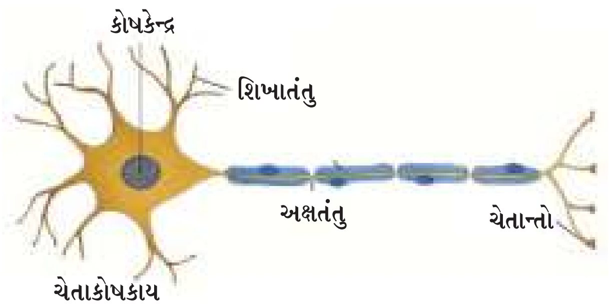



*આકૃતિ 6.12 : ચેતાપેશીનો એકમ – ચેતાકોષ*

ચેતાના સ્પંદન કે ઊર્મિવેગ આપણને ઇચ્છાનુસાર આપણા સ્નાયુઓના હલનચલનમાં મદદરૂપ થાય છે. ચેતા તેમજ સ્નાયુ પેશીઓનું કાર્યાત્મક સંયોજન સામાન્ય રીતે બધા જ સજીવોમાં પાયારૂપ છે, તેની સાથે, તે સંયોજન ઉત્તેજનાને અનુલક્ષીને પ્રાણીઓને ઝડપી ગતિશીલતા આપે છે.

### પ્રશ્નો :

1. એવી પેશીનું નામ આપો કે જે આપણા શરીરને ગતિ આપવા માટે જવાબદાર છે.
2. ચેતાકોષ દેખાવમાં કેવો લાગે છે ?
3. હૃદ સ્નાયુપેશીનાં ત્રણ લક્ષણો આપો.
4. તંતુઘટક પેશીનાં કાર્યો કયાં છે ?

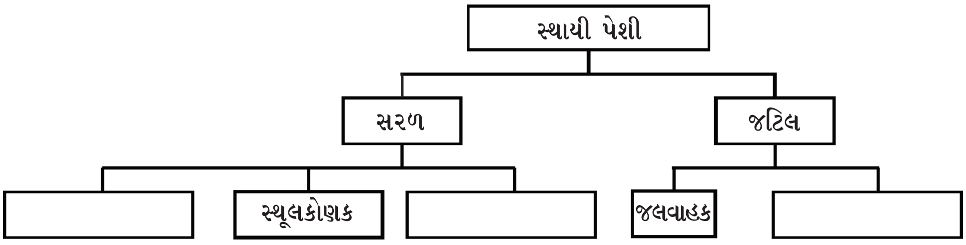
## તમે શું શીખ્યાં

## What You Have Learnt

- પેશીકોષોનો સમૂહ હોય છે, જેમાં કોષોની સંરચના અને કાર્ય એકસમાન હોય છે.
- વનસ્પતિ પેશી બે પ્રકારની હોય છે : વર્ધનશીલ પેશી અને સ્થાયી પેશી.
- વર્ધનશીલ પેશી વિભાજન પામતી પેશી છે અને તે વનસ્પતિઓના વૃદ્ધિ પામતાં પ્રદેશોમાં જોવા મળે છે.
- સ્થાયી પેશી, વર્ધનશીલ પેશીમાંથી બને છે, જે એકવાર વિભાજન પામવાની ક્ષમતા ગુમાવી દે છે. તેઓને સરળ અને જટિલ સ્થાયી પેશીઓમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.
- મૃદુત્તક, સ્થૂલકોણક અને દૃઢોત્તક, સરળ પેશીના આ ત્રણ પ્રકારો છે. જલવાહક અને અન્નવાહક, જટિલ સ્થાયી પેશીના પ્રકારો છે.
- અધિચ્છદ પેશી, સ્નાયુપેશી, સંયોજક પેશી અને ચેતાપેશી પ્રાણીપેશીઓ છે.
- સંરચના અને કાર્યને આધારે અધિચ્છદ પેશીને લાદીસમ, ઘનાકાર, સ્તંભાકાર, પક્ષ્મલ અને ગ્રંથીય પેશીઓમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.
- આપણા શરીરમાં સંયોજક પેશીના વિભિન્ન પ્રકારો છે : તંતુઘટક પેશી, મેદપૂર્ણ પેશી, અસ્થિપેશી, અસ્થિબંધ, સ્નાયુબંધ, કાસ્થિપેશી અને રુધિરપેશી.
- સ્નાયુપેશીના ત્રણ પ્રકારો છે : રેખિત સ્નાયુપેશી, અરેખિત સ્નાયુપેશી, અને હૃદ સ્નાયુપેશી.
- ચેતાપેશી ચેતાકોષોની બનેલી હોય છે, જે સંવેદનાને પ્રાપ્ત કરીને તેનું સંચાલન કરે છે.

# સ્વાધ્યાય (Exercises)

1. પેશીની વ્યાખ્યા આપો.
2. કેટલા પ્રકારના એકમો મળીને જલવાહક પેશીનું નિર્માણ થાય છે ? તેમનાં નામ આપો.
3. વનસ્પતિઓમાં સરળ સ્થાયી પેશી અને જટિલ સ્થાયી પેશી કેવી રીતે ભિન્નતા દર્શાવે છે ?
4. કોષદીવાલને આધારે મૃદુત્તક પેશી, સ્થૂલકોણક પેશી અને દઢોત્તક પેશી વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ કરો.
5. રંધ્ર કે વાયુરંધ્રનું કાર્ય શું છે ?
6. ત્રણેય પ્રકારના સ્નાયુતંતુઓની આકૃતિ દોરી, તેમની વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ કરો.
7. હૃદ સ્નાયુપેશીનું વિશેષ કાર્ય શું છે ?
8. રેખિત, અરેખિત અને હૃદ સ્નાયુપેશીમાં, શરીરમાં સ્થાયી કાર્ય અને સ્થાનના આધાર પર ભેદ સ્પષ્ટ કરો.
9. ચેતાકોષના એક લક્ષણ સાથેની આકૃતિ દોરો.
10. નીચે આપેલાનાં નામ લખો :
    (a) પેશી કે જે મોંની અંદરના અસ્તરનું નિર્માણ કરે છે.
    (b) પેશી કે જે મનુષ્યમાં સ્નાયુઓને અસ્થિ સાથે જોડે છે.
    (c) પેશી કે જે વનસ્પતિઓમાં ખોરાકનું સંવહન કરે છે.
    (d) પેશી કે જે આપણા શરીરમાં ચરબીનો સંચય કરે છે.
    (e) તરલ આંતરકોષીય આધારક દ્રવ્ય સહિત સંયોજક પેશી છે.
    (f) મગજ કે મસ્તિષ્કમાં આવેલી પેશી.
11. નીચે આપેલામાં પેશીના પ્રકારને ઓળખો :
    ત્વચા, વનસ્પતિની છાલ અસ્થિ, મૂત્રપિંડનલિકાનું અસ્તર, વાહીપુલ
12. મૃદુત્તક પેશી કયા પ્રદેશમાં હોય છે ?
13. વનસ્પતિઓમાં અધિસ્તરની ભૂમિકા શું છે ?
14. છાલ કેવી રીતે રક્ષણાત્મક પેશીના રૂપમાં કાર્ય કરે છે ?
15. નીચે આપેલી ખાલી જગ્યા પૂરો :



# પ્રકરણ 7

# સજીવોમાં વિવિધતા (Diversity in Living Organisms)

શું તમે કદી વિચાર્યું છે કે, આપણી ચારેય બાજુએ કેટલા પ્રકારના સજીવ સમૂહ જોવા મળે છે ? પ્રત્યેક સજીવો એકબીજાથી ઓછા કે વધતા અંશે ભિન્નતા ધરાવે છે. જાણકારી માટે તમે તમારી જાતને અને તમારા એક મિત્રને વિચારો.

- શું બંનેની ઊંચાઈ એકસરખી છે ?
- શું તમારું નાક, તમારા મિત્રના નાક જેવું જ છે ?
- શું તમારી અને તમારા મિત્રની હથેળીનો આકાર એક સમાન છે ?

જો આપણે, આપણી અને આપણા મિત્રની તુલના કોઈ વાનર સાથે કરીએ તો આપણે શું કહીશું ? નિશ્ચિતપણે, આપણા અને આપણા મિત્રની અને વાનર વચ્ચે ઘણી સમાનતાઓ છે; પરંતુ જો આપણે આપણી તુલના ગાય અને વાનર બંને સાથે કરીએ તો ગાય કરતાં વાનર સાથેની સમાનતા આપણને વધારે જોવા મળે છે.

### પ્રવૃત્તિ 7.1

- આપણે દેશી અને જર્સી ગાય વિશે સાંભળેલું છે.
- શું એક દેશી ગાય, જર્સી ગાય જેવી દેખાય છે ?
- શું બધી જ દેશી ગાય એક જેવી દેખાય છે ?
- શું આપણે દેશી ગાયોના સમૂહમાં જર્સી ગાયને ઓળખી શકીએ છીએ ?
- ઓળખવા માટેનો આપણો આધાર શું હોય છે ?

આ પ્રવૃત્તિમાં આપણે એ નક્કી કરવાનું છે કે ઇચ્છિત સમૂહના સજીવોને માટે કયા વિશિષ્ટ લક્ષણો વધુ મહત્ત્વપૂર્ણ છે ? ત્યાર બાદ આપણે એ પણ નક્કી કરીશું કે કયાં લક્ષણોની અવગણના કરી શકાય તેમ છે.

હવે, પૃથ્વી પર રહેવાવાળા સજીવોના વિભિન્ન સમૂહોને માટે વિચારો. આપણે એક બાજુ જ્યાં સૂક્ષ્મદર્શકયંત્ર વડે જોઈ શકાય તેવા બૅક્ટેરિયા, જેમનું કદ કેટલાક જ માઇક્રોમીટર હોય છે, ત્યાં બીજી બાજુ 30 મીટર લાંબી બ્લ્યુ વહેલ (Blue Whale) કે કેલિફોર્નિયામાં 100 મીટર ઊંચા રેડવુડ (Red Wood) વૃક્ષો પણ મળી આવે છે. કેટલાક પાઇનનાં વૃક્ષ હજારો વર્ષ સુધી જીવિત રહે છે. જોકે કેટલાક મચ્છર જેવા કીટકનો જીવનકાળ કેટલાક જ દિવસોનો હોય છે. જૈવવિવિધતા રંગહીન જીવો, પારદર્શી કીટકો અને વિવિધ રંગવાળાં પક્ષીઓ અને પુષ્પોમાં પણ જોવા મળે છે.

આપણી ચારેય બાજુએ, આ અમાપ વિભિન્નતાનો વિકાસ થવા માટે લાખો વર્ષનો સમય લાગ્યો છે. આ બધા સજીવોને જાણવા માટે અને સમજવા માટે આપણી પાસે ખૂબ જ ઓછો સમયગાળો છે, તેથી તેના માટે એક-એક કરીને વિચાર કરી શકતાં નથી. તેને સ્થાને આપણે સજીવોની સમાનતાનો અભ્યાસ કરીશું, જેથી આપણે તેઓને વિભિન્ન વર્ગોમાં મૂકી શકીશું, પછી વિભિન્ન વર્ગો કે સમૂહોનો અભ્યાસ કરીશું.

સજીવનાં આ વિભિન્ન સ્વરૂપોની વિભિન્નતાનો અભ્યાસ કરવા માટે તેઓના અનુરૂપ સમૂહ બનાવવાના માટે આપણે સુનિશ્ચિત કરવું પડશે કે તે કયાં વિશિષ્ટ લક્ષણ છે કે જે સજીવોમાં નૈસર્ગિક ભિન્નતા ઉત્પન્ન કરે છે ? આનાથી સજીવોના મુખ્ય વ્યાપક સમૂહો નક્કી થશે. આ સમૂહોમાંથી નાના સમૂહો ઓછા મહત્ત્વના લક્ષણોને આધારે નક્કી કરી શકાય.

### પ્રશ્નો :

1. આપણે સજીવોનું વર્ગીકરણ શા માટે કરીએ છીએ ?
2. આપણી ચારેય બાજુએ ફેલાયેલાં સજીવસ્વરૂપોની ભિન્નતાનાં ત્રણ ઉદાહરણો આપો.

## 7.1 વર્ગીકરણનો આધાર શું છે ? (What is the Basis of Classification ?)

સજીવોના સમૂહોના વર્ગીકરણનો પ્રયાસ પ્રાચીન સમયથી થતો રહ્યો છે. ગ્રીક તત્ત્વચિંતક એરિસ્ટોટલે સજીવોનું વર્ગીકરણ તેમના જમીન, પાણી કે હવામાં નિવાસને આધારે કર્યું હતું. તે સજીવને ઓળખવાનો ખૂબ જ સરળ; પરંતુ ભ્રામક રસ્તો છે. (Corals)

ઉદાહરણ તરીકે, સમુદ્રોમાં રહેવાવાળા સજીવો, જેવા કે પ્રવાળ (Corals), વહેલ, ઑક્ટોપસ, સ્ટારફિશ (તારામાછલી) અને શાર્ક તે કોઈ પણ રીતે એકબીજાથી ખૂબ જ ભિન્ન છે. આ બધામાં એક માત્ર સમાનતા તેમનાં નિવાસસ્થાનની છે. એના જ આધારે સજીવો વિશે વિચારવા અને અભ્યાસ કરવા માટે તેમને સમૂહોમાં વહેંચવામાં યોગ્ય નથી.

એટલા માટે આપણે હવે તે નિર્ણય કરવાનો છે કે કયાં વિશિષ્ટ લક્ષણોના આધારે મોટા વર્ગનું નિર્માણ કરી શકાય ? ત્યાર બાદ આપણે અન્ય લક્ષણોના આધારે કોઈક વર્ગને ઉપસમૂહોમાં વર્ગીકૃત કરી શકીએ. આ રીતે દરેક વર્ગમાં વર્ગીકરણની ક્રિયા નવા લક્ષણોને ધ્યાનમાં રાખીને અમલમાં મૂકી શકીએ છીએ.

આ વિષયમાં આગળ વધતાં પહેલાં આપણે લક્ષણોના અર્થને સમજવા પડશે. જ્યારે આપણે કોઈ પણ સજીવને વિવિધ સમૂહમાં વર્ગીકૃત કરીએ ત્યારે સૌથી પહેલાં આપણે એ જાણવું જરૂરી બને કે આ સમૂહના સભ્યોમાં કઈ-કઈ સમાનતાઓ છે ? જેના આધારે કેટલાક સજીવોને એકસાથે રાખી શકાય છે. વાસ્તવમાં આ તેમનું લક્ષણ અને વર્તણૂક હોય છે અથવા આપણે એમ કહી શકીએ કે તે સજીવોનું સ્વરૂપ અને કાર્ય હોય છે.

કોઈ પણ સજીવની લાક્ષણિકતા, તે સજીવનું કોઈ વિશિષ્ટ સ્વરૂપ અથવા વિશિષ્ટ કાર્ય છે. હાથમાં પાંચ આંગળીઓ હોય છે; જે એક લક્ષણ છે. તેવી જ રીતે આપણી દોડવાની ક્ષમતા છે અને વડના વૃક્ષની દોડવાની ક્ષમતા હોતી નથી, તે પણ એક લક્ષણ છે.

હવે, આપણે જોઈશું કે કેટલાંક લક્ષણોને કેવી રીતે અન્યની તુલનામાં વધારે પાયાનાં લક્ષણોના સ્વરૂપમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. આપણે વિચાર કરીએ કે, એક પથ્થરની દીવાલ કેવી રીતે બને છે ? દીવાલમાં ઉપયોગમાં લેવાયેલા પથ્થર વિભિન્ન આકાર-કદના હોય છે. અહીંયાં ધ્યાન રાખવા જેવી બાબત એ છે કે ઉપરની તરફ મૂકેલા પથ્થરોના આકાર અને કદ નીચેના પથ્થરોને પ્રભાવિત કરતા નથી; પરંતુ નીચલા સ્તરના પથ્થરોના આકાર એમની ઉપરવાળા પથ્થરોના આકાર પર ચોક્કસ પ્રભાવ પાડે છે.

