૃત્રિમ મૂત્રપિંડનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. એક કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને રુધિરમાંથી ડાયાલિસિસ (Dialysis) દ્વારા બહાર કાઢવાની એક રીત કે પદ્ધતિ છે.

કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ (વૃક્ક = Kidney) ઘણીબધી અર્ધપ્રવેશશીલ કે અર્ધ પારગમ્ય અસ્તરવાળી નલિકાઓથી યુક્ત હોય છે. આ નલિકાઓ ડાયાલાઇઝર પ્રવાહીથી ભરેલી ટાંકીમાં લગાડેલી હોય છે. આ ડાયાલાઇઝર પ્રવાહીનો આસૃતિદાબ રુધિર જેવો જ હોય છે, પરંતુ તેમાં નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગ દ્રવ્યો કે પદાર્થો હોતાં નથી. દર્દીના રુધિરને આ નલિકાઓમાંથી વહેવડાવવામાં આવે છે. આ માર્ગમાં રુધિરમાંથી ઉત્સર્ગ પદાર્થો પ્રસરણ દ્વારા ડાયાલાઇઝર પ્રવાહીમાં આવે છે. શુદ્ધીકરણ પામેલ રુધિર પાછું દર્દીના શરીરમાં પંપ દ્વારા મોકલવામાં આવે છે. આ મૂત્રપિંડના કાર્યને સમાન છે, પરંતુ એક તફાવત એ છે કે, આમાં કોઈ પુનઃશોષણની ક્રિયા થતી નથી. સામાન્ય રીતે એક સ્વસ્થ/તંદુરસ્ત વ્યક્તિમાં દરરોજ 180 લિટર પ્રારંભિક નિસ્યંદન મૂત્રપિંડમાં થાય છે. જોકે એક દિવસમાં ઉત્સર્જિત મૂત્રનો ત્યાગ કે નિકાલ વાસ્તવમાં એક કે બે લિટર થાય છે કારણ કે બાકી રહેલ નિસ્યંદન મૂત્રપિંડ નલિકાઓમાં પુનઃશોષણ પામે છે.



આના પર વિચારો

અંગદાન (Organ donation)

અંગદાન એ એવા વ્યક્તિને દાન આપવાનું ઉદાર કાર્ય છે જે બિન-કાર્યક્ષમ અંગોથી પીડાતી હોય. અંગનું દાન દાતા (donor) અને તે/તેણીના પરિવારની સંમતિ દ્વારા થઈ શકે છે. ઉંમર (age) કે જાતિ (gender) ને અનુલક્ષીને કોઈપણ એક અંગ તથા પેશીદાતા બની શકે છે. અંગ પ્રત્યારોપણ (organ transplants) એ વ્યક્તિનું જીવન બચાવી શકે છે કે તેમાં પરિવર્તન લાવી શકે છે. પ્રત્યારોપણ આવશ્યક છે કારણ કે પ્રાપ્ત કરતા(ગ્રાહી - recipient)નું અંગ નુકશાન પામ્યું હોય અથવા રોગ કે ઈજાથી નિષ્ફળ બન્યું હોય. અંગ પ્રત્યારોપણમાં અંગને એક વ્યક્તિ (અંગદાતા)માંથી બીજા વ્યક્તિ (પ્રાપ્તકર્તા) પર પ્રત્યારોપિત કરવામાં આવે છે. સામાન્ય પ્રત્યારોપણમાં આંખનાં પાર દર્શક પટલો (corneas), મૂત્રપિંડ (kidneys), હૃદય (heart), યકૃત (liver), સ્વાદુપિંડ (pancreas), ફેફસા (lungs), આંતરડા (intestines) અને અસ્થિ મજ્જા (bone marrow) નો સમાવેશ થાય છે. મોટા ભાગનાં અંગ તેમજ પેશીઓનું દાન દાતાનાં મૃત્યુ યાામ્યા પછી કે ડૉક્ટર જ્યારે મગજને મૃત જાહેર કરે ત્યારે જ થાય છે. પરંતુ કેટલાક અંગો જેવાં કે મૂત્રપિંડ, યકૃતનો ભાગ, ફેફસા વગેરે તેમજ પેશીઓ દાતાં જીવિત હોય ત્યારે દાનમાં આપી શકાય છે.

6.5.2 વનસ્પતિઓમાં ઉત્સર્જન (Excretion in Plants)

વનસ્પતિઓમાં ઉત્સર્જન માટે પ્રાણીઓથી બિલકુલ ભિન્ન પદ્ધતિઓ આવેલી છે. પ્રકાશસંશ્લેષણમાં ઑક્સિજનનું પણ નકામી નીપજ તરીકે નિર્માણ થાય છે. આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે વનસ્પતિઓ ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડની સાથે કેવો વ્યવહાર કરે છે ? તેના સિવાય પાણીથી બાષ્પોત્સર્જન દ્વારા છુટકારો મેળવે છે વનસ્પતિઓમાં ઘણીબધી પેશી મૃત કોષોની બનેલી હોય છે અને તેઓ તેમના કેટલાક ભાગો જેવાં કે પર્ણોનો નાશ પણ કરી શકે છે. ઘણીબધી વનસ્પતિઓ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોનો કોષીય રસધાનીમાં સંગ્રહ કરે છે. વનસ્પતિઓ પરથી ખરી પડવાવકે ળાં પર્ણોમાં પણ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યો સંચય પામેલાં હોય છે. અન્ય ઉત્સર્ગદ્રવ્યો કે પદાર્થો જેવાં કે રેઝિન (રાળ) અને ગુંદરના સ્વરૂપમાં ખાસ કરીને જૂની જલવાહક પેશીમાં સંચય પામે છે. વનસ્પતિ પણ કેટલાંક ઉત્સર્ગદ્રવ્યોને પોતાની આસપાસની ભૂમિમાં ઉત્સર્જિત કરે છે.

પ્રશ્નો

1. મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron)ની રચના અને તેની ક્રિયાવિધિનું વર્ણન કરો.
2. ઉત્સર્ગ પદાર્થોથી છુટકારો મેળવવા માટે વનસ્પતિમાં કઈ રીતો કે પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે ?
3. મૂત્રનિર્માણના પ્રમાણનું નિયમન કેવી રીતે થાય છે ?

તમે શીખ્યાં કે

- વિવિધ પ્રકારની ગતિઓ કે વહનની રીતોને જીવનસૂચક માનવામાં આવે છે.
- જીવનના રક્ષણ માટે પોષણ, શ્વસન, શરીરની અંદરના પદાર્થોનું સંવહન અને ઉત્સર્ગ પદાર્થોનું ઉત્સર્જન વગેરે જરૂરી ક્રિયાઓ છે.
- સ્વયંપોષી પોષણમાં પર્યાવરણમાંથી સરળ અકાર્બનિક પદાર્થો મેળવીને અને બાહ્ય ઊર્જા સ્રોત જેવા કે સૂર્યનો ઉપયોગ કરીને ઊંચી ઊર્જા ધરાવતા જટિલ કાર્બનિક પદાર્થોનું સંશ્લેષણ કરે છે.
- વિષમપોષી પોષણમાં બીજા સજીવો દ્વારા તૈયાર કરાયેલા જટિલ પદાર્થોનું અંતઃગ્રહણ થાય છે.
- મનુષ્યમાં લેવામાં આવતા આહાર કે ખોરાકનું વિખંડન કે વિઘટન પાચનમાર્ગમાં કેટલાક તબક્કાઓમાં થાય છે અને પાચિત ખોરાક નાના આંતરડામાં (શેષાંત્રમાં) અભિશોષણ કરીને શરીરના બધા કોષોમાં મોકલી આપે છે.

- શ્વસનની પ્રક્રિયામાં ગ્લુકોઝ જેવાં જટિલ કાર્બનિક સંયોજનોનું વિઘટન થાય છે. જેથી ATPનો ઉપયોગ કોષોમાં થનારી અન્ય ક્રિયાઓને ઊર્જા આપવા માટે થાય છે.
- શ્વસન જારક કે અજારક પ્રકારનું હોઈ શકે છે. જારક શ્વસન દ્વારા સજીવને વધારે ઊર્જા પ્રાપ્ત થાય છે.
- મનુષ્યમાં ઑક્સિજન, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, ખોરાક તથા ઉત્સર્ગ પદાર્થો જેવા પદાર્થોના વહન માટે પરિવહન તંત્રનું કાર્ય થાય છે. પરિવહન તંત્ર હૃદય, રુધિર તથા રુધિરવાહિનીઓનું બનેલું હોય છે.
- ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં પાણી, ખનીજ ક્ષારો, ખોરાક તથા અન્ય પદાર્થોનું વહન વાહકપેશીનાં કાર્ય છે, જેમાં જલવાહક અને અન્નવાહક હોય છે.
- મનુષ્યમાં ઉત્સર્ગ પદાર્થો દ્રાવ્ય નાઇટ્રોજનયુક્ત સંયોજનોના સ્વરૂપમાં મૂત્રપિંડમાંની મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron) દ્વારા બહાર ત્યાગ કરવામાં આવે છે.
- વનસ્પતિઓ ઉત્સર્ગ પદાર્થોને દૂર કરવા માટે વિવિધ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઉત્સર્ગ પદાર્થો કોષીય રસધાનીમાં સંચય કરે છે કે ગુંદર અથવા રેઝિન જેવા પદાર્થો અને ખરી પડતાં પર્ણો દૂર થવાની સાથે દૂર થાય છે અથવા તેઓ તેમની આસપાસની ભૂમિમાં ઉત્સર્જિત કરે છે.

સ્વાધ્યાય

1. મનુષ્યમાં મૂત્રપિંડએ ...... સાથે સંકળાયેલા એક તંત્રનો ભાગ છે.

(a) પોષણ (b) શ્વસન

(c) ઉત્સર્જન (d) પરિવહન

2. વનસ્પતિઓમાં જલવાહક ...... માટે જવાબદાર છે.

(a) પાણીના વહન (b) ખોરાકના વહન

(c) એમિનો ઍસિડના વહન (d) ઑક્સિજનના વહન

3. સ્વયંપોષી માટે ...... આવશ્યક છે.

(a) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ તથા પાણી (b) ક્લોરોફિલ

(c) સૂર્યનો પ્રકાશ (d) ઉપર્યુક્ત બધા જ.

4. ......માં પાયરૂવેટના વિઘટન થવાથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, પાણી અને ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય છે.

(a) કોષરસ (b) કણાભસૂત્રો (c) હરિતકણ (d) કોષકેન્દ્ર

5. આપણા શરીરમાં ચરબીનું પાચન કેવી રીતે થાય છે ? આ પ્રક્રિયા ક્યાં થાય છે ?

6. ખોરાકના પાચનમાં લાળરસની ભૂમિકા શું છે ?

7. સ્વયંપોષી પોષણ માટે જરૂરી પરિસ્થિતિઓ કઈ છે અને તેની નીપજો કઈ છે ?

8. જારક અને અજારક શ્વસન વચ્ચે તફાવત શું છે ? કેટલાક સજીવોનાં નામ આપો કે જેમાં અજારક શ્વસન થાય છે.

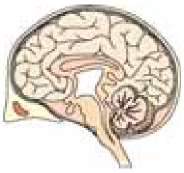
9. વાયુઓના વધારેમાં વધારે વિનિમય માટે વાયુકોષ્ઠોની રચના કેવા પ્રકારની હોય છે ?

10. આપણા શરીરમાં હિમોગ્લોબીનની ઊણપને પરિણામે શું થઈ શકે છે ?

11. મનુષ્યમાં રુધિરનું બેવડું પરિવહનની વ્યાખ્યા આપો. તે શા માટે જરૂરી છે ?

12. જલવાહક અને અન્નવાહકમાં પદાર્થોના વહન વચ્ચે શું તફાવત છે ?

13. ફેફસાંમાં વાયુકોષ્ઠોની અને મૂત્રપિંડમાં મૂત્રપિંડનલિકાની રચના અને તેઓની ક્રિયાવિધિની તુલના કરો.



પ્રકરણ 7
નિયંત્રણ અને સંકલન (Control and Coordination)

અગાઉના પ્રકરણમાં આપણે સજીવોમાં રક્ષણકાર્યને સંલગ્ન જૈવિક પ્રક્રિયાઓના વિષયમાં અભ્યાસ કર્યો. આપણે એ બાબત પર વિચાર કરવાની શરૂઆત કરી હતી કે જો કોઈ વસ્તુ ગતિશીલ છે તો તે સજીવ છે. વનસ્પતિઓમાં આ રીતની કેટલીક ક્રિયાઓ વાસ્તવમાં વૃદ્ધિનું પરિણામ છે. એક બીજ અંકુરિત થાય છે અને વૃદ્ધિ કરે છે અને આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, થોડા દિવસોમાં તે માટીને બાજુમાં ધકેલી નાનો છોડ બહાર આવે છે, પરંતુ જો તેમની વૃદ્ધિ રોકાઈ જાય તો આ ક્રિયાઓ થતી નથી. મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં અને કેટલીક વનસ્પતિઓમાં કેટલુંક હલનચલન વૃદ્ધિની સાથે સંબંધિત હોતું નથી. એક દોડતી બિલાડી, હીંચકા પર હીંચતાં બાળકો, વાગોળતી ભેંસ – આ હલનચલનો વૃદ્ધિનું કારણ નથી.

જોઈ શકાય તેવી આ ક્રિયાઓને આપણે જીવનની સાથે કેમ જોડીએ છીએ ? તેનો એક સંભવિત જવાબ એ છે કે, આપણે ક્રિયાઓને સજીવના પર્યાવરણમાં આવતા પરિવર્તનના પ્રતિચાર રૂપે વિચારીએ છીએ. બિલાડી એટલા માટે દોડતી હશે કારણ કે તેણે એક ઉંદરને જોયો છે. માત્ર આટલું જ નહિ પરંતુ આપણે સજીવોનાં હલનચલનને તેમનાં પર્યાવરણમાં થયેલા ફેરફારનો લાભ ઉઠાવવાનો એક પ્રયાસ પણ ગણી શકીએ. સૂર્યના પ્રકાશમાં છોડ કે વનસ્પતિ વૃદ્ધિ કરે છે. બાળકો હીંચકાથી આનંદ પ્રાપ્ત કરવાનો પ્રયત્ન કરે છે. ભેંસ વાગોળે છે કે જેથી ખોરાકના નાના ટુકડાઓમાં રૂપાંતરિત થાય અને તેનું પાચન સરળતાથી થઈ શકે. જ્યારે તીવ્ર પ્રકાશ આપણી આંખો પર આપાત થાય છે કે જ્યારે આપણે કોઈ ગરમ વસ્તુને અડકીએ છીએ તો બદલાવ અનુભવીએ છીએ અને પોતાના બચાવ કરવા માટે પ્રતિચાર આપીએ છીએ.

જો આપણે તેના વિશે વધારે વિચાર કરીએ તો એવું પ્રતીત થાય છે કે, પર્યાવરણને પ્રતિચાર આપવા માટે થતાં આ હલનચલનોનું ચોકસાઈથી નિયંત્રણ કરવામાં આવે છે. પર્યાવરણમાં પ્રત્યેક પરિવર્તનની પ્રતિચારરૂપે એક યોગ્ય ક્રિયા ઉત્પન્ન થાય છે. જ્યારે આપણે વર્ગમાં આપણા મિત્રોની સાથે વાત કરવા માંગતા હોઈએ છીએ ત્યારે આપણે જોરથી બૂમો પાડવાની તુલનામાં ધીમે-ધીમે વાતો કરીએ છીએ. સ્પષ્ટ રીતે કોઈ પણ ક્રિયા જે ઘટના પર નિર્ભર કરે છે, તેને પ્રેરિત કરે છે. આમ, આ રીતની નિયંત્રિત ક્રિયાને પર્યાવરણમાં ભિન્ન ઘટનાઓના જ્ઞાનની સાથે સાંકળવી જોઈએ જે ક્રિયાને અનુરૂપ ક્રિયા પ્રતિચારરૂપે (પ્રતિસાદ) કરી શકાય. બીજા શબ્દોમાં સજીવોએ તે તંત્રોનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ જે નિયંત્રણ અને સંકલનનું કાર્ય કરે. બહુકોષીય સજીવોમાં શરીરના આયોજનના સામાન્ય સિદ્ધાંતને ધ્યાનમાં રાખીને એ કહી શકીએ કે વિશિષ્ટીકરણ પામેલી પેશીનો ઉપયોગ આ નિયંત્રણ અને સંકલનની પ્રવૃત્તિમાં થાય છે.