અહીં સૌથી નીચેના સ્તરના પથ્થરની જેમ સજીવોના એવાં લક્ષણોને લેવામાં આવે કે જે સજીવોના મોટા ભાગના વર્ગને નિર્ધારિત કરે છે. તે લક્ષણ સજીવના બીજા કોઈ પણ સંરચનાત્મક તથા ક્રિયાત્મક લક્ષણથી સ્વતંત્ર હોય છે; પરંતુ તેના પછીના સ્તરનાં લક્ષણ પહેલાં સ્તરનાં લક્ષણ પર તો નિર્ભર હોય છે તેમજ તેના પછીના સ્તરના પ્રકારને નિર્ધારિત કરે છે. બિલકુલ તેવી જ રીતે આપણે સજીવોને વર્ગીકરણ માટે પરસ્પર સંબંધિત લક્ષણોના એક અનુક્રમ બનાવી શકીએ.

સાંપ્રત દિવસોમાં આપણે સજીવોનાં વર્ગીકરણ માટે કોષની પ્રકૃતિથી શરૂઆત કરીને ભિન્ન આંતર-સંબંધિત લક્ષણોને દૃષ્ટિગોચર કરીએ છીએ. ઉદ્વિકાસીય વર્ગીકરણ માટે આવી લાક્ષણિકતાનાં કેટલાંક સચોટ ઉદાહરણો શું છે ? ચાલો, આપણે એવાં લક્ષણો પર ધ્યાન આપીએ.

- એક સુકોષકેન્દ્રી કોષમાં કેન્દ્ર સહિત કેટલીક પટલીય અંગિકાઓ હોય છે. જેનાં કારણે કોષીય ક્રિયા અલગ-અલગ કોષોમાં ક્ષમતાપૂર્વક થાય છે. આ જ કારણ છે કે જે કોષોમાં પટલયુક્ત અંગિકાઓ અને કોષકેન્દ્ર ન હોય તેની જૈવરાસાયણિક પથ ભિન્ન હોય છે. આની અસર કોષની સંરચનાનાં બધાં જ પાસાંઓ પર પડે છે. આ ઉપરાંત કોષકેન્દ્રયુક્ત કોષોમાં બહુકોષીય સજીવના નિર્માણની ક્ષમતા હોય છે. કારણ કે તેઓ કોઈ ખાસ કાર્યો માટે વિશિષ્ટીકરણ પામી શકે છે. આથી જ કોષીય સંરચના અને કાર્ય વર્ગીકરણના આધારભૂત કે મૂળભૂત લક્ષણ છે.
- પ્રશ્ન એ થાય છે કે શું કોષો એકલા મળી આવે છે ? અથવા શું એકસાથે સમૂહોમાં કોષો મળી આવે છે ? અથવા શું કોષો અવિભાજ્ય સમૂહમાં મળી આવે છે ? જો કોષો એકસાથે સમૂહ બનાવી કોઈ એક સજીવનું નિર્માણ કરે છે, તો તેમાં શું શ્રમવિભાજન જોવા મળે છે ? શારીરિક રચનામાં બધા જ કોષો એકસરખા હોતા નથી; પરંતુ કોષોનો સમૂહ કેટલાંક વિશિષ્ટ કાર્યો માટે વિશિષ્ટીકરણ પામેલા હોય છે. આ જ કારણને લીધે સજીવોની શારીરિક રચનામાં વધારે પડતી ભિન્નતા હોય છે. આના પરિણામ સ્વરૂપે આપણે જાણી શકીએ છીએ કે, એક અમીબા અને એક કૃમિની શરીરરચનામાં કેટલી ભિન્નતા હોય છે ?
- શું સજીવ, પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા દ્વારા પોતાનો ખોરાક પોતાની જાતે બનાવે છે ? પોતાની જાતે ખોરાક બનાવવાની ક્ષમતા રાખવાવાળા સજીવો અને બહારથી ખોરાક પ્રાપ્ત કરવાવાળા સજીવોની શારીરિક રચનામાં આવશ્યક ભિન્નતા જોવા મળે છે.
- જે સજીવો પ્રકાશસંશ્લેષણ કરે છે, તેઓને વનસ્પતિઓ કહે છે. વનસ્પતિઓનું શારીરિક ગઠન કયા સ્તરનું થાય છે ?
- તેવી જ રીતે પ્રાણીઓમાં કેવી રીતે શરીર વિકાસ પામે છે અને શરીરનાં વિભિન્ન અંગ કેવી રીતે બને છે ? આ ઉપરાંત ભિન્ન કાર્યો માટે કયાં વિશિષ્ટ અંગો છે ?

આવા થોડાક પ્રશ્નોના માધ્યમથી આપણે જાણી શકીએ કે કેવી રીતે ભિન્ન લક્ષણોને અનુક્રમિત કરી શકાય. વર્ગીકરણ માટે વનસ્પતિઓના દેહનાં લક્ષણ પ્રાણીઓના લક્ષણથી ભિન્ન છે. આનું કારણ એ છે કે વનસ્પતિઓના દેહમાં ખોરાક બનાવવાની ક્ષમતા અનુસાર વિકાસ થાય છે. જ્યારે પ્રાણીઓને તેમના દેહની બહારથી ખોરાક ગ્રહણને અનુસરીને વિકાસ થાય છે. આ જ લક્ષણ (જેમકે હાડપિંજર હોવું) વર્ગીકરણ દરમિયાન ઉપસમૂહ અને ત્યાર બાદ મોટા સમૂહોના વિભાજન કરવા માટે મૂળભૂત આધાર બને છે.

**પ્રશ્નો :**

1. સજીવોના વર્ગીકરણ માટે સૌથી વધારે મૂળભૂત લક્ષણ કયું હોઈ શકે છે ? શા માટે ?
   (a) તેમનાં નિવાસસ્થાન
   (b) તેમની કોષીય સંરચના
2. સજીવોના પ્રારંભિક વિભાજન માટે કયા મૂળભૂત લક્ષણને આધાર ગણવામાં આવ્યો છે ?
3. કયા લક્ષણને આધારે પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓને એકબીજાથી ભિન્ન વર્ગમાં મૂકવામાં આવે છે ?

## 7.2 વર્ગીકરણ અને ઉદ્‌વિકાસ (Classification and Evolution)

બધા સજીવોને તેમની શરીરરચના અને કાર્યને આધારે ઓળખી શકાય છે અને તેમનું વર્ગીકરણ પણ કરી શકાય છે. શરીરની રચનાના બંધારણનાં કેટલાંક લક્ષણ અન્ય લક્ષણોની તુલનામાં વધારે પરિવર્તન લાવે છે. તેમાં સમયની પણ ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા હોય છે. છેવટે જ્યારે કોઈ શરીરરચના અસ્તિત્વમાં આવે છે ત્યારે શરીરમાં પછીથી થવાના હોય તેવાં કેટલાંક પરિવર્તનોને અસર પહોંચાડે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો શરીરરચના દરમિયાન જે લક્ષણ પહેલાં જોવા મળે છે, તેને મૂળભૂત લક્ષણના સ્વરૂપમાં માનવામાં આવે છે.

આના પરથી એ ખ્યાલ આવે છે કે, સજીવોના વર્ગીકરણનો સજીવોના ઉદ્‌વિકાસ સાથે કેટલો નજીકનો સંબંધ છે ? સજીવોનો ઉદ્‌વિકાસ શું છે ? આપણે જેટલા પણ સજીવોને જોઈએ છીએ તેઓ બધા જ નિરંતર આવનારાં પરિવર્તનોની એ પ્રક્રિયાનું સ્વાભાવિક પરિણામ છે જે તેમના અસ્તિત્વ માટે આવશ્યક છે. સજીવના ઉદ્‌વિકાસની આ પૂર્વધારણાને સૌથી પહેલાં ચાર્લ્સ ડાર્વિને (Chales Darwin) 1859માં તેમના પુસ્તક "The Origin of Species" માં આપી હતી.

સજીવના ઉદ્‌વિકાસની આ પૂર્વધારણાને વર્ગીકરણની સાથે જોડીને જોતાં આપણને જાણવા મળે છે કે કેટલાક સજીવસમૂહોની શરીરરચનામાં પ્રાચીન સમયથી લઈને આજ સુધીમાં કોઈ ખાસ પરિવર્તન થયું નથી; પરંતુ કેટલાક સજીવસમૂહોની શરીરરચનામાં પર્યાપ્ત પરિવર્તન જોવા મળે છે. પહેલા પ્રકારના સજીવોને આદિ અથવા નિમ્ન સજીવ કહે છે, જ્યારે બીજા પ્રકારના સજીવોને શ્રેષ્ઠ કે ઉચ્ચ સજીવ કહે છે; પરંતુ આ શબ્દ યોગ્ય નથી. કારણ કે, તેનાથી તેઓની ભિન્નતાઓનો વ્યવસ્થિત ખ્યાલ આવતો નથી. તેને સ્થાને આપણે તેઓ માટે જૂના સજીવો કે પ્રાચીન સજીવો અને નવા સજીવો શબ્દનો ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ. જોકે ઉદ્‌વિકાસ દરમિયાન સજીવોમાં જટિલતા પ્રવેશવાની સંભાવના હોય છે. એટલા માટે જૂના સજીવોને સાધારણ કે સામાન્ય અને નવા સજીવોને અપેક્ષા પ્રમાણેના જટિલ સજીવો પણ કહેવામાં આવે છે.

**વધારે જાણવા જેવું**

જૈવવિવિધતાનો અર્થ એ છે કે, ભિન્ન સજીવ સ્વરૂપોમાં જોવા મળતી વિવિધતા. આ શબ્દ કોઈ વિશિષ્ટ ક્ષેત્ર કે પ્રદેશમાં મળી આવતા સજીવ સ્વરૂપોને નિર્દેશિત કરે છે. આ ભિન્ન સજીવ ન તો માત્ર એક સમાન પર્યાવરણમાં રહે છે; પરંતુ એક-બીજાને પ્રભાવિત પણ કરે છે. આના પરિણામરૂપે ભિન્ન પ્રજાતિઓનો સ્થાયી સમુદાય અસ્તિત્વમાં આવે છે. આધુનિક સમયમાં માનવે આ સમુદાયનાં સંતુલનને બદલવામાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવેલી છે. વાસ્તવમાં કોઈ પણ સમુદાયની વિવિધતા ભૂમિ, પાણી, આબોહવા જેવી કેટલીયે બાબતોથી અસર (નુકસાન) પામે છે. એક મોટા અનુમાન પ્રમાણે, પૃથ્વી પર સજીવોની આશરે 1 કરોડ પ્રજાતિઓ મળી આવે છે. જોકે આપણને માત્ર 10 લાખ કે 20 લાખ પ્રજાતિઓ વિશેની જ જાણકારી છે. પૃથ્વી પર કર્કવૃત્ત રેખા અને મકરવૃત્ત રેખાની વચ્ચેના પ્રદેશોમાં જ્યાં તાપમાન અને ઠંડકવાળા ભાગો કે પ્રદેશો છે, ત્યાં વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓમાં ખૂબ જ વિવિધતા જોવા મળે છે તેમજ આ ક્ષેત્ર કે પ્રદેશને વધુ વિવિધતા ધરાવતા પ્રદેશો કે ક્ષેત્રો તરીકે ઓળખાય છે. પૃથ્વી પર જૈવવિવિધતાનો અડધાથી વધારે ભાગ કેટલાક દેશોમાં છે જેવા કે બ્રાઝિલ, કોલંબિયા, ઈક્વાડોર, પેરૂ, મેક્સિકો, ઝાયરે (Zaire), મડાગાસ્કર, ઑસ્ટ્રેલિયા, ચીન, ભારત, ઇન્ડોનેશિયા અને મલેશિયામાં કેન્દ્રિત થયેલ છે.

**પ્રશ્નો :**

1. આદિમાનવ કોને કહે છે ? તે કહેવાતા ઉચ્ચ સજીવોથી કેવી રીતે ભિન્નતા ધરાવે છે ?
2. શું ઉચ્ચ સજીવ અને જટિલ સજીવ એક જેવાજ હોય છે ? શા માટે ?

## 7.3 વર્ગીકરણ સમૂહોની પદાનુક્રમિત સંરચના (The Hierarchy of Classification Groups)

અર્નેસ્ટ હેકેલ (Ernst Haeckel) (1894), રોબર્ટ વ્હીટેકર (Robert Whittaker) (1959) અને કાર્લ વ્હૂઝ (Carl Woese) (1977) નામના જીવવૈજ્ઞાનિકોએ બધા સજીવોને સૃષ્ટિ (Kingdom) નામના વ્યાપક વર્ગમાં વિભાજિત કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે. વ્હીટેકર દ્વારા રજૂ થયેલી વર્ગીકરણ પદ્ધતિમાં પાંચ સૃષ્ટિ છે – મોનેરા (Monera), પ્રોટિસ્ટા (Protista), ફૂગ (Fungi), વનસ્પતિ સૃષ્ટિ (Plantae) અને પ્રાણી સૃષ્ટિ (Anemalia). આ સમૂહ કોષીય સંરચના, પોષણનો સ્રોત અને શરીર આયોજન અને પોષણ મેળવવાની પદ્ધતિને આધારે બનાવાયા હતા. વ્હૂઝે (Woese) તેમના વર્ગીકરણમાં મોનેરા સૃષ્ટિને આર્કિઓ બૅક્ટેરિયા અને યુબૅક્ટેરિયામાં વહેંચી છે, તેને પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. ફરીથી ભિન્ન સ્તરોમાં સજીવોને ઉપસમૂહોમાં વર્ગીકૃત કરાય છે. જેમકે,

સૃષ્ટિ (Kingdom)

સમુદાય (Phylum-ફાઈલમ) (પ્રાણીઓ માટે)/વિભાગ (Division) (વનસ્પતિઓ માટે)

વર્ગ (Class)

ગોત્ર (Order)

કુળ (Family)

પ્રજાતિ (Genus)

જાતિ (Species)

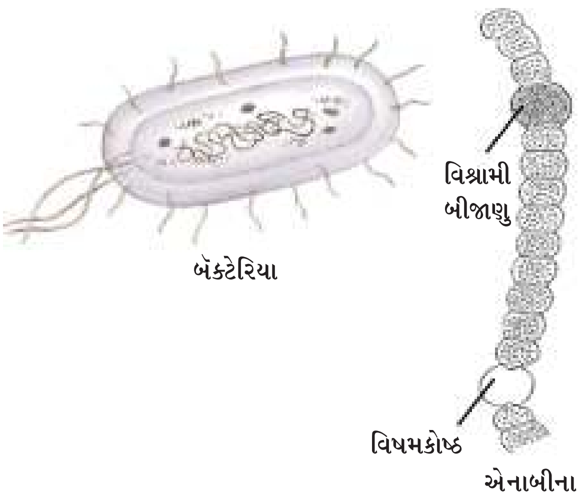
આ રીતે, વર્ગીકરણના સ્તરોમાં સજીવોનાં વિભિન્ન લક્ષણોને આધારે નાનામાં નાના સમૂહોમાં વહેંચાતા જતાં આપણે વર્ગીકરણના નાનામાં નાના એકમ સુધી પહોંચી શકીએ. વર્ગીકરણનો સૌથી નાનામાં નાનો એકમ જાતિ (Species) છે. અલબત્ત આપણે કયા સજીવોને એક જ જાતિના સજીવો કહીએ ? વિશાળ અર્થમાં એક જાતિના એવા તમામ સજીવોનો સમાવેશ થાય છે જેઓ પ્રજનન કરીને પેઢીને આગળ વધારી શકે છે. (શાશ્વત રહી શકે છે.)

વ્હીટેકર દ્વારા રજૂ થયેલ સૃષ્ટિ વર્ગીકરણની પાંચ મુખ્ય સૃષ્ટિઓની વિશેષતાઓ નીચે વર્ણવેલી છે :

### 7.3.1 મોનેરા (Monera)

આ સજીવોમાં સુયોજિત કોષકેન્દ્ર કે અંગિકાઓ હોતી નથી અને ના તો તેમનાં શરીર બહુકોષીય હોય છે. અન્ય રીતે જોતાં તેમાં જોવા મળતી વિવિધતા અન્ય લક્ષણો પર નિર્ભર કરે છે. તેઓમાં કેટલાકમાં કોષદીવાલ જોવા મળે છે જ્યારે કેટલાકમાં કોષદીવાલ નથી. બહુકોષીય સજીવોમાં કોષદીવાલ હોવી કે ન હોવી તેની વિપરિત અસર તેઓની શરીર રચના પર થતી નથી. કેટલાંક સજીવો પોતાનો ખોરાક જાતે બનાવે છે (સ્વયંપોષી) અથવા કેટલાંક પર્યાવરણમાંથી મેળવે છે. (પરપોષી). ઉદાહરણો : બૅક્ટેરિયા (જીવાણુ) નીલહરિત લીલ અથવા સાયનોબૅક્ટેરિયા, માઇકોપ્લાઝમા. કેટલાંક ઉદાહરણને આકૃતિ 7.1માં દર્શાવેલા છે.

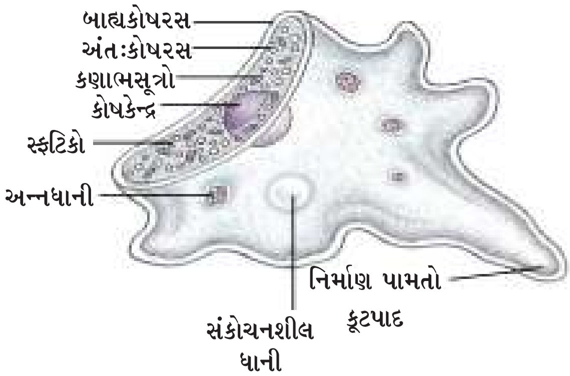
### 7.3.2 પ્રોટિસ્ટા (Protista)



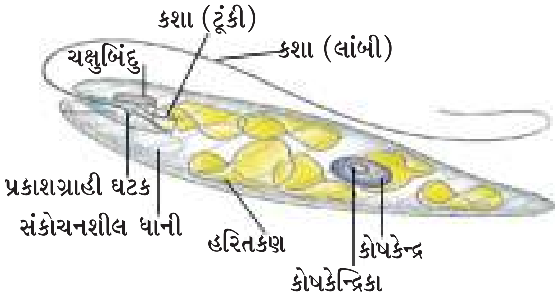

*આકૃતિ 7.1 : મોનેરા*

આ સમૂહ કે જૂથમાં એકકોષીય ઘણા પ્રકારના સુકોષકેન્દ્રિય સજીવોનો સમાવેશ થાય છે. આ વર્ગના કેટલાક સજીવોમાં પ્રચલન માટે પક્ષ્મો, કશા નામની રચનાઓ જોવા મળે છે. તેઓ સ્વયંપોષી તેમજ વિષમપોષી બંને પ્રકારના હોય છે. ઉદાહરણો : એકકોષીય લીલ, ડાયેટમ્સ (દ્વિ અણુ), પ્રોટોઝોઆ (પ્રજીવ) વગેરે. ઉદાહરણો માટે આકૃતિ 7.2 જુઓ.

પેરામિશિયમ




અમીબા

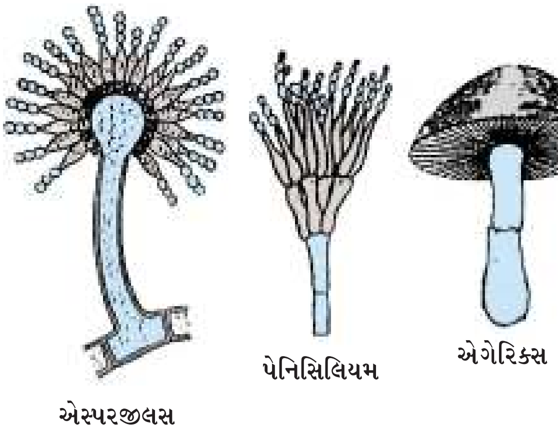



યુગ્લીના

*આકૃતિ 7.2 : પ્રજીવો*

### 7.3.3 ફૂગ (*Fungi*-ફંગાઈ)

આ વિષમપોષી યુકેરિયોટિક સજીવ છે. તેઓ સડેલા કાર્બનિક પદાર્થોનો પોષણ માટે ઉપયોગ કરે છે. તેથી તેઓને મૃતજીવી પણ કહે છે. તેઓમાંની ઘણીબધી ફૂગ તેમના જીવનની વિશેષ અવસ્થામાં બહુકોષીય ક્ષમતા પ્રાપ્ત કરી લે છે. ફૂગની કોષદીવાલમાં કાઈટીન નામની જટિલ શર્કરા જોવા મળે છે. ઉદાહરણો : યીસ્ટ, મશરૂમ (એગેરિક્સ) (ઉદાહરણો માટે જુઓ આકૃતિ 7.3.)




*આકૃતિ 7.3 : ફૂગ*

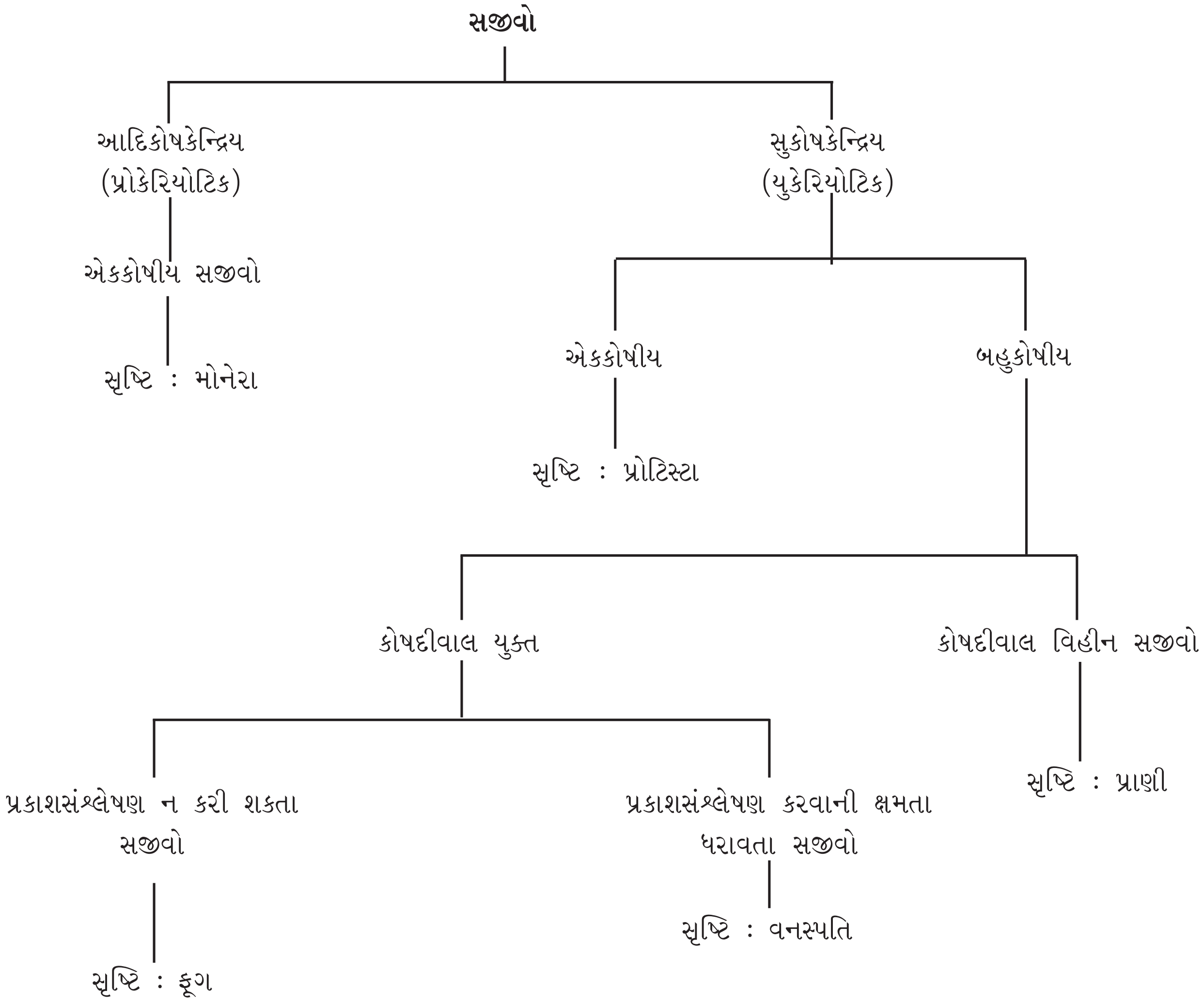
કેટલીક ફૂગની જાતિઓ નીલહરિત લીલ (સાયનો બૅક્ટેરિયા)ની સાથે સ્થાયી આંતરસંબંધ ધરાવે છે, જેને સહજીવન કહે છે. આવા સહજીવી સજીવોને લાઈકેન કહે છે. તે લાઈકેન્સ મોટે ભાગે વૃક્ષોની છાલ પર રંગીન ધબ્બાઓ સ્વરૂપમાં જોવા મળે છે.

### 7.3.4 વનસ્પતિ સૃષ્ટિ (*Plantae*-પ્લાન્ટી)

આ વર્ગમાં કોષદીવાલ ધરાવતા બહુકોષીય સુકોષકેન્દ્રીય (યુકેરિયોટિક) સજીવો આવે છે. તેઓ સ્વયંપોષી છે અને પ્રકાશસંશ્લેષણના માટે હરિતકણનો ઉપયોગ કરે છે. આ વર્ગમાં બધી જ વનસ્પતિઓને સમાવેશ થાય છે. કારણ કે, આપણી આસપાસ વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ સૌથી વધારે જોવા મળે છે. જોકે વનસ્પતિ સૃષ્ટિના ઉપવર્ગોની ચર્ચા આના પછી (વિભાગ 7.4માં) કરેલી છે.

### 7.3.5 પ્રાણીસૃષ્ટિ (*Animalia*-એનિમલીઆ)

આ વર્ગમાં એવા બધા બહુકોષીય સુકોષકેન્દ્રી સજીવો આવે છે, કે જેમાં કોષદીવાલનો અભાવ હોય છે. આ વર્ગના સજીવો વિષમપોષી હોય છે. તેમના ઉપવર્ગોની ચર્ચા આપણે આ પછી (વિભાગ 7.5માં) કરીશું.




*આકૃતિ 7.4 : પાંચસૃષ્ટિ વર્ગીકરણ*

**પ્રશ્નો :**

1. મોનેરા અથવા પ્રોટિસ્ટા સૃષ્ટિના સજીવોના વર્ગીકરણ માટેના એકમો ક્યા છે ?
2. એકકોષીય, સુકોષકેન્દ્રિય અને પ્રકાશસંશ્લેષી સજીવને તમે કઈ સૃષ્ટિમાં મૂકશો ?
3. ઉદ્‌વિકાસીય વર્ગીકરણમાં ક્યો સજીવ સમૂહ સજીવોની ઓછી સંખ્યા સાથે સજીવોની વધુમાં વધુ લાક્ષણિકતાઓ સામાન્યતઃ ધરાવે છે અને ક્યો સજીવ સમૂહ વધુ સંખ્યામાં સજીવો ધરાવે છે ?

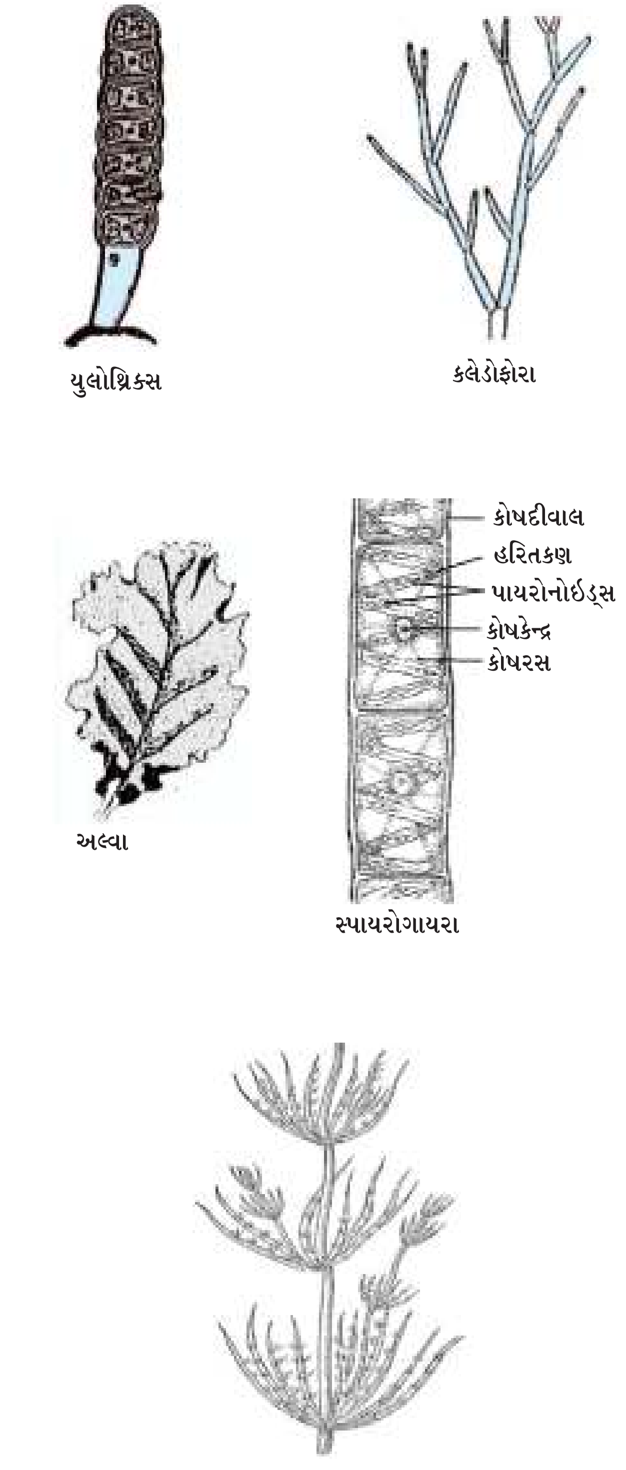
## 7.4 વનસ્પતિ સૃષ્ટિ *(Plantae)*

વનસ્પતિઓમાં પ્રથમ સ્તરના વર્ગીકરણ એ તથ્યો પર આધારિત છે કે વનસ્પતિ દેહના મુખ્ય ભાગો પૂર્ણ રીતે વિકસિત તેમજ વિભેદિત હોય છે અથવા વિભેદિત હોતા નથી. વર્ગીકરણના તેના પછીના સ્તરમાં વનસ્પતિ દેહમાં પાણી અને અન્ય પદાર્થોના સંવહન કરવાવાળી વિશિષ્ટ પેશીઓની હાજરીને આધારે વર્ગીકરણ થાય છે. ત્યાર બાદ વર્ગીકરણની ક્રિયાને અંતર્ગત એ જોવામાં આવે છે કે વનસ્પતિઓમાં બીજધારણની ક્ષમતા છે અથવા નથી. જો બીજધારણની ક્ષમતા હોય તો બીજ, ફળની અંદર વિકાસ પામે છે અથવા વિકાસ પામતું નથી.

### 7.4.1 સુકાયક (એકાંગી) (*Thallophyta*-થેલોફાયટા)

આ વનસ્પતિઓની શરીરરચનામાં વિભેદીકરણ જોવા મળતું નથી. આ વર્ગની વનસ્પતિઓને સામાન્ય રીતે લીલ કહેવાય

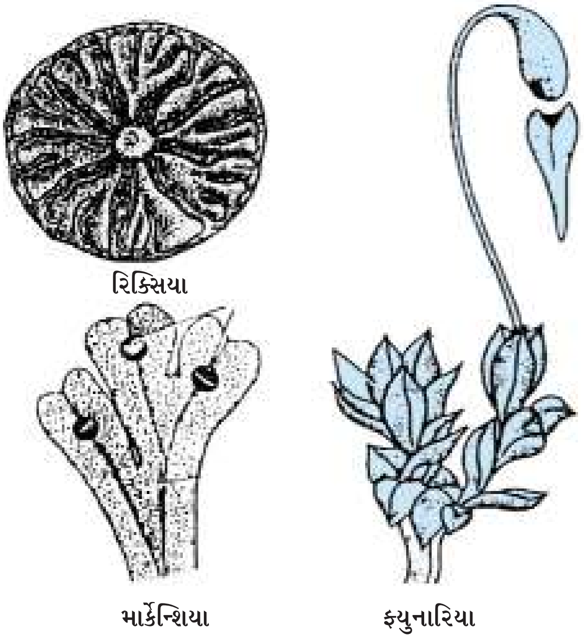
છે. તેઓ મુખ્યત્વે પાણીમાં જોવા મળે છે. ઉદાહરણો : યુલોથ્રિક્સ, સ્પાયરોગાયરા, કારા અને ક્લેડોફોરા વગેરે (આકૃતિ 7.5 જુઓ.)