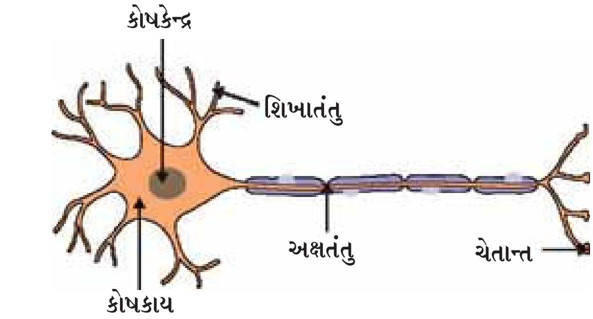
7.1 પ્રાણીઓ – ચેતાતંત્ર (Animals – Nervous System)

પ્રાણીઓમાં આ નિયંત્રણ અને સંકલન ચેતા અને સ્નાયુપેશી દ્વારા થાય છે. જેના વિષયમાં આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. આકસ્મિક પરિસ્થિતિમાં ગરમ પદાર્થને અડકવું આપણા માટે હાનિકારક હોઈ શકે છે. આપણે તે ઓળખવાની અને તેને અનુરૂપ ક્રિયા કરવાની જરૂરિયાત હોય છે. આપણે કેવી રીતે જાણી શકીશું કે આપણે ગરમ વસ્તુને અડકી રહ્યા છીએ ? આપણા પર્યાવરણમાંથી બધી સૂચનાઓની ઓળખ કેટલાક ચેતોકોષોના વિશિષ્ટીકરણ પામેલા ટોચના તંતુઓ દ્વારા થાય છે. તે ગ્રાહી એકમ, સામાન્ય

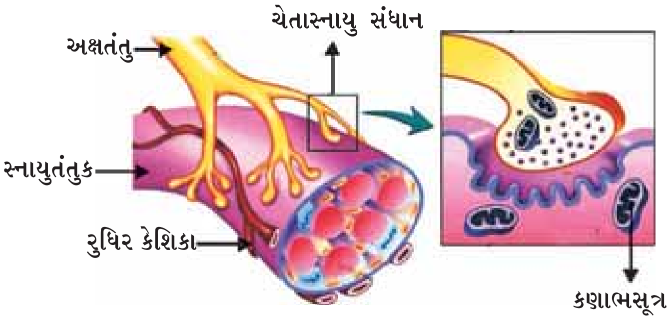
રીતે આપણાં સંવેદાંગોમાં (આપણી જ્ઞાનેન્દ્રિયોમાં) આવેલ હોય છે. જેમકે – અંતઃ કર્ણ, નાક, જીભ વગેરે. રસ સંવેદનાગ્રાહી સ્વાદ ઓળખ કરે છે જ્યારે ઘ્રાણગ્રાહી એકમ ગંધને લગતી સંવેદનાની ઓળખ કરે છે.

આ સૂચના એક ચેતાકોષના અગ્રભાગે આવેલા તંતુઓ દ્વારા મેળવવામાં આવે છે. (શિખાતંતુ – Dendrite) (આકૃતિ 7.1 (a)) અને એક રાસાયણિક ક્રિયા દ્વારા વિદ્યુતઆવેગ ઉત્પન્ન કરે છે. આ આવેગ શિખાતંતુથી ચેતાકોષકાય સુધી જાય છે અને ચેતાક્ષ (Axon) થઈને તેના અંતિમ છેડા સુધી પહોંચે છે. ચેતાક્ષના છેડેથી વિદ્યુતઆવેગ કેટલાંક રસાયણોને મુક્ત કરે છે. આ રસાયણ અવકાશીય સ્થાન કે ચેતોપાગમ (Synapse)ને પસાર કરીને તેના પછીના ચેતાકોષના શિખાતંતુમાં વિદ્યુતઆવેગનો પ્રારંભ કરે છે. આ શરીરમાં ઊર્મિવેગના વહનની સામાન્ય પ્રણાલિ છે. આ રીતે એક ચેતોપાગમ અંતમાં એવા ઊર્મિવેગને ચેતાકોષોથી અન્ય કોષોમાં, જેવા કે સ્નાયુકોષો કે ગ્રંથિ (આકૃતિ 7.1 (b)) સુધી લઈ જાય છે.

આમ, તેમાં કોઈ આશ્ચર્ય નથી કે ચેતાપેશી ચેતાકોષોની એક આયોજનબદ્ધ જાળીરૂપ રચનાની બનેલી છે અને આ સૂચનાઓ વિદ્યુતઆવેગ દ્વારા શરીરના એક ભાગથી બીજા ભાગ સુધી સંવહનમાં વિશિષ્ટીકરણ પામેલી છે.



(a)



(b)

આકૃતિ 7.1 (a) ચેતાકોષની સંરચના (b) ચેતાસ્નાયુ સંધાન

આકૃતિ 7.1 (a)ને જુઓ અને તેમાં ચેતાકોષના ભાગોને ઓળખો : (i) જેમાં સંવેદનાઓ આવે છે. (ii) જેમાંથી સંવેદનાઓ કે સૂચનાઓ વિદ્યુતઆવેગની જેમ વહન કરે છે અને (iii) જ્યાં આ આવેગને રાસાયણિક સંકેતમાં પરિવર્તિત કરવામાં આવે છે, જેથી તે આગળ પ્રસરણ પામી શકે છે.

પ્રવૃત્તિ 7.1

- થોડીક ખાંડ તમારા મોંમાં રાખો. તેનો સ્વાદ કેવો છે ?
- તમારા નાકને અંગૂઠા અને પહેલી આંગળી (તર્જની)થી દબાવીને બંધ કરી લો. હવે ફરીથી ખાંડ ખાઓ. તેના સ્વાદમાં શું કોઈ ફેર પડે છે ?
- જમતી વખતે આવી જ રીતે તમારા નાકને બંધ કરી લો અને ધ્યાન રાખો કે જે ખોરાક કે ભોજનને તમે ખાઈ રહ્યાં છો (જમી રહ્યા છો) શું તમે તેનો ખાવાનો સંપૂર્ણ સ્વાદ માણી રહ્યાં છો ?

જ્યારે નાક બંધ થાય છે તો શું તમે ખાંડ અને ભોજનના સ્વાદમાં કોઈ તફાવત અનુભવી શકો છો ? જો હા હોય તો તમે વિચારતા હશો કે આમ કેમ થાય છે ? આ રીતનો તફાવત જાણવા માટે અને તેનો સંભવિત ઉકેલ શોધવા માટે વાંચો અને ચર્ચા કરો. જ્યારે તમને શરદી થાય છે ત્યારે પણ શું તમે આ જ પરિસ્થિતિનો સામનો કરો છો ?

7.1.1 પરાવર્તી ક્રિયાઓમાં શું થાય છે ? (What happens in Reflex Actions ?)

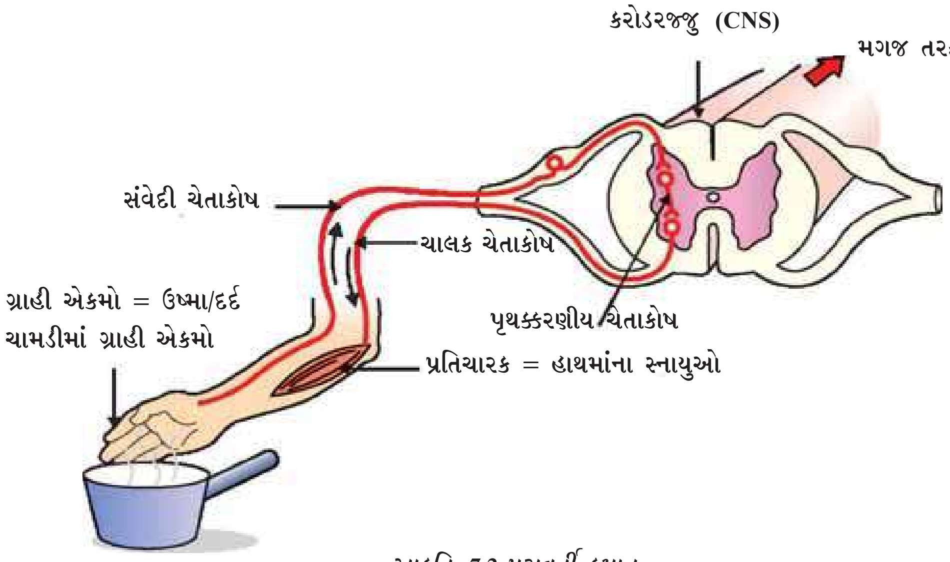
પર્યાવરણમાં કોઈ ઘટનાની ક્રિયાના ફળસ્વરૂપે અચાનક થયેલી ક્રિયાની ચર્ચા કરીએ તો મોટે ભાગે 'પ્રતિચાર' શબ્દનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. આપણે કહીએ છીએ કે, 'હું પ્રતિચાર સ્વરૂપે બસમાંથી કૂદી ગયો.' અથવા 'મેં પ્રતિચાર સ્વરૂપે (તરત જ) આગની જ્વાળામાંથી મારો હાથ પાછો ખેંચી લીધો.' અથવા 'હું એટલો બધો ભૂખ્યો હતો કે પ્રતિચાર સ્વરૂપે મારા મોંમાં પાણી આવવા લાગ્યું.' આનો અર્થ શું છે ? આ બધાં ઉદાહરણોમાં એક સામાન્ય વિચાર એ આવે છે કે જે કંઈક આપણે કરી રહ્યાં છીએ તેના વિશે વિચાર કરતાં નથી અથવા આપણી ક્રિયાઓના નિયંત્રણને અનુભવતાં નથી. છતાં પણ આ એવી પરિસ્થિતિઓ છે જ્યાં આપણે આપણા પર્યાવરણમાં થનારાં પરિવર્તનોના પ્રત્યે પ્રતિચાર કરીએ છીએ. આ પરિસ્થિતિઓમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલન કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરી શકાય છે ?

આ વિષય પર ફરીથી વિચાર કરીએ. એક ઉદાહરણ લઈએ, આગની જ્વાળાને અડકવાનું આપણા માટે અથવા કોઈ પણ પ્રાણી માટે એક અકસ્માત અને ભયજનક સ્થિતિ છે. આપણે તેના પ્રત્યે કેવી રીતે ક્રિયા કરીએ છીએ ? એક સરળ રીત છે કે આપણે વિચાર કરીએ કે આપણને ઈજા પહોંચી શકે છે અને એટલા માટે આપણે આપણો હાથ હટાવી લઈએ છીએ ત્યારે એક જરૂરી પ્રશ્ન ઉદ્ભવે છે કે આ બધું વિચારવા માટે આપણને કેટલો સમય લાગે છે ? જવાબ તેના પર આધારિત છે કે આપણે કેવી રીતે વિચારીએ છીએ ? જો ઊર્મિવેગને તે તરફ મોકલવામાં આવે છે તો તેની ચર્ચા આપણે પહેલા કરી ગયાં છીએ, ત્યારે આ પ્રકારની સંવેદના કે આવેગ ઉત્પન્ન કરવા માટે મગજ દ્વારા ચિંતન થવું તે પણ જરૂર છે. વિચાર કરવો તે એવી જટિલ ક્રિયા છે, જેમાં ઘણાબધા ચેતાકોષોના ઊર્મિવેગની જટિલ પારસ્પરિક ક્રિયાઓ સંકળાયેલી છે.

જો આમ હોય તો આશ્ચર્ય નથી કે આપણા શરીરમાં વિચારવા માટેનું અંગ ચેતાકોષોની જટિલ જાળીરૂપ રચનાનું બનેલું છે. જે ખોપરીમાં અગ્રભાગે આવેલી રચના છે અને શરીરના બધા ભાગોમાંથી સંકેતો પ્રાપ્ત કરે છે તેમજ તેના પર ક્રિયા કરતાં પહેલાં વિચાર કરે છે. નિઃસંદેહ આ સંકેતો પ્રાપ્ત કરવા માટે ખોપરીમાંનું મગજ શરીરના વિવિધ ભાગોથી આવતી ચેતાઓ સાથે જોડાયેલું હોવું જોઈએ. આ રીતે, જો મગજનો આ ભાગ સ્નાયુઓની ક્રિયા કરવાનો આદેશ આપે છે તો ચેતાઓ દ્વારા આ સંકેતોને શરીરના વિવિધ ભાગો સુધી લઈ જવા જોઈએ. આપણે કોઈ ગરમ વસ્તુને અડકીએ અને મગજને આ બધી ક્રિયાઓ કરવી પડે તો ઘણો સમય લાગે અને આપણે દાઝી જઈએ.

શરીરની સંરચના (Design) કેવી રીતે આ સમસ્યાનો ઉકેલ શોધે છે ? ઉષ્માની સંવેદનાના વિષયમાં વિચારીએ તો જે ચેતા ઉષ્માની અનુભૂતિ કરે છે તે સ્નાયુઓના હલનચલન કરાવે તેવી ચેતા સાથે સરળ રીતે જોડાયેલી હોવી જોઈએ જેથી સંવેદના ગ્રહણ અને તેના પ્રતિચારની ક્રિયા ઝડપથી થઈ શકે. આવા જોડાણને પરાવર્તી કમાન કહે છે. અંતર્ગ્રાહી (સંવેદી) ચેતા અને બહિર્વાહી (ચાલક) ચેતા વચ્ચે આવું જોડાણ કયા સ્થાને જોવા મળે ? ચોક્કસપણે તે બંને ચેતા સૌપ્રથમ જ્યાં મળે તે જગ્યાએ જ હોવું જોઈએ. આખા શરીરની ચેતાઓ મગજ તરફ જતી વખતે કરોડરજ્જુમાં મળે છે. આ કરોડરજ્જુમાં જ પરાવર્તી કમાન રચાય છે. જોકે સંવેદના આગળ વધીને મગજ સુધી પણ પહોંચે તો છે જ.

મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં પરાવર્તી કમાન એટલા માટે વિકસિત હોય છે કારણ કે તેના મગજને વિચારવાની ક્રિયા ખૂબ જ સતેજ હોતી નથી. વાસ્તવમાં, મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં વિચારવા માટે જરૂરી જટિલ ચેતાકોષીય જાળ કાં તો અલ્પ વિકસિત હોય છે અથવા ગેરહાજર હોય છે. આમ, આ સ્પષ્ટ છે કે વાસ્તવિક વિચારની ક્રિયાની ગેરહાજરીમાં પરાવર્તી કમાન વિકાસ પામે છે. જો જટિલ ચેતાકોષીય જાળનું અસ્તિત્વ હોય, તે પણ પરાવર્તી કમાન તરીકે એક ખૂબ જ કાર્યક્ષમ પ્રણાલીના રૂપમાં કાર્ય કરે છે.



આકૃતિ 7.2 પરાવર્તી કમાન

શું તમે તે ઘટનાઓના ક્રમને શોધી શકો છો કે જે તમારી આંખોમાં તીવ્ર પ્રકાશ કેન્દ્રિત કરવાથી થાય છે ?

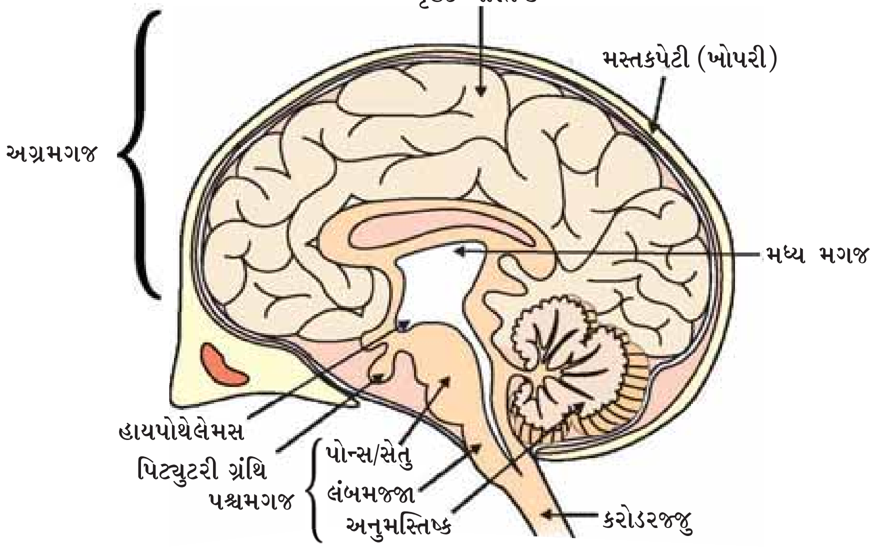
7.1.2 માનવ–મગજ (Human Brain)

શું કરોડરજ્જુનું કાર્ય માત્ર પરાવર્તી ક્રિયા કરવાનું છે ? નિશ્ચિત રૂપથી નહિ, કારણ કે આપણે જાણીએ છીએ કે આપણે વિચારશીલ પ્રાણીઓ છીએ. કરોડરજ્જુ ચેતાઓની બનેલી હોય છે જે વિચારવા માટે માહિતી આપે છે. આ ક્રિયામાં ચેતાઓની જટિલ રચનાઓ સંકળાયેલી છે જે મગજમાં આવેલી છે જે શરીરનું મુખ્ય સંકલન કેન્દ્ર છે. મગજ અને કરોડરજ્જુ મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર (CNS = Central Nervous System) બનાવે છે. તે શરીરના બધા ભાગોમાંથી સૂચનાઓ પ્રાપ્ત કરે છે અને તેઓનું સંકલન કરે છે.