*આકૃતિ 7.5 : સૂકાયક વનસ્પતિઓ - લીલ*

### 7.4.2 દ્વિઅંગી (*Bryophyta*-બ્રાયોફાયટા)

વનસ્પતિસૃષ્ટિના આ વર્ગની વનસ્પતિઓના વનસ્પતિવર્ગને ઉભયજીવી કહેવાય છે. વનસ્પતિ દેહ આ વનસ્પતિનાં પ્રકાંડ અને પર્ણો જેવી રચનામાં વિભેદિત થાય છે. જોકે આ વનસ્પતિમાં દેહના એક ભાગથી બીજા ભાગ સુધી પાણી તથા બીજી વસ્તુઓનું વહન કરવા માટે કોઈ વિશિષ્ટ પેશીય સંરચના કે પેશી જોવા મળતી નથી. ઉદાહરણ : શેવાળ (ફ્યુનારિયા), માર્કેન્શિયા (આકૃતિ 7.6 જુઓ.)

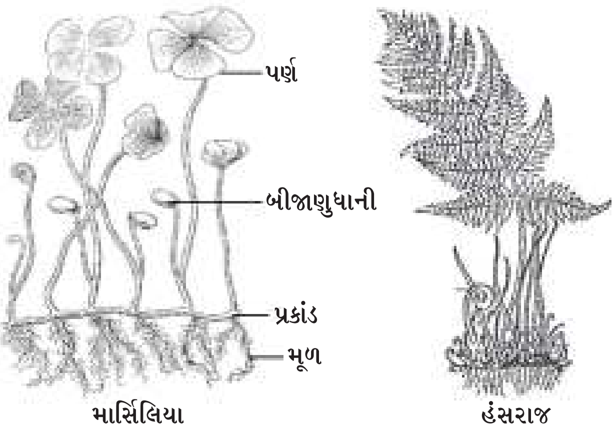



*આકૃતિ 7.6 : કેટલીક સામાન્ય દ્વિઅંગી વનસ્પતિઓ*

### 7.4.3 ત્રિઅંગી (*Pteridophyta*-ટેરિડોફાયટા)

આ વર્ગની વનસ્પતિઓનાં શરીર મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણમાં વિભાજિત હોય છે. તેમની દેહરચનામાં પાણી અને અન્ય પદાર્થોનું એક ભાગથી બીજા ભાગ સુધી વહન કરવા માટે વાહક પેશી પણ જોવા મળે છે. ઉદાહરણો : માર્સેલિયા, હંસરાજ, હોર્સ-ટેલ (ઈક્વીસેટમ) વગેરે.

સુકાયક (થેલોફાયટા કે એકાંગી), દ્વિઅંગી (બ્રાયોફાયટા) અને ત્રિઅંગી (ટેરિડોફાયટા)માં અનઆવરિત કે નગ્ન ભ્રૂણ જોવા મળે છે. જેઓને બીજાણુ (Spore) કહેવાય છે. આ ત્રણેય વનસ્પતિ સમૂહની વનસ્પતિઓમાં પ્રજનનાંગ અપ્રત્યક્ષ હોય છે તેમજ તેઓમાં બીજ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા હોતી નથી. આથી તેઓને ક્રિપ્ટોગેમ (Cryptogame = અપુષ્પી ) અથવા અપ્રત્યક્ષ પ્રજનન અંગોવાળી વનસ્પતિ કહે છે.

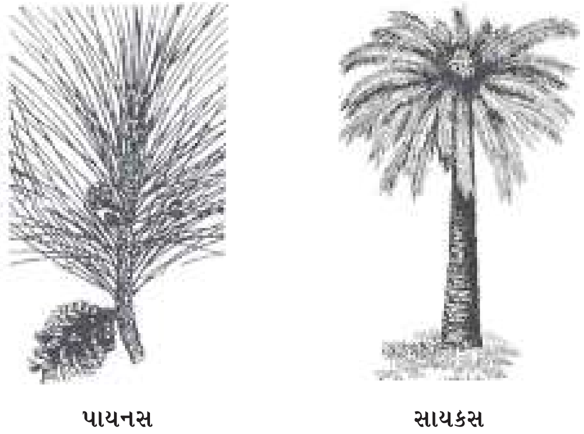



*આકૃતિ 7.7 : ત્રિઅંગી વનસ્પતિઓ*

બીજી બાજુએ જે વનસ્પતિઓમાં પ્રજનનપેશી પૂર્ણસ્વરૂપે વિકાસ પામેલી હોય તેમજ વિભેદિત હોય છે અને પ્રજનનક્રિયા પછી બીજ ઉત્પન્ન કરે છે, તેઓને સપુષ્પી (Phanerogams = સપુષ્પી બીજધારી) વનસ્પતિઓ કહે છે. બીજની અંદર ભ્રૂણની સાથે સંચિત ખોરાક હોય છે, જેનો અંકુરણના સમયે ઉપયોગ કરીને ભ્રૂણનો પ્રારંભિક વિકાસ થાય છે. બીજની અવસ્થાના આધારે આ વર્ગની વનસ્પતિઓને પુનઃ બે વર્ગોમાં વિભાજિત કરાય છે. અનાવૃત્તબીજધારી (જીમ્નોસ્પર્મ = Gymnosperms) વનસ્પતિઓ. અનાવૃત્ત કે નગ્ન બીજ ઉત્પન્ન કરવાવાળી વનસ્પતિઓ. આવૃત્તબીજધારી વનસ્પતિઓ (એન્જિઓસ્પર્મ = Angiosperm) આવરિત કે ફળની અંદર બીજ ઉત્પન્ન કરવાવાળી વનસ્પતિઓ.

### 7.4.4 અનાવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓ (Gymnosperms-જિમ્નોસ્પર્મ)

આ શબ્દ 'Gymno' જીમ્નો અને 'Sperma' સ્પર્મા ભેગા મળીને ગ્રીક શબ્દોથી બનેલો છે. જેમાં 'Gymno' = જીમ્નો નો અર્થ થાય છે નગ્ન અથવા અનાવૃત્ત અને 'Sperma' = સ્પર્માનો અર્થ થાય છે બીજ. આથી તેઓને અનાવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓ પણ કહેવાય છે. તેઓ બહુવર્ષાયુ, સદાબહાર અને કાષ્ઠીય વનસ્પતિઓ હોય છે. ઉદાહરણો : પાયનસ અને સાયકસ (આકૃતિ 7.8 જુઓ.)



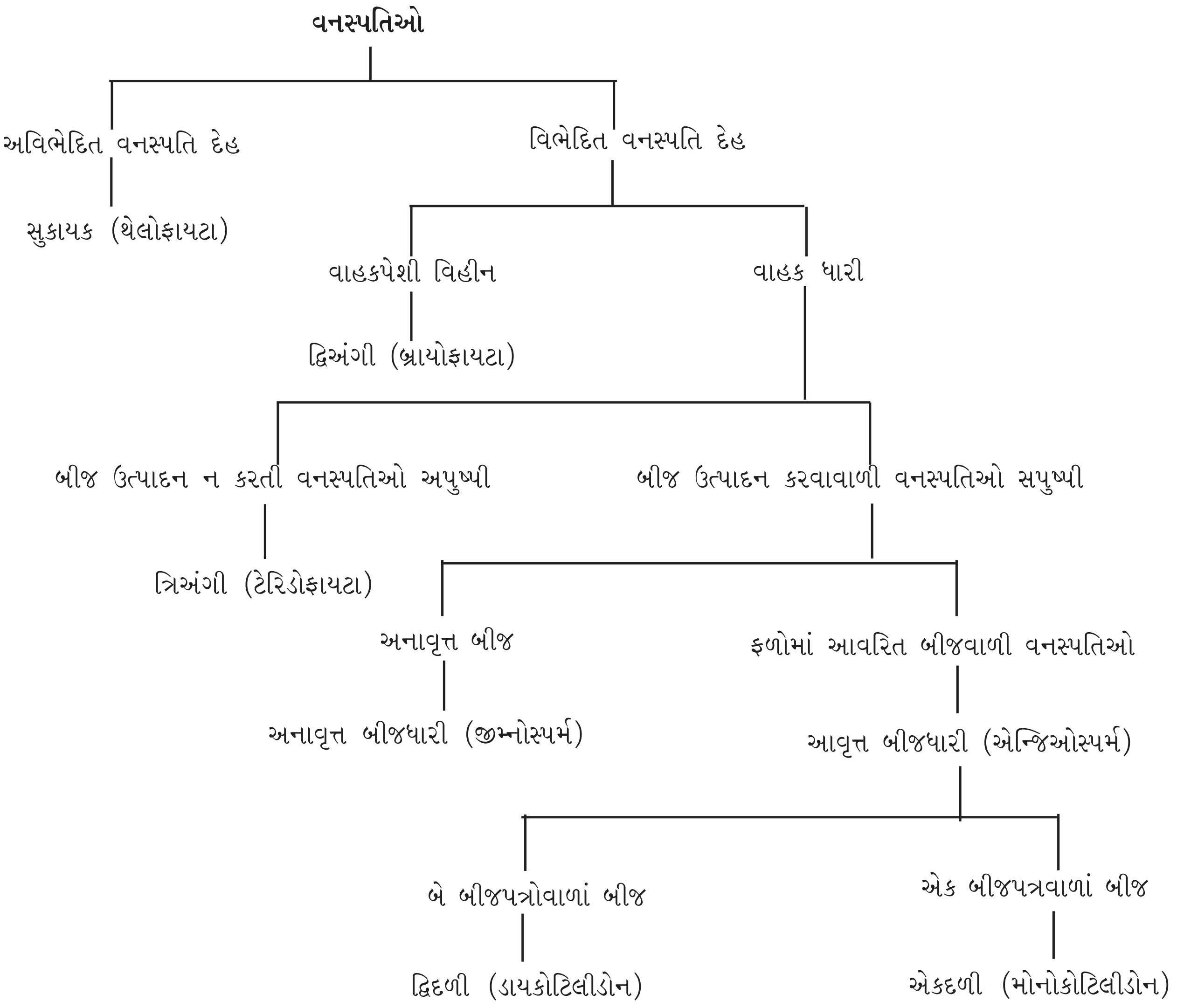

*આકૃતિ 7.8 : અનાવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓ*

### 7.4.5 આવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓ (Angiosperms-એન્જિઓસ્પર્મ)

આ શબ્દ બે ગ્રીક શબ્દોથી બનેલો છે. 'Angio' = આવરિત અને 'Sperma' = બીજ અથવા આ વનસ્પતિઓનાં બીજ ફળોની અંદર આવરિત કે ઢંકાયેલાં હોય છે. તેમનાં બીજનો વિકાસ બીજાશયની અંદર થાય છે જે ત્યાર બાદ ફળ બને છે. તેમને સપુષ્પી વનસ્પતિઓ પણ કહે છે. તેઓમાં ખોરાકનો સંગ્રહ બીજપત્રોમાં થાય છે અથવા ભ્રૂણપોષમાં થાય છે. બીજપત્રોની સંખ્યાને આધારે આવૃત્તબીજધારી વનસ્પતિઓને બે વર્ગમાં વિભાજન કરાય છે - એક બીજપત્ર ધરાવતી વનસ્પતિઓને એકદળી વનસ્પતિઓ અને બે બીજપત્રો ધરાવતી વનસ્પતિઓને દ્વિદળી વનસ્પતિઓ કહેવાય છે. (આકૃતિ 7.9 અને 7.10 જુઓ.)

*આકૃતિ 7.9 : એકદળી - પૈફિઓપેડિલમ (Paphiopedilum)*

*આકૃતિ 7.10 : દ્વિદળી - આઈપોમિઆ (I Pomoea)*




*આકૃતિ 7.11 : વનસ્પતિઓનું વર્ગીકરણ*

## પ્રવૃત્તિ 7.2

- ભીંજવેલા ચણા, ઘઉં, મકાઈ, વટાણા અને આંબલીનાં બીજ લો. ભીંજવેલાં બીજ પાણીના અભિશોષણને કારણે નરમ થઈ જાય છે. આ બીજને બે ભાગમાં વહેંચવાનો પ્રયત્ન કરો. શું આમાંનાં બધાં જ ફાટીને બે સરખા ભાગોમાં વહેંચાઈ જાય છે ?
- જે બીજ બે અડધા ભાગોમાં દેખાય છે તેઓ દ્વિદળી બીજ છે અને જે તૂટતાં નથી અને બે ભાગોમાં વહેંચાતા નથી તેઓ એકદળી બીજ છે.
- હવે આ વનસ્પતિઓનાં મૂળ, પર્ણો અને પુષ્પોને જુઓ.
- શું આ મૂળ સોટીમય છે કે તંતુમય ?
- શું પર્ણોમાં સમાંતર કે જાલાકાર શિરાવિન્યાસ છે ?
- આ વનસ્પતિઓનાં પુષ્પોમાં કેટલાં દલપત્રો છે ?
- શું તમે એકદળી અને દ્વિદળી વનસ્પતિઓના આનાથી વધારે લક્ષણો અવલોકનને આધારે લખી શકો છો ?

## પ્રશ્નો :

1. સરળતમ વનસ્પતિઓને કયા વર્ગમાં મૂકવામાં આવી છે ?
2. ત્રિઅંગીઓ પુષ્પધારી વનસ્પતિઓથી કેવી રીતે જુદી છે ?
3. અનાવૃત્ત બીજધારી અને આવૃત્ત બીજધારી એકબીજાથી કેવી રીતે જુદી છે ?

## 7.5 પ્રાણીસૃષ્ટિ (Animalia)

આ વર્ગમાં સુકોષકેન્દ્રીય, બહુકોષીય અને વિષમપોષી સજીવોને મૂકવામાં આવ્યા છે. તેઓના કોષોમાં કોષદીવાલ જોવા મળતી નથી. મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓ પ્રચલનશીલ હોય છે. શરીરરચના તેમજ વિભેદીકરણને આધારે તેઓનું આગળ વર્ગીકરણ કરવામાં આવ્યું છે.

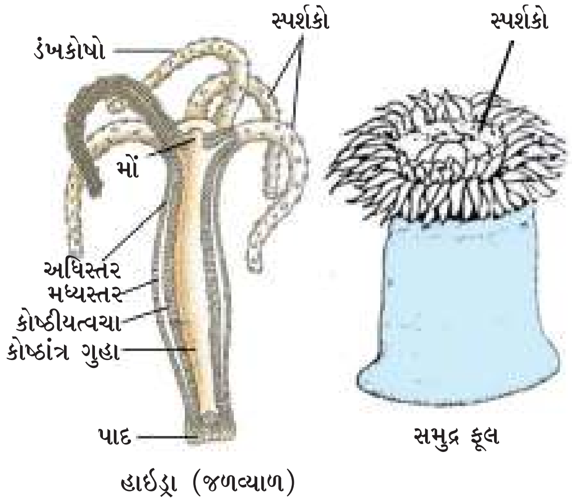
### 7.5.1 છિદ્રકાય (સછિદ્રા) (*Porifera*-પોરિફેરા)

પોરિફેરા શબ્દનો અર્થ થાય છિદ્રયુક્ત સજીવ. તે સ્થાયી સજીવ છે. જેઓ કોઈ એક આધાર સાથે ચોંટીને રહે છે. તેમના સંપૂર્ણ શરીરમાં અનેક છિદ્રો જોવા મળે છે. આ છિદ્રો શરીરમાં હાજર નલિકાતંત્ર સાથે જોડાયેલા હોય છે, જેના માધ્યમથી શરીરમાં પાણી, ઑક્સિજન અને ખોરાકનું વહન થાય છે. તેઓનું શરીર કઠણ આવરણ અથવા બાહ્યકંકાલ દ્વારા ઢંકાયેલું હોય છે. તેઓની શરીરરચના અત્યંત સરળ હોય છે. તેઓને સામાન્યતઃ વાદળી કે સ્પોન્જિલાના નામથી ઓળખાય છે. જેઓ મોટે ભાગે દરિયાઈ નિવાસસ્થાન ધરાવે છે. ઉદાહરણો : સાઈકોન, યુપ્લેક્ટેલીઆ, સ્પોન્જિલા વગેરે. ઉદાહરણો આકૃતિ 7.12માં દર્શાવેલ છે.

*આકૃતિ 7.12 : છિદ્રકાય પ્રાણીઓ*

### 7.5.2 કોષ્ઠાંત્રિ (*Coelenterata*-સિલેન્ટ્રેટા) (*Cnidaria*-નિડેરિયા)

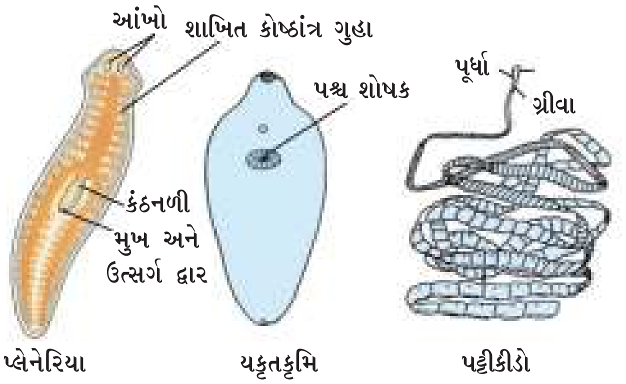
આ પ્રાણીઓ જલીય નિવાસ ધરાવે છે. તેઓની શરીરરચના પેશીય સ્તરની હોય છે. તેઓમાં એક દેહગુહા જોવા મળે છે. તેઓનું શરીર બે સ્તરનું કોષીય સ્તરોથી બનેલું હોય છે (જેમાં આંતરિક સ્તર તેમજ બાહ્યસ્તર હોય છે). તેઓની કેટલીક જાતિઓ સમૂહમાં કે વસાહતી સ્વરૂપે રહે છે. (જેવી કે - પ્રવાળ કે પરવાળા) અને કેટલીક જાતિઓ એકાકી હોય છે. (જેવી કે- હાઈડ્રા કે જળવ્યાળ) ઉદાહરણો : હાઈડ્રા (જળવ્યાળ), સમુદ્ર ફૂલ, જેલીફિશ વગેરે (આકૃતિ 7.13 જુઓ.)




*આકૃતિ 7.13 : કોષ્ઠાંત્રિ પ્રાણીઓ*

### 7.5.3 પૃથુકૃમિ (*Platyhelminthes*-પ્લેટીહેલ્મિન્થિસ)

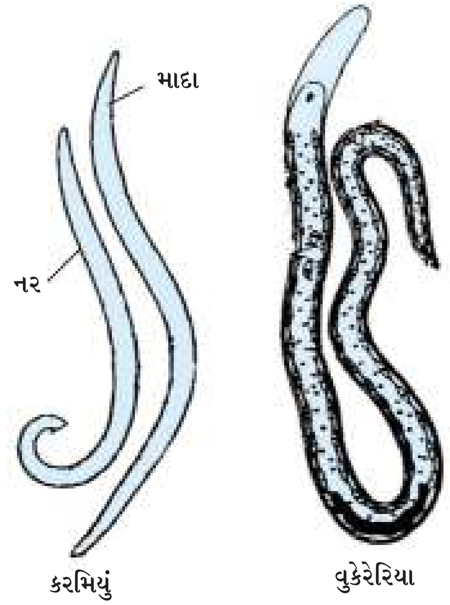
અગાઉ વર્ણવેલા વર્ગોની સાપેક્ષે આ વર્ગનાં પ્રાણીઓની શરીર-રચના વધારે જટિલ હોય છે. તેમનાં શરીર દ્વિપાર્શ્વસ્થ સમમિતિ ધરાવે છે અથવા આ પ્રાણીઓનાં શરીર જમણી અને ડાબી એમ બે સમાન સંરચના ધરાવતા ભાગો ધરાવે છે. તેઓ ત્રણ સ્તરોની કોષીય સંરચનામાં વિભેદિત થાય છે. આવાં પ્રાણીઓને ત્રિગર્ભસ્તરીય (Triploblastic) પ્રાણીઓ કહે છે. આ પ્રાણીઓનાં શરીરમાં બાહ્ય અને આંતરિક બંને પ્રકારનાં અસ્તર બને છે અને તેઓમાં કેટલાંક અંગો પણ બને છે. તેથી ત્યાં અમુક પ્રમાણમાં પેશીઓનું નિર્માણ થાય છે. તેઓમાં સાચી કે વાસ્તવિક દેહગુહાનો અભાવ હોય છે. જેમાં સુવિકસિત અંગ વ્યવસ્થિત હોય છે. તેઓનાં શરીર પૃથુ અથવા ચપટા હોય છે. તેથી જ તેઓને ચપટાકૃમિ કે પૃથુકૃમિ કહે છે. તેઓમાં પ્લેનેરિયા જેવાં મુક્તજીવી પ્રાણી અને યકૃતકૃમિ જેવાં પરોપજીવી પ્રાણીઓ હોય છે. આમ, તેઓ મુક્તજીવી કે પરોપજીવી પ્રાણીઓ છે. (ઉદાહરણ માટે જુઓ આકૃતિ 7.14.)




*આકૃતિ 7.14 : પૃથુકૃમિ*

### 7.5.4 સૂત્રકૃમિ (*Nematoda*-નિમેટોડા)

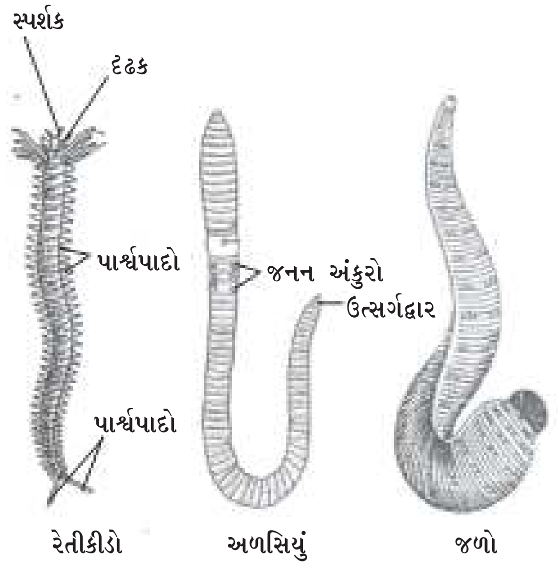
તેઓ પણ ત્રિગર્ભસ્તરીય પ્રાણીઓ છે અને તેઓમાં પણ દ્વિપાર્શ્વસ્થ સમમિતિ જોવા મળે છે; પરંતુ તેઓનાં શરીર ચપટા હોતાં નથી, નળાકાર હોય છે. તેઓની દેહગુહાને કૂટ દેહકોષ્ઠ કે આભાસી શરીરગુહા કહે છે. આમાં પેશી જોવા મળે છે; પરંતુ અંગતંત્ર સંપૂર્ણપણે વિકસિત હોતા નથી. તેઓની શરીરરચના પણ ત્રિગર્ભસ્તરીય હોય છે. તેઓ મોટા ભાગના પરોપજીવી હોય છે. પરોપજીવી હોવાને કારણે તેઓ બીજા પ્રાણીઓમાં રોગ ઉત્પન્ન કરે છે. ઉદાહરણો : ગોળકૃમિ, હાથીપગાનું કૃમિ (વુકેરેરિયા), કરમિયાં (એસ્કેરિસ) કેટલાંક ઉદાહરણ આકૃતિ 7.15માં દર્શાવેલ છે




*આકૃતિ 7.15 : ગોળકૃમિ (સૂત્રકૃમિ)*

### 7.5.5 નૂપુરક (*Annelida*-એનેલિડા)

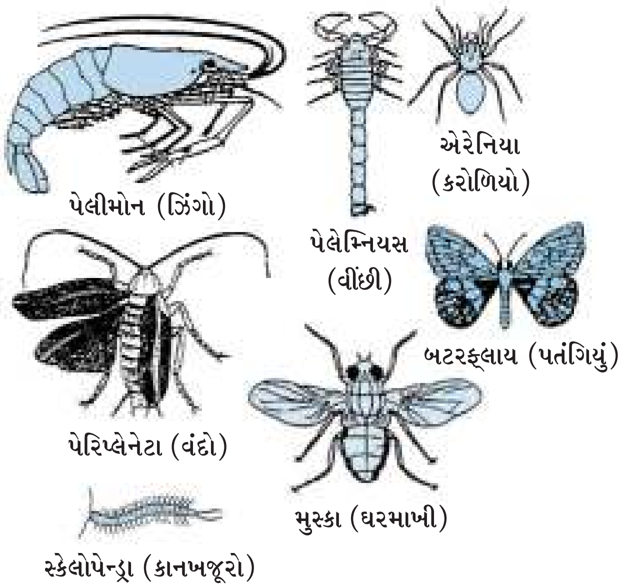
નૂપુરક પ્રાણીઓ પણ દ્વિપાર્શ્વસ્થ સમમિતિ તેમજ ત્રિગર્ભસ્તરીય હોય છે. તેઓમાં સાચી શરીરગુહાયુક્ત દેહ પણ જોવા મળે છે. જેનાથી સાચાં અંગ, શરીરરચનામાં નિર્માણ પામે છે. આથી અંગોમાં વ્યાપક ભિન્નતાઓ હોય છે. આ ભિન્નતાઓ, તેઓના શરીરના શીર્ષથી પૂંછડી સુધી એક પછી એક ખંડોનાં સ્વરૂપે હાજર હોય છે. નૂપુરક એ મીઠાજળ, દરિયાઈજળ તેમજ સ્થળજ પ્રકારના રહેઠાણ ધરાવે છે. તેઓમાં પરિવહન, પાચન, ઉત્સર્જન અને ચેતાતંત્ર જોવા મળે છે. ઉદાહરણ : અળસિયું, રેતીકીડો, જળો વગેરે (આકૃતિ 7.16 જુઓ.)




*આકૃતિ 7.16 : નૂપુરક પ્રાણીઓ*

### 7.5.6 સંધિપાદ (*Arthropoda*-આર્થોપોડા)

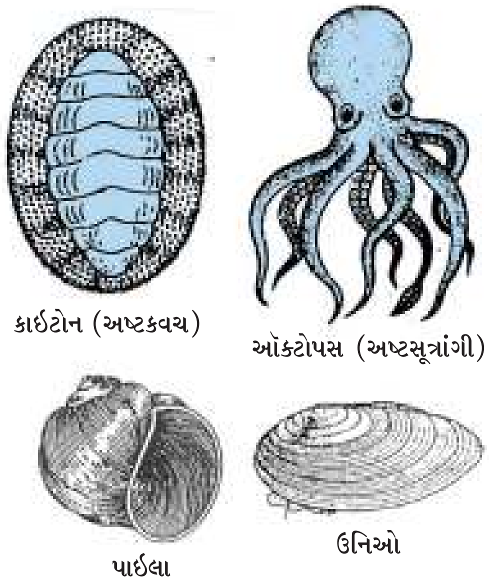
આ પ્રાણીજગતનો સૌથી મોટો સમુદાય છે. તેઓમાં દ્વિપાર્શ્વસ્થ સમમિતિ જોવા મળે છે અને શરીર ખંડમય હોય છે. તેઓમાં ખુલ્લા પ્રકારનું પરિવહન તંત્ર જોવા મળે છે. આથી રુધિર, વાહિનીઓમાં વહેતું નથી. દેહગુહા કે શરીરગુહા રુધિરથી ભરેલી હોય છે. તેઓમાં જોડમાં ઉપાંગો એટલે કે યુગ્મ ઉપાંગો જોવા મળે છે. (*Arthopod*)નો અર્થ યગ્મ ઉપાંગો) કેટલાંક સામાન્ય ઉદાહરણો છે : ઝિંગો, પતંગિયું, માખી, કરોળિયો, વીંછી, કરચલો વગેરે. (આકૃતિ 7.17 જુઓ.)




*આકૃતિ 7.17 : સંધિપાદ પ્રાણીઓ*

### 7.5.7 મૃદુકાય (*Mollusca*-મોલુસ્કા)

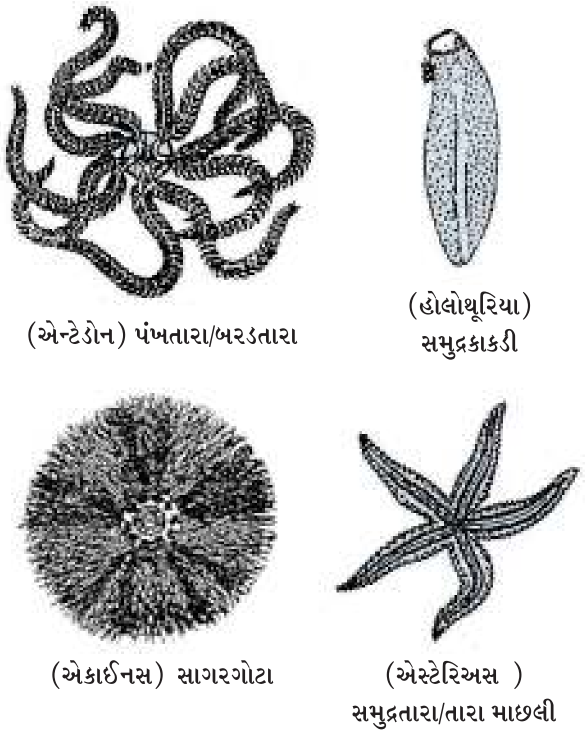
આ પ્રાણીઓના સમૂહમાં પણ દ્વિપાર્શ્વસ્થ સમમિતિ જોવા મળે છે. તેઓની દેહગુહા નાની હોય છે તેમજ શરીરમાં થોડુંક વિખંડન થાય છે. મોટા ભાગનાં મૃદુકાય પ્રાણીઓમાં કવચ જોવા મળે છે. તેઓમાં ખુલ્લું પરિવહન તંત્ર અને ઉત્સર્જન માટે મૂત્રપિંડ જેવી રચનાઓ પણ જોવા મળે છે. તેઓ પ્રચલન માટે મૃદુપગનો ઉપયોગ કરે છે. ઉદાહરણો : કાઇટોન, ઑક્ટોપસ, પાઇલા વગેરે. (આકૃતિ 7.18માં જુઓ.)




*આકૃતિ 7.18 : મૃદુકાય પ્રાણીઓ*

### 7.5.8 શૂળત્વચી (*Echinodermata*-એકિનોડર્મેટા)

ગ્રીકમાં 'Echino'નો અર્થ થાય છે કંટકીય નલિકામય રચના. (hedgehog) અને 'Derma'નો અર્થ થાય છે ત્વચા. આથી આ પ્રાણીઓની ત્વચા કાંટા જેવી શૂળિય રચનાઓથી આચ્છાદિત હોય છે. તેઓ મુક્તજીવી દરિયાઈ પ્રાણીઓ છે. તેઓ દેહગુહા કે શરીરગુહાયુક્ત, ત્રિગર્ભસ્તરીય પ્રાણીઓ છે. તેઓમાં વિશિષ્ટ પ્રકારનું જલપરિવહન નલિકાતંત્ર જોવા મળે છે, જે તેઓને પ્રચલનમાં સહાયક બને છે. તેઓમાં કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનું સખત કંકાલ અને શૂળો જોવા મળે છે. ઉદાહરણો : તારા માછલી, સાગરગોટા વગેરે (આકૃતિ 7.19 જુઓ.)