આપણે, આપણી ક્રિયાઓના વિષયમાં પણ વિચારીએ છીએ. લખવું, વાત કરવી, એક ખુરશીને ફેરવવી, કોઈ કાર્યક્રમ સમાપ્ત થતાં તાળી વગાડવી વગેરે પૂર્વનિર્ણિત સ્વૈચ્છિક ક્રિયાઓનાં ઉદાહરણ છે, મગજ સ્નાયુઓ સુધી સંદેશા મોકલે છે. આ એક એવા માર્ગ છે જેમાં ચેતાતંત્ર સ્નાયુને સંવેદના મોકલે છે. પરિઘવર્તી ચેતાતંત્રની મદદથી મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર અને શરીરનાં અંગો વચ્ચે સંપર્ક સ્થાપવો શક્ય બને છે. જેમાં મગજમાંથી નીકળતી મસ્તિષ્ક ચેતાઓ અને કરોડરજ્જુમાંથી નીકળતી કરોડરજ્જુચેતાઓ સહાયક બને છે. આમ મગજ વિચારો મુજબ કાર્ય કરવા પ્રેરે છે. જુદી–જુદી સંવેદના અને તેનાં પ્રતિચારોના સંકલનની જટિલ પ્રક્રિયામાં મગજના વિવિધ ભાગો સંકળાયેલા છે. મગજમાં આ મુજબના ત્રણ મુખ્ય ભાગો કે પ્રદેશો છે જેના નામ અગ્રમગજ, મધ્યમગજ અને પશ્ચમગજ છે.

મગજનો મુખ્ય વિચારવાવાળો ભાગ અગ્રમગજ છે. તેમાં વિવિધ ગ્રાહી એકમોથી સંવેદનાઓ મેળવવા માટેના વિસ્તારો આવેલા હોય છે. અગ્રમગજના અલગ-અલગ વિસ્તારો શ્રવણ, ઘ્રાણ, દૃષ્ટિ વગેરેના માટે વિશિષ્ટીકરણ પામેલ હોય છે. તેમાં સહનિયમનનાં સ્વતંત્ર ક્ષેત્ર હોય છે જેમાં સંવેદનાઓનું અર્થઘટન અન્ય ગ્રાહી એકમથી પ્રાપ્ત સૂચનાઓ વડે તેમજ પહેલેથી જ મગજમાં એકત્રિત થયેલી માહિતી વડે કરવામાં આવે છે. આ બધા પર આધારિત, એક નિર્ણય લઈ શકાય છે કે

ક્રિયા અને સૂચનાઓ ચાલકક્ષેત્ર સુધી કેવી રીતે પહોંચાડી શકાય જે ઐચ્છિક સ્નાયુઓની ક્રિયાને (જેમકે આપણા પગમાં આવેલી સ્નાયુપેશી) નિયંત્રિત કરે છે. જોકે કેટલીક સંવેદનાઓ જોવા કે સાંભળવાથી પણ વધારે જટિલ છે. જેમકે, આપણને કેવી રીતે ખબર પડી કે આપણે યોગ્ય માત્રામાં ભોજન આરોગી ચૂક્યા છીએ ? આપણું પેટ પૂરું ભરેલું છે. આ જાણવા માટે એક ભૂખ સંબંધિત કેન્દ્ર છે જે અગ્રમગજમાં એક અલગ ભાગરૂપે છે.



આકૃતિ 7.3 માનવ-મગજ

માનવ–મગજના નામનિર્દેશનયુક્ત આકૃતિનો અભ્યાસ કરો. આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે વિવિધ ભાગોનાં વિશિષ્ટ કાર્યો છે. તમારા શિક્ષક પાસેથી સલાહ મેળવીને પ્રત્યેક ભાગોનાં કાર્યોના વિશે જાણકારી મેળવો.

આવો, 'પ્રતિચાર' શબ્દનો બીજો ઉપયોગ પણ જોઈએ, જેની આપણે શરૂઆતમાં ચર્ચા કરી હતી. જ્યારે આપણે કોઈ એવા ખાદ્યપદાર્થને જોઈએ છીએ જે આપણને પસંદ હોય તો અનાયાસે આપણા મોઢામાં પાણી આવી જાય છે. હૃદયના સ્પંદનના વિશે આપણે વિચારતાં નથી તોપણ તે કાર્ય થતું જ રહે છે. વાસ્તવમાં, તેના વિશે વિચારી કે ઇચ્છા કરીને પણ સરળતાથી આપણે તે ક્રિયાઓ પર નિયંત્રણ કરી શકતા નથી. શું આપણે શ્વાસ લેવા માટે કે ખોરાક પચાવવા માટે વિચારવું પડે કે યાદ કરવું પડે છે ? આમ, સામાન્ય રીતે કીકીના કદમાં પરિવર્તન જેવી પરાવર્તી ક્રિયા અને ખુરશીને ખસેડવા જેવી વિચારેલી ક્રિયાની વચ્ચે એક અન્ય સ્નાયુ ગતિનો સમન્વય છે જેના પર આપણા વિચારનું કોઈ નિયંત્રણ હોતું નથી. આ અનૈચ્છિક ક્રિયાઓ મધ્યમગજ અને પશ્ચમગજથી નિયંત્રિત હોય છે. આ બધી અનૈચ્છિક ક્રિયાઓ જેવી કે રુધિરનું દબાણ, લાળરસનું ઝરવું અને ઊલટી થવી, પશ્ચમગજમાં આવેલ લંબમજ્જા દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.

એક સીધી રેખામાં ચાલવું, સાઇકલ ચલાવવી, એક પેન્સિલ ઉપાડવી વગેરે જેવી કેટલીક ક્રિયાઓ વિચારી શકાય. આ પશ્ચમગજમાં આવેલ ભાગ અનુમસ્તિક દ્વારા જ સંભવ છે જે ઐચ્છિક ક્રિયાઓની ચોકસાઈ અને શરીરની સમસ્થિતિ અને સંતુલન માટે જવાબદાર છે. કલ્પના કરો કે જો આપણે આના વિશે વિચારતાં નથી અને આ બધી ઘટનાઓ કામ કરવાનું બંધ કરી દે તો શું થાય ?

7.1.3 આ પેશીઓ કેવી રીતે રક્ષણ પામે છે ? (How are these Tissues protected ?)

મગજ જેવું નાજુક અંગ જે વિવિધ ક્રિયાઓ માટે ખૂબ જ જરૂરી છે, તેનું સાવચેતીપૂર્વક રક્ષણ પણ થવું જોઈએ. તેના માટે શરીરનું આયોજન એ પ્રકારનું છે કે મગજ એ અસ્થિઓની બનેલી પેટીમાં આવેલું છે. આ મસ્તક પેટીની અંદર પ્રવાહીયુક્ત ફુગ્ગાની અંદર મગજ હોય છે, જે આંચકા સામે રક્ષણ આપે છે. જો તમે તમારો હાથ કમરની મધ્યમાંથી નીચે લઈ જાઓ તો તમે એક સખત ઉપસેલી સંરચનાઓનો અનુભવ કરો છો આને કરોડસ્તંભ કે પૃષ્ઠવંશ કહે છે. જે કરોડરજ્જુનું રક્ષણ કરે છે.

7.1.4 ચેતાપેશી કેવી રીતે ક્રિયા કરે છે ?

(How does the Nervous Tissue cause Action ?)

અત્યાર સુધી આપણે ચેતાપેશીની ચર્ચા કરી રહ્યાં હતાં. તે કેવી રીતે સૂચના કે સંવેદના એકત્રિત કરે છે ? શરીરમાં મોકલે છે ? સૂચનાઓ કે સંવેદનાઓને સંગઠિત કરે છે ? સંવેદનાઓને આધારે નિર્ણય લે છે અને સ્નાયુઓ સુધી ક્રિયા માટે નિર્ણયનું વહન કરે છે કે નિર્ણયને મોકલે છે ? બીજા શબ્દોમાં, જ્યારે ક્રિયા કે હલનચલન થાય છે, સ્નાયુપેશી અંતિમ કાર્ય કરે છે. પ્રાણીપેશી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ? જ્યારે ઊર્મિવેગનું વહન સ્નાયુ સુધી પહોંચે છે ત્યારે સ્નાયુઓએ હલનચલન કરવું જ જોઈએ. એક સ્નાયુકોષ કેવી રીતે કાર્ય કે હલનચલન કરે કે ક્રિયા કરે છે ? કોષીય સ્તરે હલનચલન કે પ્રચલન માટે સૌથી સરળ ધારણા એ છે કે, સ્નાયુકોષો તેમના આકાર બદલી કાર્ય કરી શકે છે. આમ, હવે પછીનો પ્રશ્ન એ છે કે સ્નાયુકોષો પોતાના આકારમાં ફેરફાર કેવી રીતે લાવે છે ? આનો જવાબ કોષીય અંગિકાઓના રાસાયણિક બંધારણમાં રહેલો છે. સ્નાયુકોષોમાં વિશેષ પ્રકારનું પ્રોટીન હોય છે જે તેમનો આકાર અને વ્યવસ્થા બંનેમાં ફેરફાર લાવે છે કોષોમાં આ ચેતાકીય વીજ-આવેગની પ્રતિક્રિયા સ્વરૂપે થાય છે. જ્યારે આ ઘટના થાય છે ત્યારે આ પ્રોટીનની નવી વ્યવસ્થા સ્નાયુનો નવો આકાર આપે છે. યાદ કરો, જ્યારે આપણે ધોરણ IXમાં સ્નાયુપેશીની ચર્ચા કરી હતી ત્યારે વિવિધ પ્રકારની સ્નાયુપેશી જેવી કે ઐચ્છિક સ્નાયુઓ અને અનૈચ્છિક સ્નાયુઓની વાત કરી હતી. અત્યાર સુધી આપણે જે ચર્ચા કરી છે તેના આધારે તમારા મતે આમાં શું તફાવત છે ?

પ્રશ્નો

1. પરાવર્તી ક્રિયા અને ચાલવાની ક્રિયા વચ્ચે શું ભેદ છે ?
2. બે ચેતાકોષોની વચ્ચે આવેલ ચેતોપાગમમાં કઈ ઘટના બને છે ?
3. મગજનો કયો ભાગ શરીરની સ્થિતિ અને સમતુલન જાળવી રાખવાનું કાર્ય કરે છે ?
4. આપણને એક અગરબત્તીની સુવાસની ખબર કેવી રીતે થાય છે ?
5. પરાવર્તી ક્રિયામાં મગજની ભૂમિકા શું છે ?

7.2 વનસ્પતિઓમાં સંકલન (Coordination in Plants)

શરીરની ક્રિયાઓના નિયંત્રણ અને સમન્વય માટે પ્રાણીઓમાં ચેતાતંત્ર હોય છે, પરંતુ વનસ્પતિઓમાં ન તો ચેતાતંત્ર હોય છે અને ન તો સ્નાયુપેશીઓ હોય છે. તે ઉત્તેજનાની પ્રત્યે પ્રતિચાર કેવી રીતે દર્શાવે છે ? જ્યારે આપણે લજામણીના છોડનાં પર્ણોને અડકીએ છીએ ત્યારે તે વળી જવાની શરૂઆત કરે છે અને નીચેની તરફ વળી જાય છે. જ્યારે એક બીજ અંકુરણ પામે છે તો મૂળ નીચેની તરફ

જાય છે અને પ્રકાંડ ઉપરની તરફ જાય છે. જાણો છો શું થાય છે ? લજામણીનાં પર્ણોના સ્પર્શનો પ્રતિચાર ખૂબ જ ઝડપથી ગતિ કરે છે. આ ગતિ સાથે વૃદ્ધિનો કોઈ સંબંધ નથી. બીજી તરફ, અંકુરિત છોડની દિશાસૂચક ગતિ વૃદ્ધિને કારણે હોય છે. જો તેની વૃદ્ધિને કોઈ રીતે અવરોધવામાં આવે તો આ કોઈ ગતિ પ્રદર્શિત કરશે નહિ. આમ, વનસ્પતિ બે પ્રકારની ગતિઓ દર્શાવે છે – એક વૃદ્ધિને આધારિત અને બીજી વૃદ્ધિથી મુક્ત.

7.2.1 ઉત્તેજના માટે તાત્કાલિક પ્રતિચાર (Immediate Response to Stimulus)

આવો, પહેલા પ્રકારની ગતિ પર વિચાર કરીએ; જેમકે લજામણીના છોડની ગતિ. આ વૃદ્ધિ સાથે સંકળાયેલ નથી, છોડનાં પર્ણો સ્પર્શ પ્રત્યેના પ્રતિચારના પરિણામ સ્વરૂપે ગતિ કરતાં હોય છે, પરંતુ અહીંયાં કોઈ ચેતાપેશી નથી અને ન તો કોઈ સ્નાયુપેશી. તો પછી છોડ કેવી રીતે સ્પર્શની સંવેદનાને અનુભવે છે અને કેવી રીતે પર્ણોની ગતિ દ્વારા પ્રતિચાર દર્શાવાય છે ?

આકૃતિ 7.4 સંવેદનશીલ વનસ્પતિ

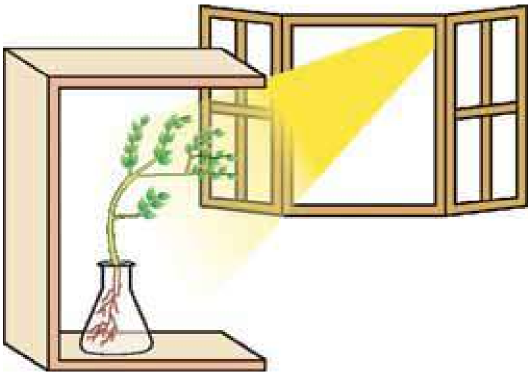
જો આપણે વિચાર કરીએ કે છોડના કોઈ એક ભાગને અડકવાથી છોડના કયા ભાગનું હલનચલન થાય છે તે ત્યારે બની શકે કે તમે અડકેલો ભાગ અને હલનચલન કરતો ભાગ બંને જુદો હોય. આમ, સ્પર્શ થવાની સંવેદનાનું પ્રસરણ થયું હશે. છોડ આ સંવેદના કે સૂચનાને એક કોષથી બીજા કોષ સુધી પ્રસારિત કરવા માટે વીજ રસાયણ સાધનનો પણ ઉપયોગ કરે છે. પરંતુ પ્રાણીઓની જેમ વનસ્પતિમાં સંવેદનાઓ માટે કોઈ વિશિષ્ટીકરણ પામેલ પેશી હોતી નથી. હકીકતમાં, પ્રાણીઓની જેમ પ્રચલન કરવા માટે કેટલાક કોષો પોતાના આકારમાં પરિવર્તન લાવતા હોવા જોઈએ. વનસ્પતિ કોષોમાં પ્રાણી સ્નાયુકોષોની જેમ વિશિષ્ટીકરણ પામેલ પ્રોટીન પણ હોતા નથી. છતાં પણ તે પાણીના પ્રમાણમાં પરિવર્તન કરીને પોતાનો આકાર બદલી શકે છે. પરિણામ સ્વરૂપે ફૂલીને કે સંકોચન પામીને તેઓ પોતાનો આકાર બદલી શકે છે.

7.2.2 વૃદ્ધિને કારણે હલનચલન (Movement Due to Growth)

વટાણાના છોડની જેમ કેટલીક વનસ્પતિ અન્ય વનસ્પતિ કે વાડ પર આધાર સૂત્રની મદદથી ઉપર ચઢે છે. આ આધાર સૂત્ર (Tendril) સ્પર્શ માટે સંવેદનશીલ છે. જ્યારે તે કોઈ આધારના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે લંબાઈ ધરાવતો તે ભાગ જો કોઈ વસ્તુના સંપર્કમાં હોય, તો આધારના સંપર્કમાં રહેલા ભાગની વૃદ્ધિ આધારથી દૂર રહેલા ભાગ કરતા ઓછી તીવ્રતાથી થાય છે. આ રીતે લંબાઈમાં વધારો વસ્તુને ચારે તરફથી જકડી લે છે. સામાન્ય રીતે, વનસ્પતિ ધીરેથી એક નિશ્ચિત દિશામાં ગતિ કરીને ઉત્તેજના પ્રત્યે પ્રતિચાર આપે છે. કારણ કે આ વૃદ્ધિ એકદિશીય હોય છે. તેથી એવું લાગે છે કે વનસ્પતિ પ્રચલન કરી શકે છે. આવો, એક પ્રકારની હલનચલનને એક ઉદાહરણની મદદથી સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 7.2

- એક શંકુ આકારના ફ્લાસ્કને પાણીથી ભરી લો.
- ફ્લાસ્કની ગ્રીવાને તારની જાળીથી ઢાંકી દો.
- એક તાજો નાનો વાલનો છોડ તારની જાળી પર એવી રીતે રાખી દો કે તેના મૂળ પાણીમાં પલળેલા રહે.
- એક બાજુથી ખુલ્લા એવા પૂંઠાનું એક બૉક્સ લો.
- ફ્લાસ્કને બૉક્સમાં એવી રીતે મૂકો કે જેથી બૉક્સની ખુલ્લી બાજુએથી, બારી તરફથી, જ્યાંથી પ્રકાશ આવે છે તે રીતે ગોઠવો (આકૃતિ 7.5).
- બે કે ત્રણ દિવસ પછી જોશો કે પ્રરોહ પ્રકાશની તરફ વળી જાય છે અને મૂળ પ્રકાશથી દૂર થતું જાય છે.
- હવે, ફ્લાસ્કને એ પ્રકારે ફેરવો કે પ્રરોહ પ્રકાશથી દૂર અને મૂળ પ્રકાશની તરફ થઈ જાય. તેને આ અવસ્થામાં કેટલાક દિવસ માટે ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર મૂકી રાખો.
- શું પ્રરોહ અને મૂળ એ પોતાના જૂના ભાગોની દિશા બદલી નાંખી છે ?
- શું આ તફાવત નવી વૃદ્ધિની દિશામાં છે ?
- આ પ્રવૃત્તિથી આપણે શું નિર્ણય લઈશું ?