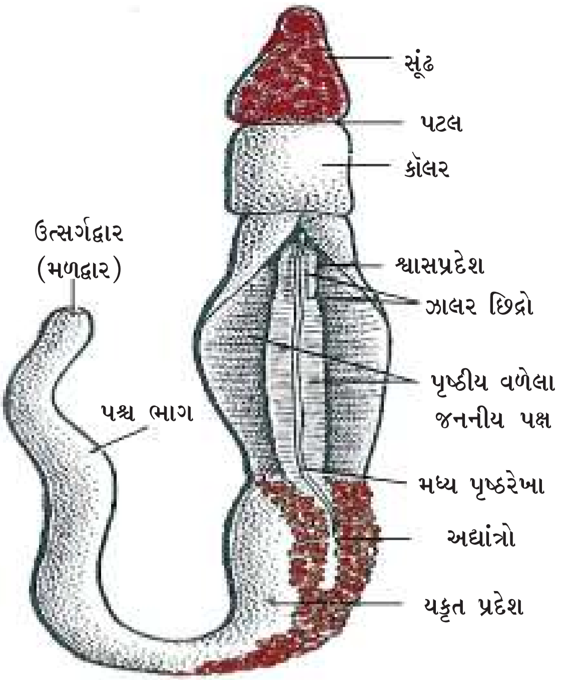



*આકૃતિ 7.19 : શૂળત્વચી*

### 7.5.9 પ્રાથમિક મેરુદંડી (*Protochordata*-પ્રોટોકોર્ડેટા-પ્રમેરૂડંદી)

તેઓ દ્વિપાર્શ્વસ્થ સમમિતીય, ત્રિગર્ભસ્તરી તેમજ દેહયુક્ત પ્રાણીઓ છે. તેઓમાં શરીરરચનાનાં વધારાનાં કેટલાંક નવાં લક્ષણો જોવા મળે છે. જેવાં કે મેરુદંડ. તે નવું લક્ષણ તેમના જીવનની કેટલીક અવસ્થાઓમાં નિશ્ચિતપણે હાજર હોય છે. મેરુદંડ એક લાકડી જેવી લાંબી રચના છે. જે પ્રાણીઓમાં પૃષ્ઠ ભાગે જોવા મળે છે. તે ચેતાપેશીને અન્નમાર્ગથી અલગ કરે છે. તે સ્નાયુઓને જોડવાનું સ્થાન પણ આપે છે જેનાથી પ્રચલન સરળતાથી થઈ શકે છે. પ્રાથમિક મેરુદંડી પ્રાણીઓમાં તેમના

જીવનની બધી જ અવસ્થાઓ સુધી મેરુદંડ હાજર રહેતો નથી. તેઓ દરિયાઈ પ્રાણી છે. ઉદાહરણો : બાલાનોગ્લોસસ, હર્ડમેનિયા, એમ્ફિઓક્સસ વગેરે (આકૃતિ 7.20 જુઓ.)




*આકૃતિ 7.20 : એક પ્રાથમિક મેરુદંડી (બાલાનોગ્લોસસ)*

### 7.5.10 પૃષ્ઠવંશી (*Vertebrata*-વર્ટીબ્રેટા)

આ પ્રાણીઓમાં સાચો મેરુદંડ તેમજ અંતઃકંકાલ જોવા મળે છે. આ કારણે આ પ્રાણીઓમાં સ્નાયુ, કંકાલ સાથે જોડાયેલ હોય છે, જે તેઓને પ્રચલનમાં મદદરૂપ થાય છે.

પૃષ્ઠવંશીઓ દ્વિપાર્શ્વસ્થ સમમિતિ, ત્રિગર્ભસ્તરી, દેહકોષ્ઠી પ્રાણીઓ છે. તેઓમાં પેશીઓ તેમજ અંગોનું જટિલ કક્ષાએ વિભેદન થયેલું જોવા મળે છે. બધાં જ પૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓમાં નીચે આપેલાં લક્ષણો જોવા મળે છે :

(i) મેરુદંડ ધરાવે

(ii) પૃષ્ઠ કશેરૂકદંડ તેમજ કરોડરજ્જુ

(iii) ત્રિગર્ભસ્તરીય શરીર રચના

(iv) યુગ્મિત ઝાલરપોથી

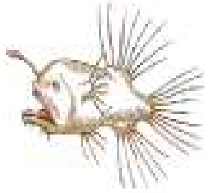
(v) દેહકોષ્ઠ કે દેહગુહા કે શરીરગુહા

પૃષ્ઠવંશીઓને પાંચ વર્ગોમાં વિભાજિત કરેલા છે.

### 7.5.10 (i) મત્સ્ય (Pisces)

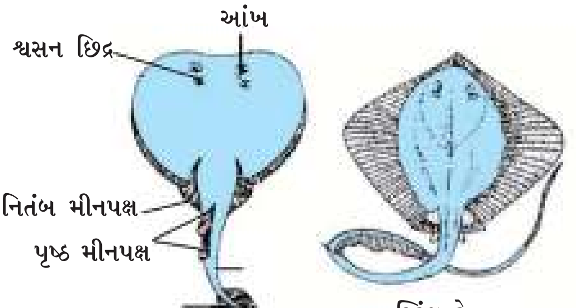
તેઓ માછલીઓ છે; જે સમુદ્ર અને મીઠા પાણી બંને સ્થાને જોવા મળે છે. તેઓની ત્વચા ભીંગડા (Scales) અથવા પ્લેટોથી ઢંકાયેલી હોય છે અને તેઓ તેમની પૂંછડીનો ઉપયોગ તરવા માટે કરે છે. તેઓનું શરીર ચપટું રેખીય કે ત્રાકાકાર હોય છે. તેઓ શ્વસનક્રિયા માટે ઝાલરોનો ઉપયોગ કરે છે. જે પાણીમાં દ્રાવ્ય થયેલ ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે. તેઓ અસમતાપીય હોય છે અને માનવ હૃદયના ચારખંડથી વિપરિત તેઓનાં હૃદય દ્વિખંડીય હોય છે. તેઓ ઈંડાં આપે છે. કેટલીક માછલીઓમાં કંકાલ માત્ર કાસ્થિનું બનેલું હોય છે. જેવી કે - શાર્ક. અન્ય પ્રકારની માછલીઓનું કંકાલ અસ્થિનું બનેલું હોય છે. જેમકે - ટ્યૂના અથવા રોહુ. ઉદાહરણ માટે આકૃતિ 7.21 (a) અને 7.21 (b) જુઓ.

સીન્ચિરોપસ સ્પ્લેન્ડિડસ
(મેન્ડેરિયન ફિશ)



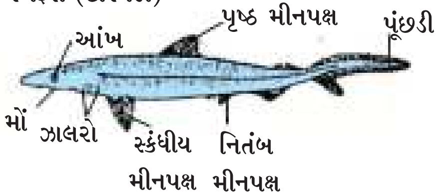
કાઉલોફારન જોર્ડન્ટ
(એન્ગલર ફિશ)

ટેરોઈસ વૉલીટન્સ (લાઈન ફિશ)



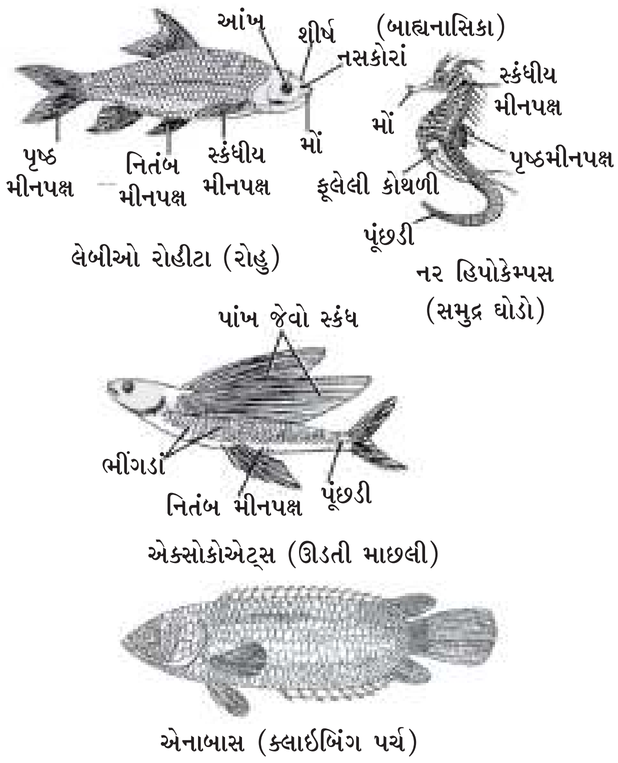

ઈલેક્ટ્રિક રે ફિશ (ટોરપેડો)

સ્ટિંગ રે




સ્કોલિઓડોન (ડોગ ફિશ)

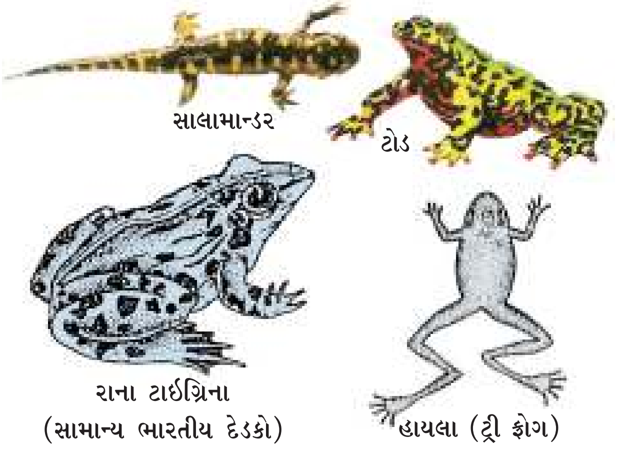
*આકૃતિ 7.21 (a) : માછલીઓ*




*આકૃતિ 7.21 (b) : માછલીઓ*

## 7.5.10 (ii) ઉભયજીવી (*Amphibia*-એમ્ફિબીયા)

આ માછલીઓ કરતાં ભિન્ન હોય છે કારણ કે તેઓમાં ભીંગડાં હોતાં નથી. તેઓની ત્વચા પર શ્લેષ્મ ગ્રંથિઓ જોવા મળે છે અને હૃદય ત્રિખંડીય હોય છે. તેઓમાં બાહ્ય કંકાલ હોતું નથી. મૂત્રપિંડ જોવા મળે છે. શ્વસન ઝાલરો અને ફેફસાં દ્વારા થાય છે. તેઓ ઈંડાં આપતાં પ્રાણીઓ છે. તેઓ પાણી અને જમીન બંને જગ્યાએ રહી શકે છે. ઉદાહરણો : દેડકો, સાલામાન્ડર, ટોડ વગેરે (આકૃતિ 7.22 જુઓ.)




*આકૃતિ 7.22 : ઉભયજીવીઓ*

## 7.5.10 (iii) સરિસૃપ (*Reptilia*-રેપ્ટિલીયા)

આ પ્રાણીઓ ઠંડા રુધિરવાળા (અસમતાપી) છે. તેઓનાં શરીર ભીંગડાંઓ દ્વારા આવરિત હોય છે. તેઓમાં શ્વસન ફેફસાં દ્વારા થાય છે. હૃદય સામાન્યતઃ ત્રિખંડીય છે; પરંતુ મગરમચ્છનું હૃદય ચાર ખંડોનું હોય છે. મૂત્રપિંડ જોવા મળે છે. તેઓ પણ ઈંડાં આપતાં પ્રાણીઓ છે. તેઓનાં ઈંડાં કઠણ કે મજબૂત કવચથી ઢંકાયેલાં હોય છે અને ઉભયજીવીની જેમ તેઓને પાણીમાં ઈંડાં મૂકવાની આવશ્યકતા પડતી નથી. ઉદાહરણ : કાચબો, સાપ, ગરોળી, મગરમચ્છ (આકૃતિ 7.23 જુઓ)

*આકૃતિ 7.23 : સરિસૃપ*

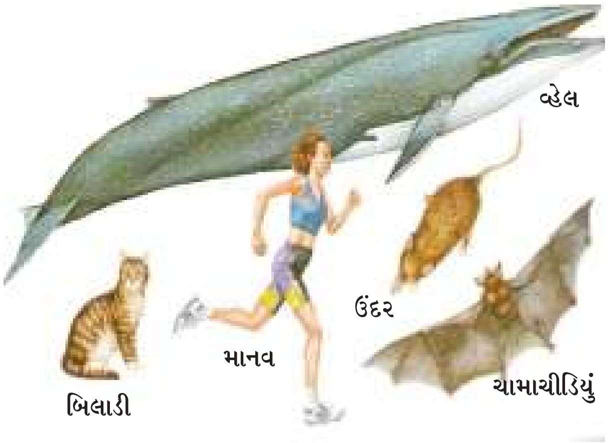
## 7.5.10 (iv) વિહગ (*Aves*-એવ્સ)

આ ઉષ્ણ રુધિરવાળા કે સમતાપી પ્રાણીઓ છે. તેઓ ચાર ખંડોનું હૃદય ધરાવે છે. તેઓ ઈંડા મૂકે છે. તેઓમાં બે જોડ ઉપાંગો હોય છે. તેઓમાં બે અગ્રઉપાંગો ઊડવા માટે પાંખોમાં પરિવર્તિત થયેલા છે. શરીર પાંખોથી ઢંકાયેલાં હોય છે. શ્વસન ફેફસાં દ્વારા થાય છે. બધાં પક્ષીઓને આ વર્ગમાં મૂકવામાં આવે છે. ઉદાહરણો માટે જુઓ આકૃતિ 7.24.)

*આકૃતિ 7.24 : વિહગ (પક્ષીઓ)*

### 7.5.10 (v) સસ્તન (*Mammalia*-મેમેલીઆ)

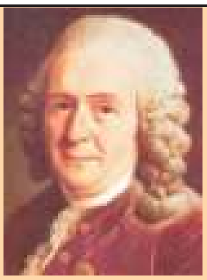
સસ્તન પ્રાણીઓ ઉષ્ણ રુધિરવાળાં કે સમતાપી પ્રાણીઓ છે. સસ્તનોનું હૃદય ચાર ખંડોનું બનેલું હોય છે. આ વર્ગનાં બધાં જ પ્રાણીઓ નવજાત શિશુને પોષણ આપવા માટે સ્તનગ્રંથિઓ ધરાવે છે. તેઓની ત્વચા પર વાળ, પ્રસ્વેદ અને તેલગ્રંથિઓ આવેલી હોય છે. જોકે કેટલાંક પ્રાણીઓ અપવાદરૂપે ઈંડાં પણ મૂકે છે. જેવાં કે શેપો અને પ્લેટિપસ (બતકચાંચ). કાંગારુ જે સસ્તન છે, તેઓ અવિકસિત નવજાતને માર્સૂપિયમ નામની કોથળીમાં ત્યાં સુધી લટકાવી રાખે છે જ્યાં સુધી તેઓ પૂર્ણ વિકાસ પામતાં નથી. કેટલાંક ઉદાહરણ આકૃતિ 7.25માં દર્શાવેલ છે.




*આકૃતિ 7.25 : સસ્તન*

## પ્રશ્નો :

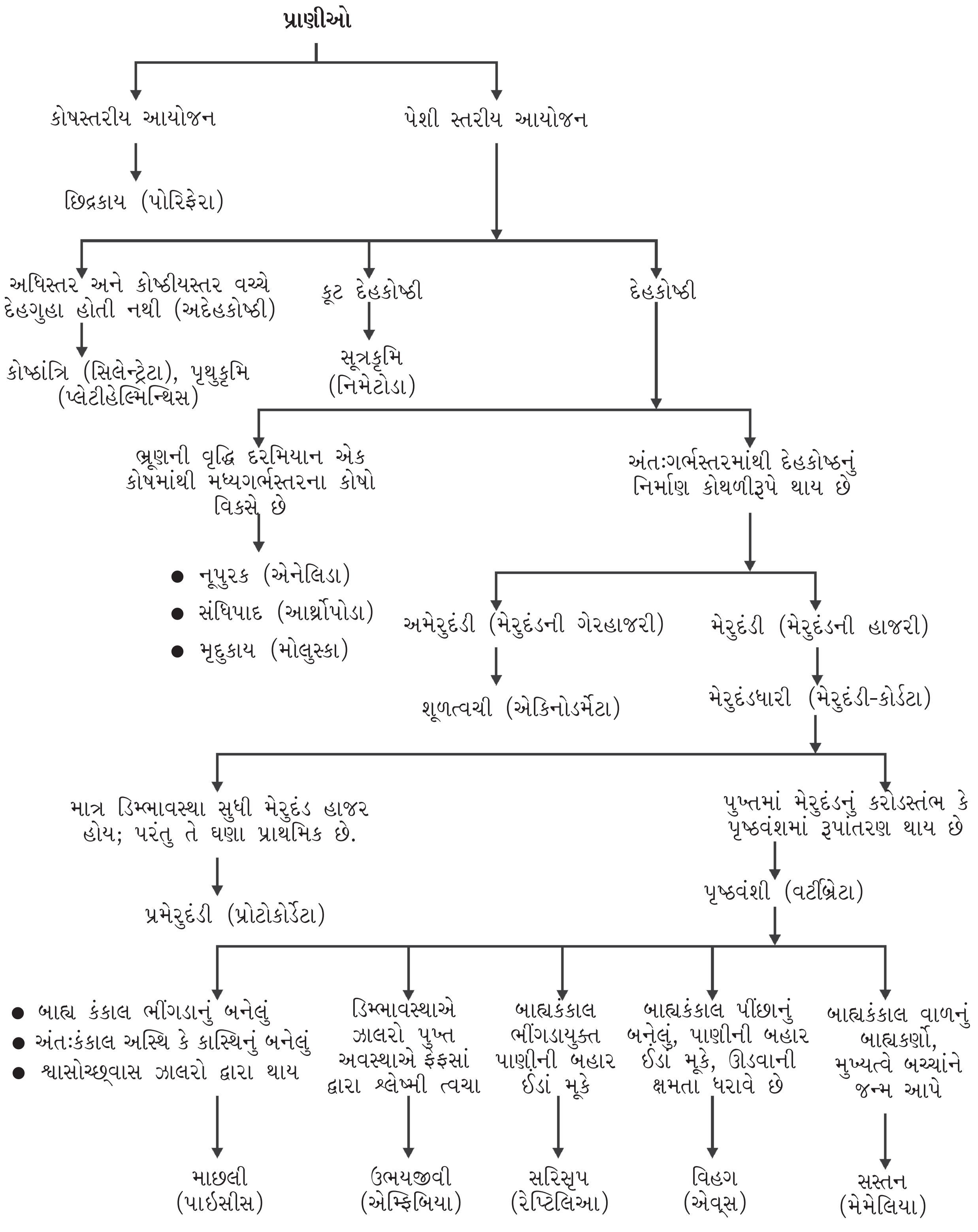
1. છિદ્રકાય અને કોષ્ઠાંત્રિ પ્રાણીઓમાં શું ભેદ છે ?
2. નૂપુરક પ્રાણીઓ, સંધિપાદ પ્રાણીઓથી ક્યા પ્રકારની ભિન્નતા ધરાવે છે ?
3. ઉભયજીવી અને સરિસૃપનો ભેદ શું છે ?
4. પક્ષીવર્ગ અને સસ્તન વર્ગનાં પ્રાણીઓમાં શું ભિન્નતા છે ?



**કરોલસ લિનિયસ**
**(Carolus Linnaeus)**
**(1707-1778)**

કરોલસ લિનિયસ (Carolus Linnaeus), કાર્લવૉન લિને (Karl von Linne)નો જન્મ સ્વીડનમાં થયો હતો. તેઓ ડૉક્ટર હતા; પરંતુ વનસ્પતિઓનો અભ્યાસ કરવામાં તેમણે ખાસ ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું હતું. બાવીસ વર્ષની ઉંમરે તેમણે વનસ્પતિઓ પર પહેલું સંશોધનપત્ર પ્રકાશિત કર્યું હતું. એક ધનવાન અધિકારીને ત્યાં નોકરી કરતાં તેઓએ તેમના માલિકના બગીચામાંની વનસ્પતિઓની વિવિધતાનો અભ્યાસ કર્યો હતો. ત્યાર બાદ તેમણે 14 પેપરો પ્રકાશિત કર્યા અને તેમણે સિસ્ટેમા નેચુરી (Systema Naturae) નામનું પુસ્તક લખ્યું હતું. જે આગળ જતાં વિભિન્ન વર્ગીકરણ પદ્ધતિઓનો આધાર બન્યો હતો. તેમના દ્વારા આપેલ વર્ગીકરણ પદ્ધતિમાં વનસ્પતિઓને સરળ ક્રમમાં આ પ્રકારે વ્યવસ્થિત ગોઠવી શકાય છે. જેથી વનસ્પતિઓની ઓળખ સરળથઈ શકે છે.

પ્રાણીસૃષ્ટિના વર્ગીકરણની રૂપરેખા આકૃતિ 7.26માં દર્શાવેલ છે.




*આકૃતિ 7.26 : પ્રાણીઓનું વર્ગીકરણ*

## 7.6 નામકરણ (Nomenclature)

સજીવોને વર્ગીકરણ નામ આપવાની આવશ્યકતા શું છે ?

### પ્રવૃત્તિ 7.3

- નીચે આપેલાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનાં નામ જેટલી ભાષાઓમાં તમે આપી શકો તેટલી શક્ય ભાષાનાં નામ આપો :

1. વાઘ 2. મોર 3. કીડી
4. લીમડો 5. કમળ 6. બટાટા

આમાં બધાંનાં નામ વિભિન્ન ભાષાઓમાં અલગ-અલગ આપેલાં છે. એટલા માટે જ્યારે કોઈ એક ભાષામાં સજીવની વાત કરતા હોઈએ ત્યારે એવું થઈ શકે છે કે બીજી ભાષા જાણવાવાળા તેને સમજી શકતા નથી. વૈજ્ઞાનિકોએ બધા સજીવોને એક વૈજ્ઞાનિક નામ આપીને આ સમસ્યાનો ઉકેલ કાઢ્યો. જેમકે વિભિન્ન રાસાયણિક તત્ત્વોને સંકેતમાં નિરૂપિત કરીને દર્શાવ્યા છે. એવી જ રીતે કોઈ પણ સજીવને માત્ર એક જ વૈજ્ઞાનિક નામ હોય છે અને સમગ્ર વિશ્વમાં તે એ જ નામથી ઓળખી શકાય છે.

નામકરણ પદ્ધતિ માટે આપણે જે વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીએ છીએ તે સૌપ્રથમ કૅરોલસ લિનિયસ દ્વારા અઢારમી શતાબ્દીમાં પ્રારંભ પામેલી હતી. વૈજ્ઞાનિક નામકરણ પદ્ધતિ સજીવોની એકબીજામાં જોવા મળતી સમાનતા અને ભિન્નતા પર નિર્ભર કરે છે. જોકે નામકરણ પદ્ધતિમાં આપણે સજીવના વર્ગીકરણના બધા પદાનુક્રમ કે કક્ષાઓને ધ્યાનમાં લેતાં નથી; પરંતુ માત્ર પ્રજાતિ અને જાતિને ધ્યાનમાં રાખીએ છીએ. નામકરણ પદ્ધતિ માટે કેટલીક સવિશેષ બાબતો પર વિચાર કરી શકાય છે જેમકે,

1. પ્રજાતિનું નામ અંગ્રેજીમાં મૂળાક્ષર (Capital Letter)થી શરૂ થવું જોઈએ.
2. જાતિનું નામ નાના અક્ષરથી શરૂ થવું જોઈએ.
3. છાપેલું હોય તો વૈજ્ઞાનિક નામ ઇટાલિક (Italic)થી લખાવું જોઈએ.
4. જો તેઓને હાથથી લખવામાં આવે છે તો પ્રજાતિ અને જાતિ બંનેના નામની નીચે અધો રેખાંકન અલગ-અલગ રેખાંકિત કરવું જોઈએ.

### પ્રવૃત્તિ 7.4

- કોઈ પણ પાંચ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનાં વૈજ્ઞાનિક નામોને શોધો. શું તેઓનાં વૈજ્ઞાનિક નામો અને સામાન્ય નામોમાં કોઈ સમાનતા છે ?

## તમે શું શીખ્યાં
## What You Have Learnt

- વર્ગીકરણ સજીવોની વિવિધતાને સ્પષ્ટ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે.
- સજીવોના પાંચ સૃષ્ટિ વર્ગીકરણ પદ્ધતિમાં વર્ગીકૃત કરવા માટે નીચેની વિશેષતાઓને ધ્યાનમાં રાખવામાં આવે છે :
  (a) કોષીય સંરચના - પ્રોકેરિયોટિક (આદિકોષકેન્દ્રિય) અથવા યુકેરિયોટિક (સુકોષકેન્દ્રિય)
  (b) સજીવોના શરીર એકકોષીય અથવા બહુકોષીય હોય છે. બહુકોષીય સજીવોની સંરચના જટિલ હોય છે.
  (c) કોષદીવાલની હાજરી અને સ્વપોષણની ક્ષમતા
- ઉપર્યુક્ત લક્ષણોને આધારે બધા સજીવોને પાંચ સૃષ્ટિમાં વહેંચવામાં આવે છે : મોનેરા, પ્રોટિસ્ટા, ફૂગ, વનસ્પતિ સૃષ્ટિ અને પ્રાણી સૃષ્ટિ.
- સજીવોનું વર્ગીકરણ તેમના ઉદ્‌વિકાસ સાથે સંબંધિત છે.

- વનસ્પતિ સૃષ્ટિ અને પ્રાણી સૃષ્ટિને તેઓની ક્રમિક શારીરિક જટિલતાને આધારે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.
- વનસ્પતિઓને પાંચ જૂથોમાં વહેંચવામાં આવેલી છે : લીલ, દ્વિઅંગી, ત્રિઅંગી, અનાવૃત્ત બીજધારી અને આવૃત્ત બીજધારી.
- પ્રાણીઓને દસ જૂથોમાં વહેંચવામાં આવેલા છે : છિદ્રકાય, કોષ્ઠાંત્રિ, પૃથુકૃમિ, સૂત્રકૃમિ, નૂપુરક, સંધિપાદ, મૃદુકાય, શૂળત્વચી, પ્રાથમિક મેરુદંડી (પ્રમેરુદંડી) અને મેરુદંડી.
- દ્વિનામી-નામકરણ પદ્ધતિ સજીવોની સાચી ઓળખ મેળવવામાં મદદરૂપ થાય છે.
- દ્વિનામી-નામકરણ પદ્ધતિમાં પહેલું નામ પ્રજાતિ અને બીજું નામ જાતિનું હોય છે.

## સ્વાધ્યાય (Exercises)

1. સજીવોનું વર્ગીકરણ કરવાથી શો ફાયદો થાય છે ?
2. વર્ગીકરણમાં પદાનુક્રમ કે કક્ષા નક્કી કરવા માટે બે લક્ષણોમાંથી તમે કયા લક્ષણની પસંદગી કરશો ?
3. સજીવોની પાંચ સૃષ્ટિ વર્ગીકરણ પદ્ધતિમાં વર્ગીકરણ કરવાના આધારો સમજાવો.
4. વનસ્પતિ સૃષ્ટિમાં મુખ્ય વિભાગ કયા છે ? આ વર્ગીકરણનો મુખ્ય આધાર શું છે ?
5. પ્રાણી વર્ગીકરણ માટેના માપદંડો વનસ્પતિ વર્ગીકરણ માટેના માપદંડોથી કેવી રીતે જુદાં પડે છે ?
6. પૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓને વિભિન્ન વર્ગોમાં વહેંચવા માટેની મુખ્ય બાબતો કે મુદ્દાઓની વ્યાખ્યા આપો.

# પ્રકરણ 8

# ગતિ (Motion)

રોજબરોજના જીવનમાં આપણે કેટલીક વસ્તુઓ સ્થિર અવસ્થામાં તથા કેટલીક વસ્તુઓ ગતિમાન અવસ્થામાં જોઈએ છીએ. પક્ષીઓ ઊડે છે, માછલીઓ તરે છે, રુધિર, શિરાઓ અને ધમનીઓમાં વહે છે તથા મોટરગાડીઓ ગતિ કરે છે. પરમાણુ, અણુ, ગ્રહો, તારાઓ તથા આકાશગંગાઓ બધા જ ગતિમાન છે. સામાન્ય રીતે, આપણે કોઈ પદાર્થ સમયની સાથે પોતાનું સ્થાન બદલે ત્યારે જ તે ગતિમાં હોય છે તેવું સમજીએ છીએ. આ સિવાય એવી પણ કેટલીક અવસ્થાઓ છે કે જેમાં ગતિના અસ્તિત્વનો ખ્યાલ અપ્રત્યક્ષ પુરાવાઓ દ્વારા મળે છે. ઉદાહરણ તરીકે, આપણે હવાની ગતિનું અનુમાન ધૂળના રજકણોના ઊડવાથી તથા વૃક્ષોની ડાળીઓ અને પર્ણોના હલન-ચલન પરથી કરીએ છીએ. સૂર્યોદય, સૂર્યાસ્ત તેમજ ઋતુ-પરિવર્તન પાછળ કયું કારણ જવાબદાર છે ? શું તે પૃથ્વીની ગતિના કારણે છે ? જો આ સાચું છે તો આપણે પૃથ્વીની ગતિનું અનુમાન પ્રત્યક્ષ રૂપે કેમ કરી શકતાં નથી ?

કોઈ એક વ્યક્તિ માટે એક વસ્તુ ગતિશીલ હોય તો બીજી એક વ્યક્તિ માટે તે સ્થિર પણ હોઈ શકે. ગતિ કરતી બસમાં બેઠેલા મુસાફરોને રસ્તાના કિનારે આવેલાં ઝાડ પાછળ તરફ ગતિ કરતાં અનુભવાય છે. રસ્તાના કિનારે ઊભેલ એક વ્યક્તિ બસમાં બેઠેલા બધા જ મુસાફરોને બસ સાથે ગતિ કરતાં અનુભવે છે, જ્યારે બસમાં બેઠેલ એક મુસાફર પોતાના સાથી મુસાફરોને સ્થિર અવસ્થામાં જુએ છે. આ અવલોકનો શું દર્શાવે છે ?

મોટા ભાગની વસ્તુઓની ગતિ જટિલ હોય છે. કેટલીક વસ્તુઓ સીધી રેખામાં તો કેટલીક વસ્તુઓ વર્તુળાકાર પથ પર ગતિ કરતી હોય છે. કેટલીક વસ્તુઓ ચાકગતિ તો કેટલીક વસ્તુઓ કંપન કરતી હોય છે. એવી પણ પરિસ્થિતિ હોઈ શકે કે જેમાં આ બધાનો એક સાથે સમાવેશ હોય. આ પ્રકરણમાં સૌપ્રથમ આપણે સીધી રેખામાં ગતિ કરતી વસ્તુઓનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે આ પ્રકારની ગતિઓનો અભ્યાસ સામાન્ય સમીકરણો તેમજ ગ્રાફ (આલેખ)ની મદદથી કરીશું. ત્યાર બાદ આપણે વર્તુળાકાર ગતિ વિશે ચર્ચા કરીશું.

**પ્રવૃત્તિ ______ 8.1**

- તમારા ક્લાસરૂમની દીવાલો સ્થિર અવસ્થામાં છે કે ગતિમાં છે તેની ચર્ચા કરો.

**પ્રવૃત્તિ ______ 8.2**

- શું તમે ક્યારેય એવો અનુભવ કર્યો છે કે જે ટ્રેનમાં તમે બેઠા છો તે ગતિ કરતી પ્રતીત થાય પરંતુ વાસ્તવમાં તે સ્થિર હોય ?
- આ બાબત પર ચર્ચા કરો અને તમારા અનુભવોનું આદાન-પ્રદાન કરો.

**વિચારો અને કહો**

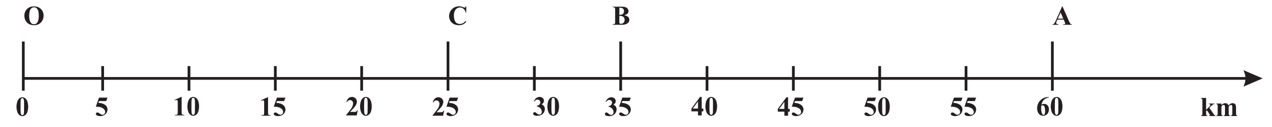
આપણે ક્યારેક આપણી આસપાસની વસ્તુઓની ગતિને કારણે તકલીફમાં મુકાઈએ છીએ. ખાસ કરીને જો તે વસ્તુની ગતિ અનિશ્ચિત અને અનિયંત્રિત હોય જેમકે નદીમાં આવેલ પૂર, તોફાન કે સુનામી. જ્યારે બીજી બાજુ વસ્તુની નિયંત્રિત ગતિ માનવની સેવામાં ઉપયોગી થઈ પડે છે. જેમકે, પાણી દ્વારા વિદ્યુતનું ઉત્પાદન. શું તમે એ અનુભવો છો કે કેટલીક વસ્તુઓની અનિયમિત ગતિનો અભ્યાસ કરવો અને તેને નિયંત્રિત કરવા અંગેનો અભ્યાસ જરૂરી છે ?