આકૃતિ 7.5
પ્રકાશની દિશામાં વનસ્પતિનો પ્રતિચાર

આકૃતિ 7.6 ભૂઆવર્તન દર્શાવતી વનસ્પતિ

પર્યાવરણીય પ્રેરણ જેવા કે પ્રકાશ કે ગુરુત્વ, વનસ્પતિની વૃદ્ધિવાળા ભાગમાં દિશા-પરિવર્તન કરી નાંખે છે. આ એકદિશીય કે આવર્તન હલનચલન ઉત્તેજનાની તરફ કે તેની વિરુદ્ધ દિશામાં થઈ શકે છે. આમ, આ બે ભિન્ન પ્રકારે પ્રકાશાવર્તન હલનચલનની ક્રિયાઓમાં પ્રરોહ પ્રકાશની તરફ વળીને પ્રતિચાર અને મૂળ તેનાથી દૂર વળીને પ્રતિચાર દર્શાવે છે. આ વનસ્પતિની મદદ કેવી રીતે કરે છે ?

વનસ્પતિ અન્ય ઉત્તેજનાઓ માટે પણ પ્રતિચાર કરીને આવર્તન (Tropism) દર્શાવે છે. એક વનસ્પતિના મૂળ હંમેશાં નીચેની તરફ વૃદ્ધિ કરે છે જ્યારે પ્રરોહ સામાન્ય રીતે ઉપરની તરફ અને પૃથ્વીથી દૂર વૃદ્ધિ કરે છે. આ પ્રરોહ અને મૂળમાં ક્રમશઃ ઊર્ધ્વગામી અને અધોગામી વૃદ્ધિ પૃથ્વી કે ગુરુત્વના ખેંચાણનો પ્રતિચાર ભૂ-આવર્તન છે (આકૃતિ 7.6). જો હાઇડ્રો (Hydro)નો અર્થ પાણી અને રસાયણનો અર્થ કિમો (Chemo) પદાર્થ હોય તો જલાવર્તન અને રસાયણાવર્તનનો શું અર્થ થાય ? શું આપણે આ પ્રકારની એકદિશીય વૃદ્ધિની ગતિવિધિનાં ઉદાહરણોના વિશે વિચાર કરી શકીએ ? રસાયણાવર્તનનું એક ઉદાહરણ પરાગનલિકાની બીજાંડ કે અંડકની તરફ વૃદ્ધિ કરવી તે છે જેના વિશે આપણે વધારે જાણકારી સજીવોમાં પ્રજનનની ક્રિયાનો અભ્યાસ કરતી વખતે મેળવીશું.

આવો, એક વખત આપણે ફરીથી વિચાર કરીએ કે, બહુકોષીય સજીવોના શરીરમાં સંવેદનાઓ કેવી રીતે પ્રસારિત થાય છે ? લજામણીમાં સ્પર્શનો પ્રતિચારની ગતિ કે હલનચલન ખૂબ જ તીવ્ર હોય છે. બીજી તરફ, રાત અને દિવસના પ્રતિચારમાં પુષ્પોનું હલનચલન ખૂબ જ મંદ હોય છે. વનસ્પતિની વૃદ્ધિ સંબંધિત હલનચલન પણ મંદ હોય છે.

પ્રાણીશરીરમાં પણ વૃદ્ધિ માટે સાવચેતીપૂર્વક નિયંત્રિત દિશાઓ હોય છે. આપણી ભૂજા અને આંગળીઓ અસ્તવ્યસ્ત ન રહેતાં એક નિશ્ચિત દિશામાં વૃદ્ધિ કરે છે. નિયંત્રિત ગતિ મંદ કે તીવ્ર હોઈ શકે છે. જો ઉત્તેજના માટે તીવ્ર પ્રતિચાર દર્શાવાય તો સંવેદનાઓ સ્થળાંતરણ પણ ખૂબ જ તીવ્ર હોવું જોઈએ. તેના માટે પ્રચલનનું માધ્યમ તીવ્ર હોવું જોઈએ. તેના માટે વીજ-આવેગ એક

ઉત્તમ સાધન છે, પરંતુ વીજ-આવેગના ઉપયોગ માટેની અમુક મર્યાદાઓ છે. સૌપ્રથમ તે માત્ર તેવા કોષો સુધી પહોંચે, જે ચેતાપેશી સાથે સંકળાયેલ છે. પ્રાણીશરીરના પ્રત્યેક કોષો સુધી વહન થતું નથી બીજું, એકવાર એક કોષમાં વીજ-આવેગનું નિર્માણ થાય છે અને પ્રસારિત થાય છે, તો પુનઃ નવો આવેગ નિર્માણ કરવા અને તેનું વહન કરવા માટે કોષ ફરીથી પોતાની કાર્યવિધિ સારી રીતે કરવા માટે કેટલોક સમય લે છે. બીજા શબ્દોમાં, કોષો સતત વીજ-આવેગનું નિર્માણ કરી શકતા નથી અને તેનું વહન કરી શકતાં નથી. તેમાં કોઈ આશ્ચર્ય નથી કે મોટા ભાગના બહુકોષીય સજીવો કોષો વચ્ચે સંદેશા વહન માટે રાસાયણિક વહન જેવો અન્ય એક માર્ગ અપનાવે છે.

જો વીજ-આવેગ નિર્માણ કરવાને બદલે ઉત્તેજિત કોષો કોઈ રાસાયણિક સંયોજન મુક્ત કરે તો આ સંયોજન આસપાસના બધા કોષોમાં પ્રસરણ થઈ જાય. જો આસપાસના અન્ય કોષોની પાસે આ સંયોજનની ઓળખ કરવાની પ્રયુક્તિ હોય તો તેની સપાટી પર વિશેષ અણુઓનો ઉપયોગ કરીને તે સંવેદનાઓ વિશેનો ખ્યાલ મેળવી લે છે અને તેને વહન કરે છે. જોકે આ પ્રક્રિયા ખૂબ જ ધીમી થાય છે, પરંતુ આ ચેતા સંબંધ સિવાય પણ શરીરના બધા કોષો સુધી પહોંચે છે અને તેને એકધારી તેમજ સ્થાયી બનાવાય છે. બહુકોષીય પ્રાણીઓ દ્વારા નિયંત્રણ તેમજ સંકલન માટે આવેલો આ અંતઃસ્રાવ આપણી ધારણાને અનુરૂપ વિવિધતા દર્શાવે છે. વિવિધ વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવો વૃદ્ધિ, વિકાસ અને પર્યાવરણના પ્રત્યે પ્રતિચારનું સંકલન કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. તેના સંશ્લેષણનું સ્થાન તેની ક્રિયાના વિસ્તારથી દૂર હોય છે અને સામાન્ય કે સરળ પ્રસરણ દ્વારા તે ક્રિયા વિસ્તાર સુધી પહોંચી જાય છે.

ચાલો, આપણે અગાઉ (પ્રવૃતિ 7.2)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉદાહરણ લઈને સમજીએ. જ્યારે ઉગતાં છોડવાઓ પ્રકાશ શોધે છે ત્યારે પ્રરોહાગ્રના ભાગે ઓકિઝન તરીકે ઓળખાતો અંતઃસ્રાવ સંશ્લેષણ પામે છે જે કોષને લાંબા સમય સુધી વિકસિત કરવામાં મદદ કરે છે. જ્યારે વનસ્પતિ પર એક તરફથી પ્રકાશ આવી રહ્યો હોય છે ત્યારે ઑક્સિન પ્રસરણ પામીને પ્રરોહના છાયાવાળા ભાગમાં (પ્રકાશ ઓછો હોય તે ભાગમાં) આવી જાય છે. પ્રરોહની પ્રકાશથી દૂર આવેલી બાજુમાં ઑક્સિનનું સંકેન્દ્રણ કોષોની લંબાઈમાં વૃદ્ધિ માટે ઉત્તેજિત કરે છે. આમ, વનસ્પતિ પ્રકાશની તરફ વળતી જોવા મળે છે.

વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવોનું બીજું ઉદાહરણ જીબરેલિન છે જે ઑક્સિનની જેમ પ્રકાંડની વૃદ્ધિમાં મદદરૂપ થાય છે. સાયટોકાઇનીન કોષ-વિભાજનને પ્રેરિત કરે છે અને તેથી આ એવા વિસ્તારોમાં હોય છે, જ્યાં કોષ-વિભાજન ઝડપથી થતું હોય છે. વિશેષ રૂપથી ફળ અને બીજમાં વધારે સાંદ્રતામાં મળી આવે છે. આ તે વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવોના ઉદાહરણ છે જે વૃદ્ધિમાં સહાયક બને છે. પરંતુ વનસ્પતિની વૃદ્ધિને અવરોધવા માટે પણ સંકેતોની જરૂરિયાત હોય છે.એબ્સિસિક ઍસિડ વૃદ્ધિને અવરોધનારા અંતઃસ્રાવોનું એક ઉદાહરણ છે. પર્ણોના કરમાઈ જવાની ઘટના તેની અસરની સાથે સંકલિત છે.

પ્રશ્નો

1. વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવો એટલે શું ?
2. લજામણીનાં પર્ણોનું હલનચલન, એ પ્રકાશ તરફ પ્રરોહની ગતિથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
3. એક વૃદ્ધિ પ્રેરક વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવનું ઉદાહરણ આપો.
4. કોઈ આધારની ચોતરફ વૃદ્ધિ કરવામાં ઑક્સિન કઈ રીતે કૂંપળને મદદરૂપ થાય છે ?
5. જલાવર્તન દર્શાવવા માટેના એક પ્રયોગનું નિદર્શન કરો.

7.3 પ્રાણીઓમાં અંતઃસ્રાવો (Hormones in Animals)

રસાયણો કે અંતઃસ્રાવો પ્રાણીઓમાં કેવી રીતે સૂચના પ્રસારણના સાધનની જેમ ઉપયોગમાં આવે છે ? ખિસકોલી જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ લો. જ્યારે તે પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિમાં હોય તો શું અનુભવ કરે છે ? તે પોતાના શરીરને લડવા માટે કે ભાગી જવા માટે તૈયાર કરે છે. બંને ખૂબ જટિલ ક્રિયાઓ છે જેને નિયંત્રિત કરવા માટે ખૂબ જ ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે. અનેક પ્રકારની વિવિધ પેશીઓનો ઉપયોગ થાય છે અને તેમની એકીકરણ (એકત્રીકરણ) પામેલી ક્રિયાઓ ભેગી થઈને તે કાર્ય કરે છે. જેમકે લડવાની કે દોડવાની, બે એકાંતર ક્રિયાઓ એકબીજાથી બિલકુલ અલગ છે. આમ, અહીંયાં એક સ્થિતિ છે કે જેમાં કેટલીક સામાન્ય તૈયારીઓ શરીરમાં લાભદાયક હોય છે. આ તૈયારીઓ આદર્શરૂપે નજીકના ભવિષ્યમાં કોઈ પણ ક્રિયાને સરળ કરી નાંખે છે. આ બધું કેવી રીતે થઈ શકે છે ?

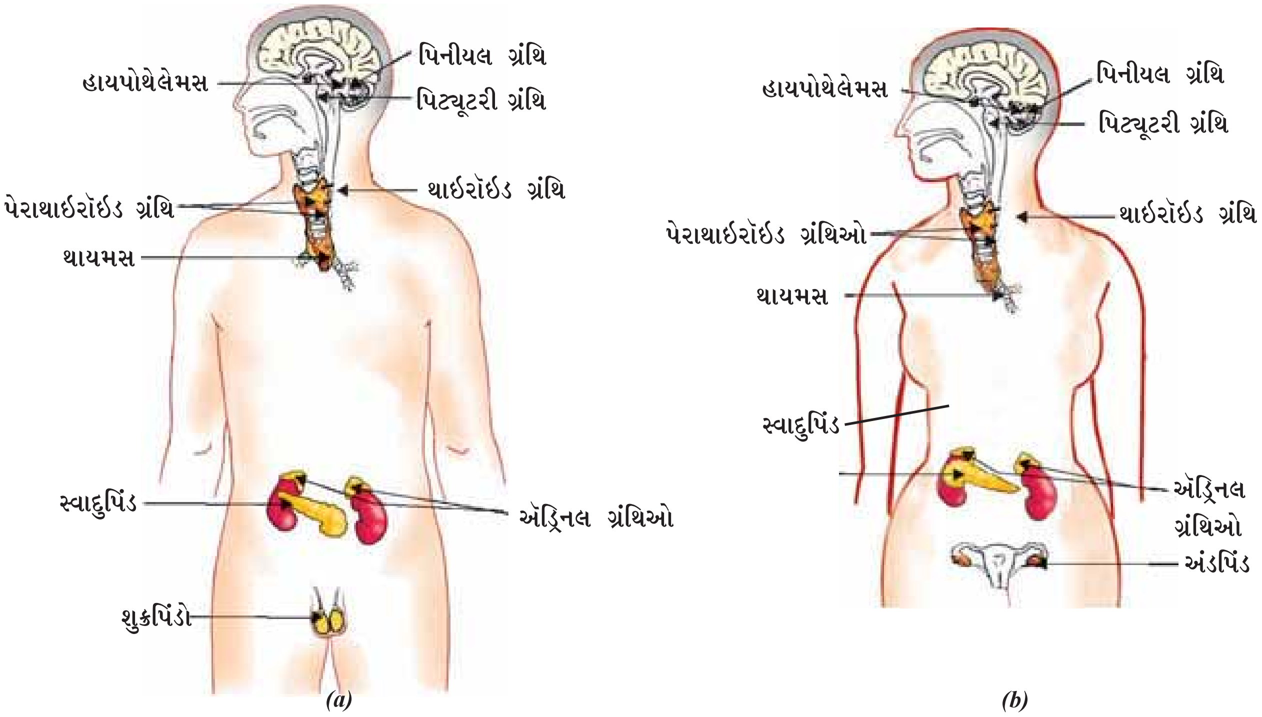
જો ખિસકોલીની શરીરરચના ચેતાકોષ દ્વારા માત્ર વીજ–આવેગ પર આધારિત હોય તો તે પછીની ક્રિયાને કરવા માટે તૈયાર પેશીઓનું કાર્યક્ષેત્ર મર્યાદિત હશે. બીજી તરફ, જો રાસાયણિક સંકેત પણ મોકલી શકાય તો તે શરીરના બધા કોષો સુધી પહોંચી શકે અને જરૂરી પરિવર્તિત પર્યાવરણ મોટું થઈ જાત. અધિવૃક્કીય ગ્રંથિ (એડ્રિનલ ગ્રંથિ)માંથી સ્રવિત એડ્રિનાલીન અંતઃસ્રાવ દ્વારા મનુષ્ય સહિત અનેક પ્રાણીઓમાં આ કાર્ય થઈ શકે છે. આ ગ્રંથિઓ શરીરમાં આવેલી હોય છે જે જાણવા માટે આકૃતિ 7.7 જુઓ.

એડ્રિનાલીન સીધો રુધિરમાં સ્રવિત થઈ જાય છે અને શરીરના વિવિધ ભાગો સુધી પહોંચી જાય છે. હૃદય સહિત આ લક્ષ્ય અંગો કે વિશિષ્ટ પેશીઓ પર કાર્ય કરે છે. પરિણામ સ્વરૂપે હૃદયના ધબકારા વધે છે જેથી આપણા સ્નાયુઓને વધારે ઑક્સિજનનો પુરવઠો મળી રહે છે. પાચનતંત્ર અને ત્વચામાં રુધિરની પ્રાપ્યતા ઓછી થાય છે. કારણ કે, આ અંગેની નાની ધમનીઓની આસપાસના સ્નાયુઓ સંકોચાઈ જાય છે. આ રુધિરની દિશા આપણા કંકાલ સ્નાયુઓની તરફ કરી દે છે. ઉરોદરપટલ અને પાંસળીઓના સ્નાયુઓનું સંકોચન થવાથી શ્વસન–દર પણ વધે છે. આ બધો પ્રતિચાર મળીને પ્રાણી શરીરને પરિસ્થિતિથી લડવા માટે તૈયાર કરે છે. આ પ્રાણી અંતઃસ્રાવ અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓનો ભાગ છે જે આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનનો બીજો માર્ગ છે.

પ્રવૃત્તિ 7.3

- આકૃતિ 7.7 જુઓ.
- આકૃતિમાં દેખાડેલી અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓની ઓળખ કરો.
- આમાંથી કેટલીક ગ્રંથિઓને કોષ્ટક 7.1માં દર્શાવેલ છે. પુસ્તકાલયમાંનાં પુસ્તકોની મદદથી તેમજ શિક્ષકોની સાથે ચર્ચા કરીને કેટલીક અન્ય ગ્રંથિઓનાં કાર્યોના વિશે જાણકારી મેળવો.

યાદ કરો કે, વનસ્પતિઓમાં અંતઃસ્રાવો હોય છે. જે ચોક્કસ દિશામાં વૃદ્ધિને નિયંત્રિત કરે છે. પ્રાણી અંતઃસ્રાવો શું કાર્ય કરે છે ? તેના વિષયમાં આપણે તેમની ભૂમિકાની કલ્પના ચોક્કસ દિશાની વૃદ્ધિ માટે કરી શકતાં નથી. આપણને કોઈ પ્રાણીને પ્રકાશ કે ગુરુત્વ પર આધારિત કોઈ એક દિશામાં વધારે વૃદ્ધિ કરે તેવું ક્યારેક દેખાતું નથી, પરંતુ, જો આપણે તેના વિશે વધારે ચિંતન કરીએ તો આ સાચું હશે કે પ્રાણી શરીર પણ સાવચેતીપૂર્વક નિયંત્રિત સ્થાનો પર વૃદ્ધિ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, વનસ્પતિના શરીર પર અનેક સ્થાનો પર પર્ણો ઊગે છે, પરંતુ આપણે આપણા ચહેરા પર આંગળીઓને ઉગાડી શકતા નથી. આપણા શરીરની રચના, બાળકોની વૃદ્ધિના સમયે પણ સાવચેતીપૂર્વક જાળવણી કરે છે.



આકૃતિ 7.7 માનવમાં અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓ (a) નર (b) માદા

સંકલિત વૃદ્ધિમાં અંતઃસ્રાવ કેવી રીતે મદદ કરે છે તે સમજવા આવો કેટલાંક ઉદાહરણો ચકાસીએ. મીઠાના પૅકેટ પર આપણે બધાએ જોયું છે કે, 'આયોડિનયુક્ત મીઠું' અને 'આયોડિનથી સંવર્ધિત' આપણે આહારમાં આયોડિનયુક્ત મીઠું લેવું કેમ જરૂરી છે ? થાઇરોઇડ ગ્રંથિનો થાઇરોક્સિન અંતઃસ્રાવ બનાવવા માટે આયોડિન જરૂરી છે. થાઇરોક્સિન કાર્બોદિત, પ્રોટીન અને ચરબીના ચયાપચયનું આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ કરે છે જેથી વૃદ્ધિ માટે ઉત્કૃષ્ટ સંતુલન કરાવી શકે. થાઇરોક્સિનના સંશ્લેષણ માટે આયોડિન અનિવાર્ય છે. જો આપણા આહારમાં આયોડિનની ઊણપ છે તો એ સંભાવના છે કે આપણે ગોઇટરથી ગ્રસ્ત હોઈ શકીએ. આ બીમારીનું એક લક્ષણ તરીકે ગરદન ફૂલી જાય છે. શું તમે આ આકૃતિમાં 7.7માં થાઇરોઇડ ગ્રંથિના સ્થાન સંબંધિત જાણ કરી શકો છો ?

શું તમે જાણો છો ?

ઘણા બધા અંતસ્રાવોનો સ્રાવ કરવામાં હાયપોથેલેમસ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવનું પ્રમાણ નીચું હોય ત્યારે હાયપોથેલેમસ વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવનો સ્રાવ પ્રેરતાં ઘટકને મુક્ત કરે છે જે પિટ્યૂટરી ગ્રંથિને ઉત્તેજિત કરીને વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ ઉત્પન્ન કરે છે.

ક્યારેક આપણે એવા વ્યક્તિઓના સંપર્કમાં આવીએ છીએ કે, જેઓ ખૂબ જ વામન (નાના કદના) હોય છે અથવા વધારેપડતાં ઊંચા હોય છે. શું તમને ક્યારેય આશ્ચર્ય થયું છે કે આ કેવી રીતે થાય છે ? પિટ્યૂટરી ગ્રંથિમાંથી સ્રવિત થનારો અંતઃસ્રાવોમાં એક વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ (Growth Hormone = GH) છે. જેવું તેનું નામ આપવામાં આવ્યું છે. વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ (GH) શરીરની વૃદ્ધિ અને વિકાસને નિયંત્રિત કરે છે. જો બાલ્યાવસ્થામાં આ અંતઃસ્રાવની ઊણપ સર્જાય તો આ વામનતાનું કારણ બને છે.

જ્યારે તમારી અને તમારા મિત્રોની વય 10-12 વર્ષની થયેલી હશે ત્યારે તમારા અને તેઓના દેખાવમાં કેટલાય આશ્ચર્યજનક ફેરફારો જોયાં હશે. આ પરિવર્તન યુવાવસ્થાના પ્રારંભ થવાની સાથે સંબંધિત છે. કારણ કે નરમાં ટેસ્ટોસ્ટેરોન અને માદામાં ઇસ્ટ્રોજનનો સ્રાવ થાય છે.

શું તમે તમારા પરિવાર કે મિત્રોમાં કોઈ એવી વ્યક્તિને ઓળખો છો કે જેને ડૉક્ટરે તેમના આહારમાં શર્કરા ઓછી લેવાની સલાહ આપી હોય. કારણ કે તે મધુપ્રમેહ (ડાયાબિટીસ)નો રોગી કે દર્દી છે. ઉપચારના રૂપમાં તે ઇન્સ્યુલિનના ઇન્જેક્શન પણ લેતા હોય. આ એક અંતઃસ્રાવ છે

જેનું ઉત્પાદન સ્વાદુપિંડમાં થાય છે અને જે રુધિરમાં શર્કરાના સ્તરનું નિયંત્રણ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. જો આ યોગ્ય માત્રામાં સ્રવિત ન થાય તો રુધિરમાં શર્કરાનું સ્તર વધી જાય છે અને ઘણીબધી હાનિકારક અસરનું કારણ બને છે.

જો અંતઃસ્રાવોનો યોગ્ય માત્રામાં સ્રાવ થવો જરૂરી હોય તો આ થવા માટેની યોગ્ય કાર્યપદ્ધતિ (mechanism)ને સમજવી જરૂરી છે. અંતઃસ્રાવ મુક્ત થવાનો સમય અને તેની માત્રા પ્રતિક્રિયા આધારિત કાર્યપદ્ધતિ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો રુધિરમાં શર્કરાનું સ્તર વધી જાય તો તેને લીધે સ્વાદુપિંડના કોષો તેની જાણકારી મેળવી લે છે અને તેના પ્રતિચારરૂપે વધુ ઈન્સ્યુલિનનો સ્રાવ કરે છે. જ્યારે રુધિરમાં શર્કરાનું સ્તર ઘટી જાય પછી ઈન્સ્યુલિનનો સ્રાવ પણ ઓછો થઈ જાય છે.

પ્રવૃત્તિ 7.4

- અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓ દ્વારા અંતઃસ્રાવોનો સ્રાવ થાય છે અને તે ચોક્કસ કાર્યો કરે છે. અંતઃસ્રાવો, અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓ અને તેનાં કાર્યોને આધારે કોષ્ટક 7.1ને પૂર્ણ કરો.

કોષ્ટક 7.1 કેટલાક મહત્ત્વના અંતઃસ્રાવો અને તેનાં કાર્યો

ક્રમ	અંતઃસ્રાવ	અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિ	કાર્ય
1.	વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ	પિટ્યૂટરી ગ્રંથિ	બધાં જ અંગોમાં વૃદ્ધિ પ્રેરે છે.
2.	–	થાઈરૉઈડ ગ્રંથિ	શરીરના વિકાસ માટે ચયાપચયનું નિયમન કરે છે.
3.	ઈન્સ્યુલિન	–	રુધિરમાં શર્કરાની માત્રાનું નિયમન કરે છે.
4.	ટેસ્ટોસ્ટિરોન	શુક્રપિંડો	–
5.	–	અંડપિંડો	સ્ત્રી-પ્રજનનાંગોનો વિકાસ, રજોસ્રાવનું નિયમન, વગેરે.
6.	ઍડ્રિનાલિન	ઍડ્રિનલ ગ્રંથિ	
7.	મુક્ત થતા અંતઃસ્રાવો (રિલીઝિંગ અંતઃસ્રાવો)	–	અંતઃસ્રાવોનો સ્ત્રાવ કરવા માટે પિટ્યૂટરી ગ્રંથિને ઉત્તેજિત કરે છે.

પ્રશ્નો

1. પ્રાણીઓમાં રાસાયણિક સંકલન કેવી રીતે થાય છે ?
2. આયોડિનયુક્ત મીઠાના ઉપયોગની સલાહ કેમ આપવામાં આવે છે ?
3. જ્યારે એડ્રિનાલિન રુધિરમાં સ્રવિત થાય છે ત્યારે આપણા શરીરમાં કયો પ્રતિચાર દર્શાવાય છે ?
4. મધુપ્રમેહના કેટલાક દર્દીઓની સારવાર ઈન્સ્યુલિનના ઈન્જેક્શન આપીને કેમ કરવામાં આવે છે ?

તમે શીખ્યાં કે

- આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનનાં કાર્ય માટે ચેતાતંત્ર અને અંતઃસ્રાવો છે.
- ચેતાતંત્રના પ્રતિચારની પરાવર્તી ક્રિયા ઐચ્છિક ક્રિયા કે અનૈચ્છિક ક્રિયામાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.
- સંદેશાને પ્રસારિત કરવા માટે ચેતાતંત્ર વીજ–આવેગનો ઉપયોગ કરે છે.
- ચેતાતંત્ર આપણી જ્ઞાનેન્દ્રિયો દ્વારા સૂચના કે સંદેશાઓ સંવેદના સ્વરૂપે મેળવે છે અને આપણા સ્નાયુઓ દ્વારા ક્રિયા કરે છે.
- રાસાયણિક સંકલન વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ બંનેમાં જોવા મળે છે.
- અંતઃસ્રાવ પ્રાણીના એક ભાગમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે અને બીજા ભાગમાં ઈચ્છિત અસર દર્શાવવા માટે વહન કરે છે.
- અંતઃસ્રાવની ક્રિયાને પ્રતિચાર પદ્ધતિ દ્વારા નિયંત્રિત કરી શકે છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલ પૈકી કયો વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવ છે ?

(a) ઇન્સ્યુલિન

(b) થાઇરૉક્સિન

(c) ઇસ્ટ્રોજેન

(d) સાયટોકાઇનીન

2. બે ચેતાકોષોની વચ્ચે આવેલ 'ખાલી ભાગ'ને ...... કહે છે.

(a) શિખાતંતુ

(b) ચેતોપાગમ

(c) અક્ષતંતુ

(d) આવેગ

3. મગજ ...... જવાબદાર છે.

(a) વિચારવા માટે

(b) હૃદયના સ્પંદન માટે

(c) શરીરનું સમતુલન જાળવવા માટે

(d) ઉપર્યુક્ત તમામ માટે

4. આપણા શરીરમાં ગ્રાહીનું કાર્ય શું છે ? એવી સ્થિતિ પર વિચાર કરો, જ્યાં ગ્રાહી યોગ્ય પ્રકારથી કાર્ય કરી રહ્યા નથી. કઈ સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે ?

5. ચેતાકોષની સંરચના દર્શાવતી આકૃતિ દોરો અને તેનાં કાર્યોનું વર્ણન કરો.

6. વનસ્પતિમાં પ્રકાશાવર્તન કેવી રીતે થાય છે ?

7. કરોડરજ્જુને ઈજા થવાથી કયા સંકેતો આવવામાં ખલેલ પહોંચે છે ?

8. વનસ્પતિમાં રાસાયણિક સંકલન કઈ રીતે થાય છે ?

9. એક સજીવમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનના તંત્રની જરૂરિયાત શું છે ?

10. અનૈચ્છિક ક્રિયાઓ અને પરાવર્તી ક્રિયાઓ એકબીજાથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?

11. પ્રાણીઓમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલન માટે ચેતા અને અંતઃસ્રાવ ક્રિયાવિધિની તુલના અને તેમના ભેદ આપો.

12. લજામણી વનસ્પતિમાં હલનચલન અને તમારા પગમાં થનારી ગતિની રીતમાં શું ભેદ છે ?

પ્રકરણ 8
સજીવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ?
(How do Organisms Reproduce ?)

સજીવોના પ્રજનનની ક્રિયાવિધિ પર ચર્ચા કરતાં પહેલાં આવો, આપણે એક મૂળભૂત પ્રશ્ન કરીએ કે સજીવ પ્રજનન શા માટે કરે છે ? વાસ્તવમાં પોષણ, શ્વસન અથવા ઉત્સર્જન જેવી જરૂરી જૈવિક ક્રિયાઓની માફક કોઈ વયસ્ક પ્રાણી (સજીવ)ને જીવિત રહેવા માટે પ્રજનનની ક્રિયા જરૂરી નથી. બીજું કે, સજીવને સંતતિનું નિર્માણ કરવા માટે વધુ ઊર્જા વ્યય કરવી પડે છે. તો પછી તે ક્રિયામાં પોતાની ઊર્જાને નકામી શા માટે ગુમાવે, જે ક્રિયા તેને જીવિત રાખવા માટે જરૂરી નથી ? આ પ્રશ્નનો જવાબ શોધવો આ પ્રકરણમાં અત્યંત રસપ્રદ રહેશે.

આ પ્રશ્નનો જવાબ જે પણ હોય, પરંતુ તે સ્પષ્ટ છે કે આપણને વિવિધ સજીવ એટલા માટે દૃષ્ટિગોચર થાય છે, કારણ કે તેઓ પ્રજનન કરે છે. જો તે સજીવ એકલો હોય અને કોઈ પણ પ્રજનન દ્વારા પોતાના જેવા જ સજીવની ઉત્પત્તિ ન કરી શકે તો આપણને તેના અસ્તિત્વની પણ ખબર ન પડે. કોઈ જાતિમાં મળી આવતા સજીવોની વિશાળ સંખ્યા જ આપણને તેમના અસ્તિત્વની જાણકારી આપે છે. આપણને કેવી રીતે ખબર પડે છે કે બે સજીવ એક જ જાતિના સભ્ય છે ? સામાન્યતઃ આપણે એવું એટલા માટે કહીએ છીએ તેઓ એકસમાન દેખાય છે. આમ, પ્રજનન કરનારા સજીવો નવી સંતતિનું સર્જન કરે છે જે ખાસ્સી હદ સુધી સમાન જોવા મળે છે.

8.1 શું સજીવો પૂર્ણ રૂપે પોતાની પ્રતિકૃતિનું સર્જન કરે છે ? (Do Organisms create exact copies of Themselves ?)

વિવિધ સજીવોની સંરચના, આકાર (કદ) તેમજ આકૃતિ સમાન હોવાને કારણે જ તે સમાન જોવા મળે છે. શરીરની સંરચના સમાન હોવા માટે તેમની બ્લૂપ્રિન્ટ પણ સમાન હોવી જોઈએ. આમ, પોતાના મૂળભૂત રીતે પ્રજનન કરવું એટલે સજીવની સંરચનાની બ્લૂપ્રિન્ટ તૈયાર કરવાની ક્રિયા છે. ધોરણ IXમાં તમે અભ્યાસ કર્યો છે કે કોષના કોષકેન્દ્રમાં રહેલાં રંગસૂત્રોના DNA (ડીઓક્સી રિબોન્યુક્લિઈક ઍસિડ)ના અણુઓમાં આનુવંશિક લક્ષણોનો સંદેશ હોય છે. જે પિતૃ તરફથી સંતતિમાં આવે છે. કોષના કોષકેન્દ્રમાં રહેલ DNA માં પ્રોટીન સંશ્લેષણ હેતુ માહિતી હોય છે. આ સંદેશ અલગ હોવાની સ્થિતિમાં નિર્માણ કે સંશ્લેષણ પામતો પ્રોટીન પણ ભિન્ન હોય છે. ભિન્ન (અલગ) પ્રોટીન પરિવર્તિત (બદલાયેલ) શારીરિક સંરચના તરફ દોરી જાય છે.

આમ, પ્રજનનની મૂળભૂત ઘટના DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવાની છે. DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવા માટે કોષો વિવિધ રાસાયણિક ક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરે છે. જે પ્રજનન કોષમાં DNAની બે પ્રતિકૃતિઓ બનાવે છે અને તેઓનું એકબીજાથી અલગ હોવું જરૂરી છે. પરંતુ DNAની એક પ્રતિકૃતિને મૂળ કોષમાં રાખીને બીજી પ્રતિકૃતિને તેની (કોષની) બહાર કાઢી નાખવાથી કામ ચાલતું નથી કારણ કે બીજી પ્રતિકૃતિની પાસે જૈવિક ક્રિયાઓના રક્ષણ માટે સંગઠિત કોષીય સંરચના હોતી

નથી. જેથી DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવાની સાથે-સાથે બીજી કોષીય સંરચનાઓનું સર્જન પણ થાય છે તેના પછી DNAની પ્રતિકૃતિઓ અલગ થઈ જાય છે. પરિણામ રૂપે, એક કોષ વિભાજિત થઈને બે કોષો બનાવે છે.

આ બે કોષો એકસમાન છે, પરંતુ શું તેઓ સંપૂર્ણ રીતે સમરૂપ છે ? આ પ્રશ્નનો જવાબ એ વાત પર નિર્ભર કરે છે કે પ્રતિકૃતિની પ્રક્રિયાઓ કેટલી ચોકસાઈથી સંપાદિત થાય છે. કોઈ પણ જૈવ રાસાયણિક પ્રક્રિયા સંપૂર્ણપણે વિશ્વસનીય હોતી નથી. આમ, આ અપેક્ષિત છે કે DNA પ્રતિકૃતિની પ્રક્રિયામાં કેટલીક ભિન્નતા હોઈ શકે છે. પરિણામ રૂપે નિર્માણ પામનારા DNAની પ્રતિકૃતિઓ એકસમાન તો હશે, પરંતુ મૂળ DNAને સમરૂપ ન હોય. હોઈ શકે છે કે કેટલીક ભિન્નતાઓ એટલી ઝડપી અને તીવ્ર હોય કે DNAની નવી પ્રતિકૃતિ પોતાના કોષીય સંગઠનની સાથે સમયોજિત થઈ શકે નહિ. આ પ્રકારની સંતતિ કે બાળકોષ મૃત્યુ પામે છે (નાશ પામે છે.) બીજી તરફ DNA, પ્રતિકૃતિની અનેક વિભિન્નતાઓ એટલી બધી ઝડપી હોતી નથી. આમ, બાળકોષો સમાન હોવા છતાં કોઈ ને કોઈ સ્વરૂપમાં એકબીજાથી ભિન્ન હોય છે. પ્રજનનમાં થનારી આ ભિન્નતાઓ જૈવવિકાસ ઉદ્‌વિકાસનો આધાર છે. જેની ચર્ચા આપણે આ પછીના પ્રકરણમાં કરીશું.

8.1.1 ભિન્નતાનું મહત્ત્વ (The Importance of Variation)

પોતાની પ્રજનન–ક્ષમતાનો ઉપયોગ કરી સજીવોની વસ્તી યોગ્ય નિવસનતંત્રમાં સ્થાન અથવા વસવાટ પ્રાપ્ત કરે છે. પ્રજનન દરમિયાન DNA પ્રતિકૃતિનું સાતત્ય સજીવની શારીરિક સંરચના તેમજ બંધારણ (Design) જાળવી રાખવા માટે અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે જે તેઓને વિશિષ્ટ વસવાટને યોગ્ય બનાવે છે. આમ, કોઈ જાતિ (Species)ની વસ્તીની સ્થાયીત્વનો સંબંધ પ્રજનન સાથે છે.

પરંતુ, વસવાટમાં અનેક પરિવર્તન આવી શકે છે. જે સજીવોના નિયંત્રણમાં હોતું નથી. પૃથ્વીનું તાપમાન ઓછું કે વધારે થઈ શકે છે. પાણીના સ્તરમાં પરિવર્તન અથવા કોઈ ઉલ્કાની અથડામણ તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણ છે. જો એક વસ્તી કોઈ વસવાટને અનુકૂળ છે અને આ વસવાટમાં કેટલાક અતિઝડપી પરિવર્તન આવે તો આવી અવસ્થામાં વસ્તીનો સંપૂર્ણ વિનાશ થવાની પણ સંભાવના છે. તેમ છતાં જો આ વસ્તીના થોડા સજીવોમાં કેટલીક ભિન્નતા આવેલી હશે. તેઓ જીવતા રહેવાની કેટલીક સંભાવના ધરાવે છે. આમ, જો શિતોષ્ણ પાણીમાં મળી આવનારા જીવાણુઓની વસ્તી હોય અને વૈશ્વિક ઉષ્મીકરણ (Global Warming)ના કારણે પાણીનું તાપમાન વધી જાય તો મોટા ભાગના આ જીવાણુઓ મરી (જાય) જશે. પરંતુ તાપમાન પ્રતિરોધી ક્ષમતા ધરાવનારા કેટલાક પરાવર્તક જીવાણુઓ જીવિત રહી શકે અને વૃદ્ધિ કરી શકે. આમ, ભિન્નતાઓ જાતિની જીવિતતા ઉપયોગી છે.

પ્રશ્નો

1. DNA પ્રતિકૃતિનું પ્રજનનમાં શું મહત્ત્વ છે ?
2. સજીવોમાં ભિન્નતા જાતિઓ માટે તો લાભદાયક છે પરંતુ વ્યક્તિગત રીતે આવશ્યક નથી. કેમ ?

8.2 એકલ સજીવો દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતી પ્રજનનની પદ્ધતિઓ

(Modes of Reproduction Used By Single Organisms)

પ્રવૃત્તિ 8.1

- 100 mL પાણીમાં 10 g ખાંડને ઓગાળો.
- એક કસનળીમાં આ દ્રાવણને 20 mL લો. તેમાં એક ચપટી ભરીને યીસ્ટનો પાઉડર નાંખો.
- કસનળીના મુખને રૂથી ઢાંકીને કોઈ ગરમ સ્થાન (જ્યાં તાપમાન વધારે હોય ત્યાં) મૂકી રાખો.
- 1 કે 2 કલાક પછી, કસનળીમાંથી યીસ્ટના સંવર્ધિત દ્રાવણમાંથી એક ટીપું સ્લાઇડ પર લઈને તેના પર કવરસ્લિપ ઢાંકો.
- સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રની મદદથી સ્લાઇડનું પરીક્ષણ કરો. (અવલોકન કરો.)

પ્રવૃત્તિ 8.2

- બ્રેડના એક ટુકડાને પાણીમાં પલાળીને ઠંડા, ભેજવાળા અને અંધકારવાળા સ્થાન પર તેને મૂકો.
- વિપુલદર્શક દક્કાચ (Magnifying glass)ની મદદથી બ્રેડના ટુકડાનું અવલોકન કરો.
- તમારાં અવલોકનો અઠવાડિયા સુધી કરી તેની નોંધ અવલોકનપોથીમાં કરો.

યીસ્ટની વૃદ્ધિ તેમજ બીજી પ્રવૃત્તિમાં ફૂગની વૃદ્ધિની રીતની તુલના કરો અને જાણી લો કે તેમાં શું તફાવત છે ?

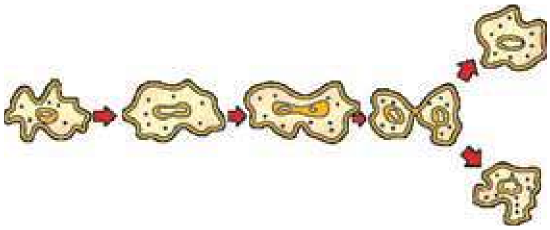
પ્રજનન કયા સંદર્ભોમાં કાર્ય કરે છે તેની ચર્ચા પછી, આવો આપણે જાણીએ કે વિભિન્ન સજીવો વાસ્તવમાં કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ? વિવિધ સજીવોની પ્રજનનની રીત તેઓની શારીરિક સંરચના પર આધારિત હોય છે.

8.2.1 ભાજન (Fission)

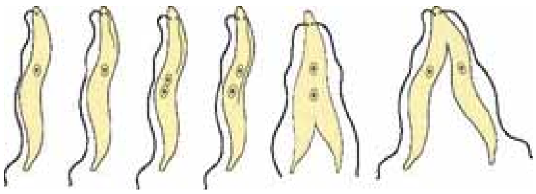
એક કોષીય સજીવોમાં કોષવિભાજન અથવા ભાજન દ્વારા નવા સજીવોની ઉત્પત્તિ થાય છે. ભાજનની અનેક રીતો જોવા મળી છે. ઘણા જીવાણુઓ અને પ્રજીવોનું કોષવિભાજન દ્વારા બે સરખા ભાગોમાં વિભાજન થાય છે. અમીબા જેવા સજીવોમાં કોષવિભાજન કોઈ પણ સમતલમાં થઈ શકે છે.

પ્રવૃત્તિ 8.3

- અમીબાની કાયમી સ્લાઇડનું સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની મદદથી અવલોકન કરો.
- આ જ રીતે અમીબાની દ્વિભાજનની કાયમી સ્લાઇડનું અવલોકન કરો.
- હવા બંને સ્લાઇડ્સની તુલના કરો.



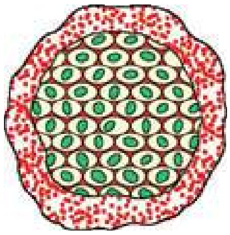
આકૃતિ 8.1 (a) અમીબામાં દ્વિભાજન



(a) (b) (c) (d) (e) (f)

આકૃતિ 8.1 (b) લેસ્માનિયામાં દ્વિભાજન

પરંતુ, કેટલાક એકકોષીય સજીવોમાં શારીરિક સંરચના વધારે સંગઠિત થયેલી હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે કાલા-અઝરના રોગકારક લેસ્માનિયામાં કોષના એક છેડા પર ચાબુક જેવી સૂક્ષ્મ સંરચના હોય છે. એવા સજીવોમાં દ્વિભાજન એક નિયત સમતલમાં જ થાય છે. મૅલેરિયાના પરોપજીવી પ્લાઝમોડિયમ જેવા અન્ય



આકૃતિ 8.2 પ્લાઝમોડિયમમાં બહુભાજન

એકકોષીય સજીવ એકસાથે અનેક સંતતિ કે બાળકોષોમાં વિભાજિત થાય છે જેને બહુભાજન કહે છે.

યીસ્ટના કોષમાંથી નાની કલિકા ઊપસી આવે છે અને પછી કોષથી અલગ થઈ જાય છે અને સ્વતંત્ર રીતે તે વૃદ્ધિ પામે છે જે આપણે પ્રવૃત્તિ 8.1માં જોઈ ગયાં છીએ.

8.2.2 અવખંડન (Fragmentation)

પ્રવૃત્તિ 8.4

- કોઈ સરોવર અથવા તળાવ, જેનું પાણી ઊંડું અને પીળું દેખાય છે અને જેમાં તંતુના જેવી સંરચનાઓ હોય, તેમાંથી થોડુંક પાણી એકત્ર કરો.
- એક સ્લાઇડ પર એક કે બે તંતુઓ મૂકો.
- આ તંતુઓ પર ગ્લિસરીનનું એક ટીપું મૂકી અને કવર સ્લિપ ઢાંકી દો.
- સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની નીચે સ્લાઇડનું અવલોકન કરો.
- શું તમે સ્પાયરોગાયરા (Spirogyra)ના તંતુઓમાં વિવિધ પેશીને ઓળખી શકો છો ?

સરળ સંરચનાવાળા બહુકોષીય સજીવોમાં પ્રજનનની સરળ રીત કાર્ય કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સ્પાયરોગાયરા સામાન્યતઃ વિકાસ પામીને નાના-નાના ટુકડાઓમાં અવખંડિત થઈ જાય છે. આ ટુકડા અથવા ખંડ વૃદ્ધિ પામીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે. પ્રવૃત્તિ 8.4ના અવલોકનના આધારે શું આપણે તેનું કારણ શોધી શકીએ છે ?

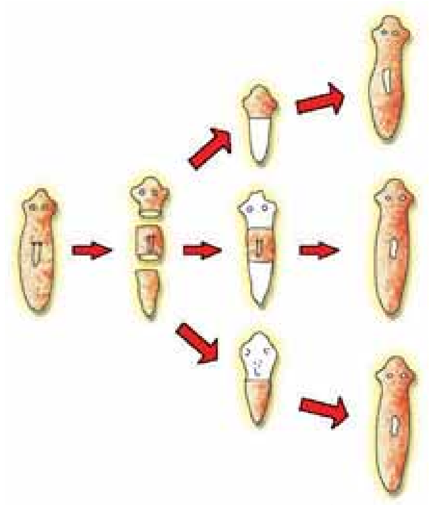
પરંતુ આ બધી બહુકોષીય સજીવો માટે સાચું નથી. તે સરળ સ્વરૂપે દરેક કોષનું કોષવિભાજન કરી શકતાં નથી. એવું કેમ છે ? તેનું કારણ છે કે મોટા ભાગના બહુકોષીય સજીવ વિવિધ કોષોનો સમૂહ માત્ર નથી. વિશેષ કાર્ય માટે વિશિષ્ટ કોષો સંગઠિત થઈને પેશીનું નિર્માણ કરે છે અને પેશી સંગઠિત થઈ અંગ બનાવે છે. શરીરમાં તેઓની સ્થિતિ પણ નિશ્ચિત હોય છે. એવી ચોક્કસ વ્યવસ્થિત પરિસ્થિતિમાં કોષ–દર કોષવિભાજન અવ્યાવહારિક છે. આમ, બહુકોષીય સજીવોના પ્રજનન માટે અપેક્ષિત વધારે જટિલ રીતની જરૂરિયાત હોય છે.

બહુકોષીય સજીવો દ્વારા દર્શાવાતી એક સામાન્ય પદ્ધતિ છે કે વિવિધ પ્રકારના કોષો વિશિષ્ટ કાર્ય માટે કાર્યક્ષમ હોય જે સામાન્ય વ્યવસ્થાનું અનુકરણ કરે છે. આ પ્રકારના સજીવોમાં પ્રજનન માટે વિશિષ્ટ પ્રકારના કોષો હોય છે. શું સજીવ અનેક પ્રકારના કોષોના બનેલા હોય છે ? તેનો જવાબ છે કે સજીવમાં કેટલાક એવા કોષો હોવા જોઈએ જેમાં વૃદ્ધિ, ક્રમ, પ્રસરણ અને યોગ્ય પરિસ્થિતિમાં વિશેષ પ્રકારના કોષનિર્માણની ક્ષમતા હોવી જોઈએ.

8.2.3 પુનર્જનન (Regeneration)

પૂર્ણ સ્વરૂપે વિભેદિત સજીવોમાં પોતાના વાનસ્પતિક ભાગમાંથી નવા સજીવનું નિર્માણની ક્ષમતા હોય છે. એટલે કે જે કોઈ કારણે સજીવના ખંડો ને ટુકડાઓ થઈ જાય છે અથવા કેટલાક ટુકડાઓમાં તૂટી જાય છે તો તેના અનેક ટુકડા વૃદ્ધિ પામીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે. ઉદાહરણ તરીકે, હાઇડ્રા અને પ્લેનેરિયા જેવા સરળ પ્રાણીઓને જો કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવે તો પ્રત્યેક ટુકડા વિકાસ પામીને સંપૂર્ણ સજીવમાં પરિણમે છે. આને પુનર્જનન કે પુનઃજનન (પુનઃસર્જન) કહેવાય છે. આકૃતિ 8.3. પુનર્જનન વિશિષ્ટ કોષો દ્વારા દર્શાવાય છે. આ કોષોના ક્રમ-પ્રસરણથી અનેક કોષો બને છે. કોષોના આ સમૂહથી પરિવર્તન દરમિયાન વિવિધ પ્રકારના

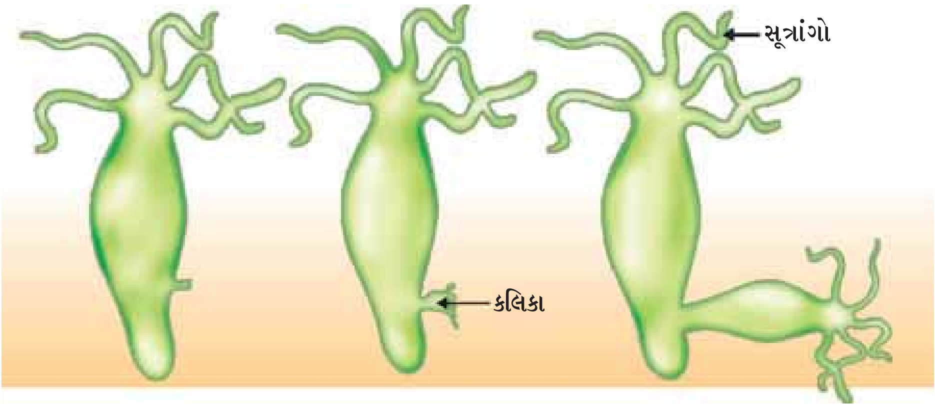
કોષો તેમજ પેશી બને છે. આ પરિવર્તન ખૂબ જ વ્યવસ્થિત સ્વરૂપે તેમજ ક્રમથી દર્શાવાય છે જેને વિકાસ કહે છે. પુનર્જનન અને પ્રજનન સમાન નથી તેનું કારણ એ છે કે પ્રત્યેક સજીવના કોઈ પણ ભાગને કાપીને કે તોડીને સામાન્યતઃ નવો સજીવ ઉત્પન્ન કરી શકાય નહિ.



આકૃતિ 8.3 પ્લેનેરિયામાં પુનર્જનન

8.2.4 કલિકાસર્જન (Budding)

હાઈડ્રા જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ પુનર્જનનની ક્ષમતાવાળા કોષોનો ઉપયોગ કલિકાસર્જન માટે કરે છે. હાઈડ્રામાં કોષોનું વારંવાર વિભાજન થવાને કારણે એક સ્થાન ઊપસી આવે છે અને તે ભાગ (ઉપસેલો) વિકાસ પામે છે. આ ઉપસેલો ભાગ એટલે કલિકા જે વૃદ્ધિ પામીને બાળ સજીવમાં ફેરવાય છે અને પૂર્ણ વિકાસ પામતા પિતૃથી અલગ થઈ સ્વતંત્ર જીવ (પ્રાણી) બને છે.



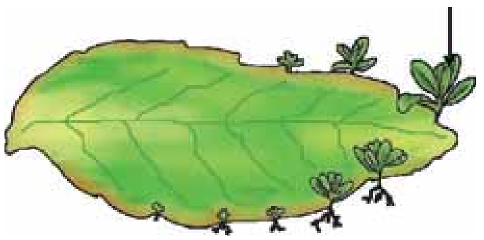
આકૃતિ 8.4 હાઈડ્રા (જળવ્યાળ)માં કલિકાસર્જન

8.2.5 વાનસ્પતિક પ્રજનન (Vegetative Propagation/Vegetative Reproduction)

ઘણી એવી વનસ્પતિઓ છે કે જેઓના કેટલાક ભાગ જેવા કે મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણો યોગ્ય સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં વિકાસ પામીને નવા છોડને ઉત્પન્ન કરે છે. મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓથી વિપરીત વિરુદ્ધ એક છોડ કે વનસ્પતિ તેની ક્ષમતાનો ઉપયોગ પ્રજનનની રીતના સ્વરૂપમાં કરે છે. કલમ, દાબકલમ અને આરોપણ જેવી વાનસ્પતિક પ્રજનનની તકનિકનો ઉપયોગ ખેતીવાડી (કૃષિ)માં પણ થાય છે. શેરડી, ગુલાબ કે દ્રાક્ષ તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. વાનસ્પતિક પ્રજનન દ્વારા વનસ્પતિઓને ઉગાડવા કે ઉછેરવા માટેનો સમય, બીજ દ્વારા ઉગાડેલા છોડની તુલનામાં પુષ્પ તેમજ ફળ ઓછા સમયમાં આવવા લાગે છે. આ પદ્ધતિ કેળા, નારંગી, ગુલાબ તેમજ મોગરા જેવી વનસ્પતિઓને ઉગાડવા માટે ઉપયોગી છે, જેઓ બીજ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા ગુમાવી દે છે. વાનસ્પતિક પ્રજનનનો બીજો લાભ એ પણ છે કે, આ પ્રકારે ઉત્પન્ન થયેલી બધી વનસ્પતિઓ આનુવંશિક રીતે પિતૃ વનસ્પતિને સમાન હોય છે.

પ્રવૃત્તિ 8.5

- એક બટાટાને લઈને તેની સપાટીનું અવલોકન કરો. શું તેના પર કે તેમાં કોઈ ખાડો (કલિકા) દેખાય છે ?
- બટાટાને નાના-નાના ટુકડાઓમાં કાપો કે જેથી કેટલાક ટુકડાઓમાં આ ખાડાનો ભાગ રહે અને કેટલાકમાં ન રહે.
- એક ટ્રેમાં રૂની પાતળી સપાટી પાથરી અને તેને ભીની કરો. ખાડાવાળા ટુકડાઓ (કલિકા ધરાવતા ટુકડાઓને)ને એક તરફ અને ખાડા વગરના ટુકડાઓને બીજી તરફ રાખો.
- હવે પછીના કેટલાક દિવસો સુધી આ ટુકડાઓમાં થનારાં પરિવર્તનોનું અવલોકન કરો. ધ્યાન રાખો કે ટ્રેમાં રૂની ભીનાશ રહેવી જરૂરી છે.
- તે કયા ટુકડાઓ છે કે જેમાંથી પ્રરોહ અને મૂળનો વિકાસ થઈ રહ્યો છે ?



આકૃતિ 8.5

પાનફૂટીનાં પર્ણ સાથે કલિકાઓ

આ જ રીતે પાનફૂટી (પર્ણફૂટી = Bryophyllum)નાં પર્ણોની પર્ણકિનારી પર પણ કેટલીક કલિકાઓ વિકાસ પામે છે અને ભૂમિ પર પડી જાય છે અને નવા છોડનો વિકાસ દર્શાવે છે (આકૃતિ 8.5).

પ્રવૃત્તિ 8.6

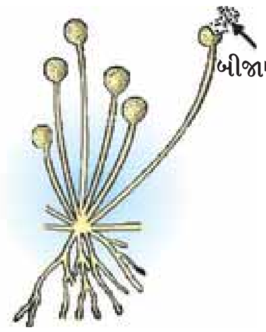
- એક અડુનીવેલ (મનીપ્લાન્ટ કે Pothos plant)નો છોડ લો.
- તે છોડને કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરો કે જેથી પ્રત્યેક ટુકડામાં ઓછામાં ઓછું એક પર્ણ નિશ્ચિત રૂપે હોય.
- બે પર્ણોની વચ્ચેવાળા ભાગના કેટલાક ટુકડા કરી એકઠા કરો.
- બધા ટુકડાઓને એક છેડેથી પાણીમાં ડુબાડીને રાખો અને હવે પછીના કેટલાક દિવસો સુધી તે ટુકડાઓનું અવલોકન કરો.
- કયા ટુકડાઓમાંથી વૃદ્ધિ થાય છે અને નવાં પર્ણો (કૂંપળો) ઊગે છે.
- તમે તમારાં અવલોકનો પરથી શું તારણ કાઢી શકો છો.

વધુ જાણવા જેવું !

પેશી-સંવર્ધન (Tissue culture)

પેશી-સંવર્ધન તક્નિકમાં વનસ્પતિની પેશી અથવા તેમના કોષોને વનસ્પતિના અગ્રભાગના વર્ધમાન ભાગથી અલગ કરીને નવા છોડને ઉગાડવામાં આવે છે. આ કોષોને કૃત્રિમ પોષક માધ્યમમાં રાખવામાં આવે છે. જેનાથી કોષો વિભાજિત થઈને અનેક કોષોના નાના સમૂહ બનાવે છે. જેને કેલસ (Callus) કહે છે કેલસની વૃદ્ધિ તેમજ વિભેદન માટે અંતઃસ્રાવ યુક્ત એક અન્ય માધ્યમમાં સ્થળાંતરિત કરવામાં આવે છે. આ છોડને પછી માટી કે જમીનમાં રોપવામાં આવે છે. જેથી તેઓ વૃદ્ધિ પામી વિકાસ પામેલ છોડ બની જાય છે. પેશી-સંવર્ધન તક્નિક દ્વારા કોઈ એકલા છોડમાંથી અનેક છોડનું નિર્માણ કરાય છે. જે મુક્ત પરિસ્થિતિઓમાં ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. આ તક્નિકનો ઉપયોગ સામાન્યતઃ સજાવટના કે સુશોભનની વનસ્પતિઓના સંવર્ધન માટે કરાય છે.

8.2.6 બીજાણુ-નિર્માણ (Spore Formation)



આકૃતિ 8.6

રાઇઝોપસમાં બીજાણુ નિર્માણ

અનેક સરળ બહુકોષીય સજીવોમાં પણ વિશિષ્ટ પ્રજનન સંરચનાઓ જોવા મળે છે. પ્રવૃત્તિ 8.2માં બ્રેડ પર તંતુ જેવી કેટલીક સંરચનાઓ વિકાસ પામેલી હતી. આ રાઇઝોપસ ફૂગની જાળીરૂપ રચના હતી. તે પ્રજનનનો ભાગ નથી. પરંતુ ઉર્ધ્વસ્થતંતુઓ પર સૂક્ષ્મ ગોળાકાર સંરચનાઓ પ્રજનનમાં ભાગ લે છે. આ ગોળાકાર ગુચ્છ જેવી રચના, બીજાણુ-ધાની છે, જેમાં વિશિષ્ટ કોષો અથવા બીજાણુ મળી આવે છે (આકૃતિ 8.6). આ બીજાણુ વૃદ્ધિ પામીને રાઇઝોપસના એક નવા સજીવની રચના ઉત્પન્ન કરે છે. બીજાણુની ચારેય તરફ એક જાડી દીવાલ હોય છે, જે પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં તેઓનું રક્ષણ કરે છે. ભેજયુક્ત સપાટીના સંપર્કમાં આવતાની સાથે જ તે વૃદ્ધિ પામવાની શરૂઆત કરી લે છે અથવા વૃદ્ધિ પામે છે.

અત્યાર સુધી પ્રજનનની જે પદ્ધતિઓ કે રીતોની આપણે ચર્ચા કરી તે બધાં પદ્ધતિઓમાં સંતતિનું સર્જન માત્ર એક જ સજીવ દ્વારા થાય છે. આને અલિંગી પ્રજનન કહે છે.

પ્રશ્નો

1. દ્વિભાજનએ બહુભાજનથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
2. બીજાણુ દ્વારા પ્રજનનથી સજીવને કેવી રીતે લાભ થાય છે ?
3. તે માટેનું કારણ તમે વિચારી શકો ? જટિલ સંરચનાવાળા સજીવો પુનર્જનન દ્વારા નવી સંતતિ શા માટે ઉત્પન્ન કરી શકતા નથી ?
4. કેટલીક વનસ્પતિઓનો ઉછેર કરવા માટે વાનસ્પતિક પ્રજનનનો ઉપયોગ શા માટે કરવામાં આવે છે ?
5. DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવી પ્રજનન માટેની આવશ્યકતા કેમ છે ?

8.3 લિંગી પ્રજનન (Sexual Reproduction)

આપણે પ્રજનનની એ પદ્ધતિથી પણ પરિચિત છીએ કે જેમાં સંતતિ ઉત્પન્ન કરવાના હેતુએ બે વ્યક્તિઓની ભાગીદારી હોય છે. ન તો આખલો વાછરડાને જન્મ આપી શકે છે અને ન તો એકલી મરઘીથી નવા મરઘાના બચ્ચાની ઉત્પત્તિ થઈ શકે છે. આવા સજીવોને નવી સંતતિ ઉત્પન્ન કરવા માટે નર તેમજ માદા, બંને લિંગોની જરૂરિયાત હોય છે. આ લિંગી પ્રજનનની ઉપયોગિતા શું છે ? શું અલિંગી પ્રજનનની કેટલીક મર્યાદાઓ છે ? જેની ચર્ચા આપણે અગાઉ કરી ગયાં છીએ.

8.3.1 શા માટે લિંગી પ્રજનનની રીત/પદ્ધતિ ? (Why the Sexual Mode of Reproduction ?)

એક પિતૃ કોષમાંથી બે બાળકોષોના નિર્માણમાં DNA ની પ્રતિકૃતિ થવી કે સર્જાવી તેમજ કોષીય સંગઠન બંને જરૂરી છે. જેમકે આપણે જાણ્યું છે કે DNA પ્રતિકૃતિની તક્નિક સંપૂર્ણ રીતે યથાર્થ નથી. પરિણામી (ઉદ્‌ભવતી) ત્રુટિઓ કે ખામીઓ સજીવની વસ્તીમાં ભિન્નતાનો સ્રોત છે. પ્રત્યેક સજીવ વ્યક્તિગત રીતે ભિન્નતાઓ સામે સંરક્ષિત હોઈ શકે નહિ. પરંતુ વસ્તીમાં જોવા મળતી ભિન્નતાઓ તે જાતિના અસ્તિત્વને (જીવસાતત્યને) જાળવી રાખવામાં મદદરૂપ થાય છે. આમ, સજીવોમાં પ્રજનનની કોઈ એવી પદ્ધતિ કે રીત વધારે સાર્થક હોવી જોઈએ જેમાં વધારે ભિન્નતા ઉત્પન્ન થઈ શકે છે.

જો DNA પ્રતિકૃતિની ક્રિયા સંપૂર્ણપણે યથાર્થ નથી તો તે ચોક્કસ છે કે તેમાં ભિન્નતા અત્યંત ધીમી રીતે ઉત્પન્ન થાય. જો DNA પ્રતિકૃતિની ક્રિયાવિધિ ઓછી ચોકસાઈવાળી છે, તો નિર્માણ પામનાર DNA પ્રતિકૃતિઓ કોષીય સંરચનાની સાથે તાલમેલ કે કાર્ય કરવાની ક્ષમતા જાળવી શકતા નથી અને કોષનું મૃત્યુ થાય છે. તો આ પ્રતિકૃતિઓ તૈયાર કરવામાં કઈ રીતે ઝડપ થઈ શકે ? પ્રત્યેક DNA પ્રતિકૃતિમાં નવી ભિન્નતાની સાથે-સાથે પૂર્વવત્ પેઢીઓની ભિન્નતાઓ પણ સંગૃહીત થાય છે. આમ, વસ્તીના બે સજીવોમાં સંગૃહીત ભિન્નતાઓની ભાત કે રીત (Pattern) પણ ઘણી ભિન્ન હોય છે. કારણ કે આ બધી ભિન્નતાઓ જીવિત વ્યક્તિ (સજીવ)માં જોવા મળે છે. આમ તે સુનિશ્ચિત છે કે આ ભિન્નતાઓ હાનિકારક નથી. બે અથવા વધારે એકલ (Single) સજીવોની ભિન્નતાઓના સંયોજનની ભિન્નતાથી નવું સંયોજન ઉત્પન્ન થાય છે. કારણ કે આ ક્રિયામાં બે ભિન્ન સજીવ ભાગ લે છે. આમ, પ્રત્યેક સંયોજન પોતાની જાતે અલગ હોય છે. લિંગી પ્રજનનમાં બે ભિન્ન સજીવોમાંથી મેળવેલ DNAનું સંયોજન થાય છે.

પરંતુ તેને લીધે વધુ મુશ્કેલી ઉત્પન્ન થાય છે. જો દરેક નવી પેઢીએ પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા બે વ્યક્તિગત સજીવોના DNAના સંકલનની પ્રતિકૃતિ બનવાની હોય તો દરેક સંતતિ પાસે પિતૃપેઢી કરતા બમણાં DNA થઈ જાય. આમાં DNA દ્વારા કોષ-સંગઠન પરથી નિયંત્રણ દૂર થવાની સંભાવના વધુ છે. આ સિવાય જો પ્રત્યેક પેઢીમાં DNAની માત્રા કોઈ અન્ય વસ્તુ માટે કોઈ સ્થાન વધતું નથી. આ સમસ્યાને દૂર કરવા માટે આપણે કેટલા ઉકેલ શોધી શકીએ ?

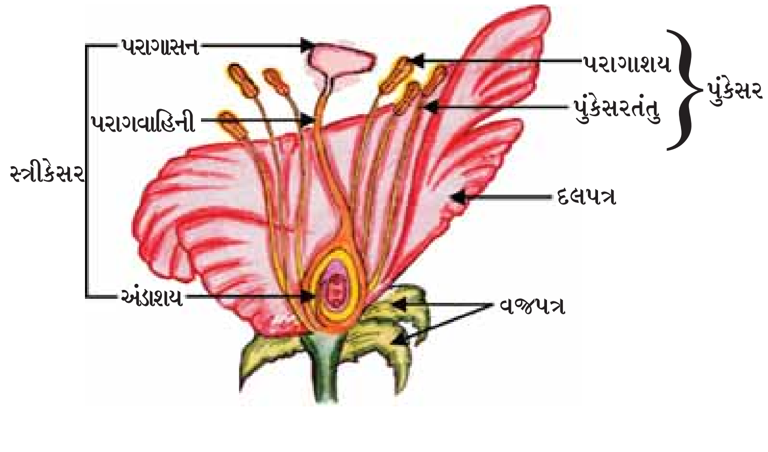
આપણે પહેલાં જાણી લીધું છે કે, જેમ-જેમ સજીવોની જટિલતા વધતી ગઈ છે તેમ-તેમ પેશીઓની વિશિષ્ટતાઓ પણ વધી છે. ઉપર્યુક્ત સમસ્યાનો ઉકેલ સજીવોએ એવી રીતે શોધી કાઢ્યો છે કે જેમાં સજીવની વાનસ્પતિક કે દૈહિક કોષોની તુલનામાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા અડધી થઈ જાય છે અને DNAની માત્રા પણ અડધી હોય છે. કોષવિભાજનની અર્ધીકરણ નામની ક્રિયા વડે આ શક્ય બને છે. આમ, બે ભિન્ન સજીવોનું આ યુગ્મનજ કોષ કે ફલિતાંડ લિંગી પ્રજનનમાં સંયુગ્મન દ્વારા યુગ્મનજ ફલિતાંડ (Zygote) બનાવે છે. જે બાળપેઢીમાં કે સંતતિમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા તેમજ DNAની માત્રાને પુનઃસ્થાપિત કરે છે.

જો યુગ્મનજની વૃદ્ધિ અને વિકાસ અત્યંત વિશિષ્ટ પેશી તથા અંગોયુક્ત નવા સજીવમાં થવાનો હોય તો તેમાં ઊર્જાનો સંગ્રહ પણ પૂરતા પ્રમાણમાં થવો જોઈએ. અત્યંત સરળ સંરચનાવાળા સજીવોમાં સામાન્ય રીતે બે પ્રજનનકોષો (યુગ્મકો)ના આકાર તેમજ કદમાં વિશેષ ભેદ હોતો નથી અથવા તેઓ સમાન આકારના પણ હોઈ શકે છે. પરંતુ જેવી શારીરિક રચના વધારે જટિલ બને છે, પ્રજનનકોષો પણ વિશિષ્ટતા પ્રાપ્ત કરે છે. એક પ્રજનનકોષ તુલનાત્મક રીતે મોટો હોય છે તેમજ તેમાં ખોરાક પૂરતા પ્રમાણમાં સંચય પણ પામે છે. જ્યારે બીજો પ્રજનનકોષ પહેલાં પ્રજનનકોષની તુલનામાં નાનો તેમજ વધારે પ્રચલનશીલ હોય છે. પ્રચલનશીલ પ્રજનનકોષને નરજન્યુ કોષ અને પ્રજનનકોષમાં ખોરાકનો સંગ્રહ થયેલો હોય છે, તેને માદા જન્યુકોષ કહે છે. હવે પછીના થોડા વિભાગોમાં આપણે જોઈશું કે કઈ રીતે આ બે અલગ પ્રકારના જન્યુઓના નિર્માણથી નર અને માદા જનનાંગોમાં અલગતા ઉત્પન્ન કરે છે અને કેટલાક કિસ્સાઓમાં નર અને માદાના શરીરમાં પણ ફેરફાર ઉત્પન્ન કરે છે.

8.3.2 સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં લિંગી પ્રજનન

(Sexual Reproduction in Flowering Plants)

આવૃત્ત બીજધારીઓ (Angosiperms)ના પ્રજનનાંગો પુષ્પમાં દર્શાવેલાં છે. તમે પુષ્પના વિવિધ ભાગો વિશે અભ્યાસ કરી ગયાં છો. વજપત્રો, દલપત્રો, પુંકેસર તેમજ સ્ત્રીકેસર પુંકેસર, તેમજ સ્ત્રીકેસર પુષ્પનાં પ્રજનન ભાગ કે અંગો છે. જેમાં પ્રજનનકોષો હોય છે. દલપત્ર તેમજ વજપત્રનું કાર્ય શું હોઈ શકે ?



આકૃતિ 8.7
પુષ્પનો આયામ છેદ

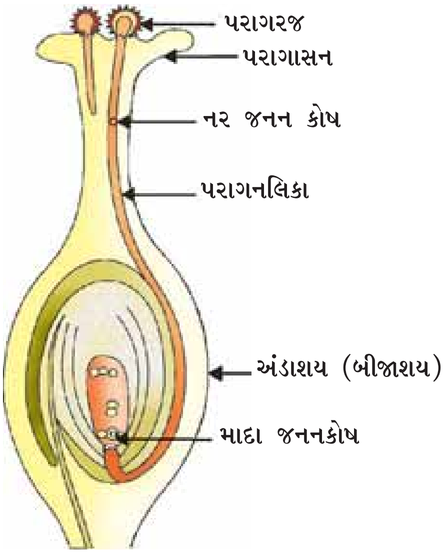
જ્યારે પુષ્પમાં પુંકેસર અથવા સ્ત્રીકેસરમાંથી કોઈ એક જનનાંગ હાજર હોય કે આવેલા હોય તો પુષ્પ એકલિંગી કહેવાય છે તથા (પપૈયું, તડબૂચ) જ્યારે પુષ્પમાં પુંકેસર તેમજ સ્ત્રીકેસર બંને આવેલા હોય તો તેવા પુષ્પને ઊભયલિંગી કે દ્વિલિંગી પુષ્પ કહે છે (જાસૂદ, રાઈ) પુંકેસર નર જનનાંગ છે જેના દ્વારા પરાગરજનું નિર્માણ કરે છે. જે સામાન્ય રીતે પીળા રંગની હોય છે. તમે જોયું હશે કે જ્યારે તમે કોઈ પુષ્પના પુંકેસરને અડકો છો ત્યારે તમારા હાથમાં એક પીળો પાઉડર ચોંટી જાય છે. સ્ત્રીકેસર પુષ્પના કેન્દ્રસ્થ ભાગમાં આવેલું હોય છે અને તે પુષ્પનું માદા જનનાંગ છે જે ત્રણ ભાગોથી બનેલું છે. આધાર કે તલીય પ્રદેશે ફૂલેલો ભાગ અંડાશય (બીજાશય), મધ્યમાં લાંબી નલિકા જેવી રચના પરાગવાહિની અને અગ્ર ભાગે આવેલી રચના પરાગાસન હોય છે. જે સામાન્ય રીતે ચીકણું કે

સ્નિગ્ધ હોય છે. અંડાશયમાં અંડક કે બીજાંડ હોય છે અને પ્રત્યેક અંડક કે બીજાંડમાં એક અંડકોષ હોય છે. પરાગરજ દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા નરજન્યુ કે પુંજન્યુ અંડાશયના અંડકોષ (માદાજન્યુ)ની સાથે સંયુગ્મન પામે છે. જનનકોષોના આ સંયુગ્મન કે ફલનથી યુગ્મનજ કે ફલિતાંડનું નિર્માણ થાય છે જેમાં નવા છોડમાં વિકાસ પામવાની ક્ષમતા હોય છે.

આમ, પરાગરજને પુંકેસરમાંથી પરાગાસન સુધી સ્થળાંતરણ થવાની જરૂરિયાત હોય છે. જો પરાગરજનું આ સ્થળાંતરણ તે પુષ્પના પરાગાસન પર જ થાય તો તેને સ્વપરાગનયન કહે છે. પરંતુ એક પુષ્પની પરાગરજ બીજા પુષ્પ પર સ્થળાંતરિત થાય તો તેને પરપરાગનયન કહે છે. એક પુષ્પથી બીજા પુષ્પ સુધી પરાગરજનું આ સ્થળાંતરણ હવા, પાણી કે પ્રાણી જેવા વાહકો દ્વારા થાય છે.

પરાગરજનું યોગ્ય પરાગાસન પર પહોંચવા ઉપરાંત નર જન્યુ કે પુંજન્યુને અંડાશયમાં આવેલા માદાજન્યુ કોષ (અંડકોષ) સુધી પહોંચવું જરૂરી હોય છે. તેના માટે પરાગરજમાંથી એક નલિકાનો વિકાસ થાય છે અને તે નલિકા પરાગવાહિનીમાં થઈને અંડક કે બીજાંડ સુધી પહોંચે છે. (જેને પરાગનલિકા કહે છે.)

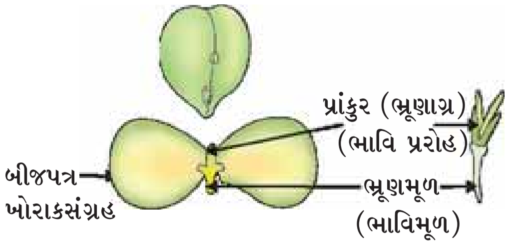
ફલન પછી, યુગ્મનજમાં અનેક વિભાજન થાય છે અને અંડકમાં ભ્રૂણ વિકાસ પામે છે. અંડક કે બીજાંડમાંથી એક સખત આવરણ વિકાસ પામે છે અને આ બીજમાં પરિવર્તિત થાય છે. અંડાશય ઝડપથી વૃદ્ધિ પામે છે અને પરિપક્વ થઈને ફળમાં પરિણમે છે. આ સમયગાળા દરમિયાન વજ્રપત્રો, દલપત્રો અને પુંકેસર, પરાગવાહિની તેમજ પરાગાસન સામાન્ય રીતે કરમાઈ જઈને ખરી પડે છે. શું તમે ક્યારેય પુષ્પના કોઈ ભાગને ફળની સાથે સ્થાયીરૂપે જોડાયેલ જોયો છે ? વિચારો, બીજનું નિર્માણ થવાથી વનસ્પતિને શું લાભ થાય છે ? બીજમાં ભાવિ વનસ્પતિ અથવા ભ્રૂણ હોય છે. જે સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં નવા છોડમાં વિકાસ પામે છે. આ ક્રિયાને કે ઘટનાક્રમને અંકુરણ કહે છે.



આકૃતિ 8.8
પરાગરજનું પરાગાસન પર અંકુરણ

પ્રવૃત્તિ 8.7

- ચણાનાં કેટલાંક બીજને એક રાત સુધી પાણીમાં પલાળો.
- વધારાનું પાણી ઢોળી દો અને પલાળેલાં બીજને એક ભીના કપડાંથી ઢાંકી એક દિવસ માટે રાખી મૂકો. ધ્યાન રાખો કે બીજ કે કપડું સુકાવા ન જોઈએ.
- બીજને સાવચેતીથી ખોલીને તેઓના વિવિધ ભાગોનું અવલોકન કરો.
- તમારાં અવલોકનની તુલના આકૃતિ 8.9ની સાથે કરો. શું તમે બધા ભાગોને ઓળખી શકો છો ?



આકૃતિ 8.9
અંકુરણ

8.3.3 માનવમાં લિંગી પ્રજનન (Sexual Reproduction in Human Beings)

અત્યાર સુધી આપણે વિવિધ જાતિમાં પ્રજનનની વિવિધ પ્રણાલીઓની ચર્ચા કરી હતી. આવો, હવે આપણે તે જાતિના વિષયમાં જાણીએ જેમાં આપણી સૌથી વધારે રુચિ છે. તે જાતિ માનવ છે. માનવમાં લિંગી પ્રજનન થાય છે. આ ક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ?

આવો, આપણે શરૂઆત કંઈક અસંબંધિત મુદ્દાથી કરીએ. આપણે બધાં જાણીએ છીએ કે ઉંમરની સાથે-સાથે આપણા શરીરમાં કેટલાંક પરિવર્તન આવે છે. તમારા શરીરમાં થતાં ફેરફારો વિશે આગળ ધોરણ VIIIમાં શીખી ગયાં છીએ. આપણી ઊંચાઈમાં નાનપણથી અત્યાર સુધીમાં સતત વધારો થાય છે એવું આપણે નોંધ્યું છે. આપણા દાંત પડી જાય છે, જેને દુધિયા દાંત કહે છે અને નવા

દાંત ઊગે છે. આ બધાં પરિવર્તનોને એક સામાન્ય ક્રિયાનો વૃદ્ધિ-ક્રમમાં સામૂહિક સમાવેશ કરાય છે. જેમાં શારીરિક વૃદ્ધિ થાય છે. પરંતુ મુગ્ધાવસ્થા કે કિશોરાવસ્થાનાં પ્રારંભિક વર્ષોમાં, કેટલાંક એવાં પરિવર્તન થાય છે જેને માત્ર શારીરિક વૃદ્ધિ કહી શકાય નહિ. જ્યારે શારીરિક સૌષ્ઠવ બદલાઈ જાય છે. શારીરિક ગુણોત્તર બદલાઈ જાય છે. નવા લક્ષણ આવે છે અને સંવેદનમાં પણ પરિવર્તન આવે છે.

આમાંથી કેટલાંક પરિવર્તન છોકરા તેમજ છોકરીઓમાં એકસમાન હોય છે. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, શરીરના કેટલાક ભાગો જેવાં કે બગલ તેમજ જાંઘોના મધ્ય જનનાંગીય વિસ્તારમાં વાળ ઊગે છે અને તેનો રંગ પણ ઘેરો હોય છે. પણ હાથ તેમજ ચહેરા પર પણ નાના રોમ ઊગે છે. ત્વચા સામાન્ય રીતે તૈલી / તેલયુક્ત બને છે અને ક્યારેક ખીલ પણ ઉદ્ભવે છે. આપણે પોતાની તેમજ બીજાના પ્રત્યે વધારે સજાગ બનીએ છીએ.

બીજી તરફ, કેટલાંક એવાં પણ પરિવર્તન થાય છે જે છોકરા તેમજ છોકરીઓમાં ભિન્ન હોય છે. છોકરીઓમાં સ્તનના આકાર (કદ)માં વધારો થાય છે અને સ્તનાગ્રની ત્વચાનો રંગ પણ ઘેરો બને છે. આ સમયે છોકરીઓમાં રજોસ્રાવ થવા લાગે છે. છોકરાના ચહેરા પર દાઢી-મૂછ ઊગી આવે છે અને તેમનો અવાજ કર્કશ ને જાડો બને છે. દીવાસ્વપ્ન અથવા રાત્રિમાં શિશ્ન પણ સામાન્ય રીતે કદમાં વધે અને ટટ્ટાર બને છે.

આ બધાં પરિવર્તન મહિનાઓ તેમજ વર્ષોની અવધિમાં મંદગતિ એ થાય છે. આ પરિવર્તન બધા વ્યક્તિઓમાં એક જ સમય અથવા એક નિશ્ચિત ઉંમરમાં થતું નથી. કેટલીક વ્યક્તિઓમાં આ પરિવર્તન નાની ઉંમરમાં તેમજ ઝડપથી થાય છે. જ્યારે અન્યમાં અત્યંત મંદ ગતિથી પણ થઈ શકે છે. પ્રત્યેક પરિવર્તન તીવ્રતાથી પૂર્ણ પણ થતાં નથી. ઉદાહરણ તરીકે, છોકરાઓના ચહેરા પર આછા-જાડા વાળ ઊગતા જોવા મળે છે અને ધીરે-ધીરે આ વૃદ્ધિ એક જેવી થાય છે. પછી આ બધાં પરિવર્તનોમાં પણ વિવિધ વ્યક્તિઓની વચ્ચે વિવિધતા પ્રદર્શિત થાય છે. જેમકે આપણા નાક-નકશા અલગ-અલગ હોય છે. આ પ્રકારે વાળની વૃદ્ધિની રીત (Pattern), સ્તન અથવા શિશ્નના કદ તેમજ આકાર પણ ભિન્ન હોય છે. આ બધાં પરિવર્તન શરીરની લૈંગિક પરિપક્વતાને લીધે થાય છે.

આ ઉંમરમાં શરીરમાં લૈંગિક પરિપક્વતા શા માટે પ્રદર્શિત થાય છે ? આપણે બહુકોષીય સજીવોમાં વિશિષ્ટ કાર્યોનું સંપાદન કરવા માટે વિશિષ્ટ પ્રકારના કોષોની આવશ્યકતાની વાત કરી ગયા છીએ. લિંગી પ્રજનનમાં ભાગ લેવા માટે પ્રજનનકોષોનું ઉત્પાદન એ પણ એક વિશિષ્ટ કાર્ય છે અને આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે વનસ્પતિઓમાં પણ આ હેતુ માટે વિશેષ પ્રકારના કોષો તેમજ પેશી વિકાસ પામે છે. જ્યારે વ્યક્તિગત રીતે કોઈ સજીવનાં શરીરનો પુખ્તાવસ્થામાં વિકાસ થાય, ત્યારે આ વિકાસને પ્રાપ્ત કરવા માટે શરીરના સ્રોતોને એ તરફ દોરવામાં આવે છે. આ દરમિયાન, પ્રજનનપેશીનું પુખ્ત થવાની ક્રિયાને પ્રાથમિકતા આપવામાં આવે છે. માટે શરીરનો સામાન્ય વિકાસ ધીમો થાય છે તથા પ્રજનનપેશી પુખ્ત થવાની શરૂઆત થાય છે. કિશોરાવસ્થા કે મુગ્ધાવસ્થાના સમયગાળાને યૌવનારંભ (Puberty) કહે છે.

આમ, ઉપર્યુક્ત ચર્ચા કરેલ બધા જ ફેરફારો પ્રજનનની ક્રિયા સાથે કઈ રીતે સંબંધિત છે ? આપણે યાદ રાખીએ કે લિંગી પ્રજનન પ્રણાલીનો અર્થ છે કે બે ભિન્ન વ્યક્તિઓના પ્રજનનકોષોનું