## 8.1 ગતિનું વર્ણન (Describing Motion)

આપણે કોઈ વસ્તુનું સ્થાન એક સંદર્ભબિંદુ નક્કી કરી રજૂ કરીએ છીએ. આવો, આપણે આ એક ઉદાહરણ દ્વારા સમજીએ. માની લો કે કોઈ એક ગામમાં એક શાળા રેલવે-સ્ટેશનથી 2 km ઉત્તર દિશામાં છે. આપણે તે શાળાનું સ્થાન તે રેલવે-સ્ટેશનની સાપેક્ષે નિર્ધારિત કર્યું છે. આ ઉદાહરણમાં રેલવે-સ્ટેશન સંદર્ભબિંદુ છે. આપણે આપણી અનુકૂળતા ખાતર બીજાં સંદર્ભબિંદુઓ પણ પસંદ કરી શકીએ. આમ, કોઈ વસ્તુનું સ્થાન દર્શાવવા માટે આપણને એક સંદર્ભબિંદુની જરૂર પડે છે, જેને ઊગમબિંદુ કહે છે.

### 8.1.1 સુરેખ પથ પર ગતિ (Motion along a straight line)

ગતિનો સૌથી સરળ પ્રકાર રેખીય ગતિ છે. આપણે સૌપ્રથમ એક ઉદાહરણ દ્વારા તેને વર્ણવવાનું શીખીશું. ધારો કે, કોઈ વસ્તુ સુરેખ પથ પર ગતિ કરી રહી છે. વસ્તુ પોતાની ગતિ, બિંદુ O થી શરૂ કરે છે. જેને સંદર્ભબિંદુ ગણી શકાય (આકૃતિ 8.1). ધારો કે A, B અને C જુદી જુદી ક્ષણે વસ્તુનું સ્થાન દર્શાવે છે. સૌપ્રથમ વસ્તુ C અને B બિંદુઓ પાસેથી પસાર થઈ બિંદુ A પાસે પહોંચે છે, ત્યાર બાદ તે આ જ પથ પર પરત ફરે છે અને B પાસેથી પસાર થઈ C સુધી પહોંચે છે. લંબાઈ (85 km) બંને સરખા નથી. આ સિવાય આપણે એ પણ નોંધીએ કે ગતિ દરમિયાન સ્થાનાંતરનું મૂલ્ય શૂન્ય હોઈ શકે પરંતુ, તે દરમિયાન કપાયેલ અંતરનું મૂલ્ય શૂન્ય હોતું નથી. જો આપણે એવું માનીએ કે વસ્તુ ગતિ કરી બિંદુ O પાસે પાછી આવે છે, તો તેનું અંતિમ સ્થાન, પ્રારંભિક સ્થાન પર સંપાત થશે અને તેથી તેનું સ્થાનાંતર શૂન્ય થશે; પરંતુ આ ગતિ દરમિયાન તેણે કાપેલ કુલ અંતર OA + AO = 60 km + 60 km = 120 km થશે. આ રીતે બે અલગ-અલગ ભૌતિકરાશિઓ - અંતર અને સ્થાનાંતરનો ઉપયોગ વસ્તુની ગતિના સંપૂર્ણ વર્ણન માટે તેમજ




*આકૃતિ 8.1 : સુરેખ પથ પર વસ્તુનાં સ્થાન*

વસ્તુ દ્વારા આવરી લેવાયેલ કુલ પથલંબાઈ OA + AC છે એટલે કે 60 km + 35 km = 95 km. જે વસ્તુ દ્વારા કપાયેલ કુલ અંતર છે. કોઈ વસ્તુનું અંતર નક્કી કરવા માટે ફક્ત મૂલ્યની જ જરૂરિયાત હોય છે, ગતિની દિશાની નહિ. કેટલીક રાશિઓ એવી હોય છે કે જેને માત્ર મૂલ્ય વડે દર્શાવી શકાય છે. આ આંકડાકીય મૂલ્ય તે ભૌતિક રાશિનું માન (મૂલ્ય) દર્શાવે છે. આ ઉદાહરણ દ્વારા શું તમે વસ્તુની પ્રારંભિક અવસ્થા O થી તેની અવસ્થા C સુધીનું અંતર જાણી શકો ? આ તફાવત તમને બિંદુ O થી શરૂ કરી બિંદુ A પરથી પરત થઈને બિંદુ C સુધી પહોંચતા થતાં સ્થાનાંતરનું મૂલ્ય આપે છે. વસ્તુની પ્રારંભિક તેમજ અંતિમ સ્થિતિ વચ્ચેના લઘુતમ અંતરને વસ્તુનું સ્થાનાંતર કહે છે.

શું સ્થાનાંતરનું મૂલ્ય વસ્તુ દ્વારા કાપેલ અંતર જેટલું હોઈ શકે ? આકૃતિ 8.1માં દર્શાવેલ ઉદાહરણ ધ્યાનમાં લો. વસ્તુ દ્વારા O થી A સુધી ગતિ દરમિયાન કાપેલ અંતરનું મૂલ્ય 60 km છે તથા સ્થાનાંતરનું મૂલ્ય પણ 60 km છે. O થી A અને ત્યાંથી B સુધી પાછા ફરતાં તેણે કાપેલ અંતર = 60 km + 25 km = 85 km. જ્યારે સ્થાનાંતરનું મૂલ્ય = 35 km. આમ, સ્થાનાંતરનું મૂલ્ય (35 km) અને પથ

આપેલ સમયગાળામાં વસ્તુના પ્રારંભિક સ્થાનની સાપેક્ષે અંતિમ સ્થાન જાણવા માટે કરવામાં આવે છે.

## પ્રવૃત્તિ 8.3

- એક મીટરપટ્ટી અને એક લાંબું દોરડું લો.
- બાસ્કેટ બૉલના મેદાનના એક ખૂણાથી તેની વિરુદ્ધ આવેલા બીજા ખૂણા સુધી તેની ધારે ધારે ચાલતાં જાઓ.
- તમારા દ્વારા કપાયેલ અંતર અને સ્થાનાંતરનું મૂલ્ય માપો.
- આ કિસ્સામાં બંને વચ્ચે તમે શું તફાવત નોંધો છો ?

## પ્રવૃત્તિ 8.4

- ગાડીમાં એક એવું સાધન ફિટ કરેલ હોય છે કે જેના દ્વારા તેણે કાપેલ અંતર જાણી શકાય છે. આ સાધનને ઓડોમીટર કહે છે. એક કારને ભુવનેશ્વરથી નવી દિલ્હી સુધી લઈ જવામાં આવે છે. ઓડોમીટરના અંતિમ વાંચન અને પ્રારંભિક વાંચન વચ્ચેનો તફાવત 1850 km છે.
- ભારતના રોડ નકશાનો ઉપયોગ કરી ભુવનેશ્વર અને નવી દિલ્હી વચ્ચેનું સ્થાનાંતર ગણી તેની નોંધ કરો.

## પ્રશ્નો :

1. કોઈ વસ્તુ દ્વારા કંઈક અંતર કપાયેલ છે. શું તેનું સ્થાનાંતર શૂન્ય હોઈ શકે ? જો હા, તો આપના ઉત્તરને ઉદાહરણ દ્વારા સમજાવો.
2. એક ખેડૂત 10 m લંબાઈના એક ચોરસ ખેતરની ધારે ધારે 40 s માં એક ચક્કર પૂર્ણ કરે છે. 2 મિનિટ 20 સેકન્ડ બાદ આ ખેડૂતે પ્રારંભિક સ્થાનથી કેટલું સ્થાનાંતર કર્યુ હશે ?
3. સ્થાનાંતર માટે નીચેના પૈકી કયું સાચું છે ?
   (a) તે શૂન્ય હોઈ શકે નહિ.
   (b) તેનું મૂલ્ય વસ્તુ દ્વારા કપાયેલ અંતર કરતાં વધુ હોય છે.

### 8.1.2 નિયમિત ગતિ અને અનિયમિત ગતિ (Uniform motion and non-uniform motion)

ધારો કે, એક વસ્તુ સરેખ પથ પર ગતિ કરી રહી છે. ધારો કે તે પ્રથમ કલાકમાં 50 km, બીજા કલાકમાં 50 km, ત્રીજા કલાકમાં 50 km અને ચોથા કલાકમાં 50 km અંતર કાપે છે. આમ, વસ્તુ સમાન સમયગાળામાં સરખું અંતર કાપતી હોવાથી આવી ગતિને નિયમિત ગતિ કહે છે. આ પ્રકારની ગતિમાં સમયગાળો નાનો કે મોટો હોઈ શકે. રોજબરોજના જીવનમાં આપણે એવી પણ કેટલીક ગતિ જોઈએ છીએ કે જેમાં વસ્તુ સમાન સમયગાળામાં જુદું જુદું અંતર કાપતી હોય. ઉદાહરણ તરીકે ભીડવાળા રોડ પર ગતિ કરતી કાર અથવા બાગમાં જોગિંગ કરતી વ્યક્તિ. જે અનિયમિત ગતિનાં કેટલાંક ઉદાહરણ છે.

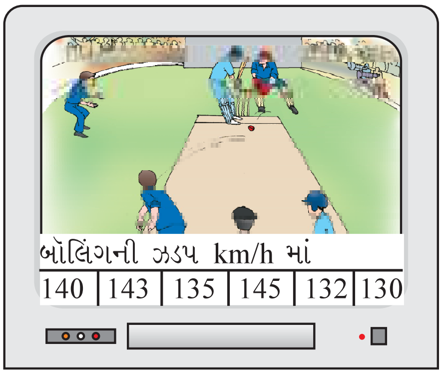
### પ્રવૃત્તિ 8.5

- બે વસ્તુઓ A તથા B ની ગતિ સાથે સંબંધિત માહિતી કોષ્ટક 8.1માં આપેલ છે.
- ધ્યાનથી ચકાસો અને બતાવો કે વસ્તુઓની ગતિ નિયમિત છે કે અનિયમિત.

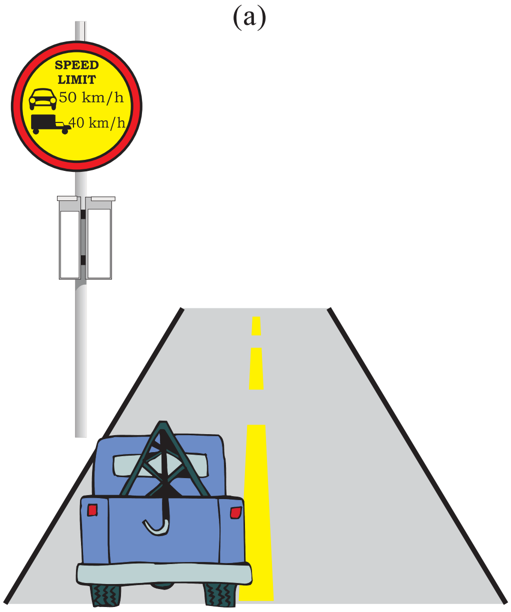
**કોષ્ટક 8.1**

| સમય | વસ્તુ A દ્વારા કપાયેલ અંતર m માં | વસ્તુ B દ્વારા કપાયેલ અંતર m માં |
|---|---|---|
| 9:30 am | 10 | 12 |
| 9:45 am | 20 | 19 |
| 10:00 am | 30 | 23 |
| 10:15 am | 40 | 35 |
| 10:30 am | 50 | 37 |
| 10:45 am | 60 | 41 |
| 11:00 am | 70 | 44 |

## 8.2 ગતિના દરનું માપન (Measuring the Rate of Motion)




(a)




(b)

*આકૃતિ 8.2*

આકૃતિ 8.2માં દર્શાવેલ બે સ્થિતિઓ ધ્યાનમાં લો. આકૃતિ 8.2(a)માં જો દડાને ફેંકવાની ગતિ (બૉલિંગ) 143 km $h^{-1}$ હોય, તો તેનો અર્થ શું થાય ? આકૃતિ 8.2(b)માં, દર્શાવેલ સાઇન બોર્ડ દ્વારા તમે શું સમજો છો ?

આપેલ ચોક્કસ અંતર કાપવા માટે અલગ-અલગ વસ્તુઓ અલગ-અલગ સમય લે છે. તેમાંથી કેટલીક વસ્તુઓ ઝડપથી ગતિ કરતી હોય છે, જ્યારે કેટલીક વસ્તુઓ ધીમે ધીમે ગતિ કરતી હોય છે. વસ્તુઓનો ગતિ-દર જુદો-જુદો હોઈ શકે તેમજ જુદી જુદી વસ્તુઓ સમાન દરથી પણ ગતિ કરી શકે. વસ્તુનો ગતિ દર શોધવાની એક રીત એવી છે જેમાં એકમ સમયગાળામાં વસ્તુએ કાપેલું અંતર શોધવામાં આવે છે. આ રાશિને ઝડપ કહે છે. ઝડપનો SI એકમ મીટર પ્રતિ સેકન્ડ છે તેને સંજ્ઞાત્મક રીત $ms^{-1}$ અથવા m/s વડે દર્શાવી શકાય. ઝડપના અન્ય એકમો સેન્ટિમીટર પ્રતિ સેકન્ડ (cm $s^{-1}$) તથા કિલોમીટર પ્રતિ કલાક (km $h^{-1}$) છે. વસ્તુની ઝડપ દર્શાવવા માટે માત્ર તેના મૂલ્યની જરૂર પડે છે. વસ્તુની ઝડપ અચળ હોવી જરૂરી નથી. મોટા ભાગના કિસ્સાઓમાં વસ્તુઓ અનિયમિત ગતિ કરતી હોય છે. તેથી આપણે આ વસ્તુઓની ઝડપનો દર સરેરાશ ઝડપ સ્વરૂપે દર્શાવીએ છીએ. વસ્તુએ કાપેલ કુલ અંતર અને તે માટે લાગતા કુલ સમયના ગુણોત્તર પરથી વસ્તુની સરેરાશ ઝડપ મેળવી શકાય છે. એટલે કે,

$$\text{સરેરાશ ઝડપ} = \frac{\text{વસ્તુએ કાપેલ કુલ અંતર}}{\text{તે અંતર કાપવા માટે લાગતો કુલ સમય}}$$

જો વસ્તુને $s$ અંતર કાપતાં લાગતો સમય $t$ હોય તો તેની ઝડપ $v$ એ,

$$v = \frac{s}{t} \qquad (8.1)$$

ચાલો, આ બાબત આપણે એક ઉદાહરણ દ્વારા સમજીએ. એક કાર 100 km અંતર 2 h માં કાપે છે. તેની સરેરાશ ઝડપ 50 km $h^{-1}$ થશે. કાર દરેક સમયે 50 km $h^{-1}$ ની ઝડપે ગતિ નહીં કરતી હોય. કેટલાક સમયગાળામાં તે આના કરતાં વધુ ઝડપથી, તો કેટલાક સમયગાળામાં તે આના કરતાં ઓછી ઝડપથી ગતિ કરતી હશે.

**ઉદાહરણ 8.1 :** એક વસ્તુ 4 s માં 16 m અંતર કાપે છે, ત્યાર બાદ 2 s માં બીજું 16 m અંતર કાપે છે. તો આ વસ્તુની સરેરાશ ઝડપ કેટલી હશે ?

**ઉકેલ :**

વસ્તુ દ્વારા કપાયેલ કુલ અંતર = 16 m + 16 m = 32 m

આ અંતર કાપવાં લીધેલ કુલ સમય = 4 s + 2 s = 6 s

$$\text{સરેરાશ ઝડપ} = \frac{\text{કાપેલ કુલ અંતર}}{\text{લાગતો કુલ સમય}}$$

$$= \frac{32 \text{ m}}{6 \text{ s}} = 5.33 \text{ m s}^{-1}$$

આમ, વસ્તુની સરેરાશ ઝડપ 5.33 m $s^{-1}$ છે.

### 8.2.1 દિશા સાથે ઝડપ (Speed with direction)

જો આપણે, વસ્તુની ઝડપની સાથે-સાથે તેની ગતિની દિશા પણ દર્શાવીએ તો વસ્તુની ગતિનો દર વધારે સચોટ થઈ શકે. આ બંને બાબતોને રજૂ કરતી ભૌતિકરાશિને વેગ કહે છે. નિશ્ચિત દિશામાં વસ્તુની ઝડપને તેનો વેગ કહે છે. કોઈ વસ્તુનો વેગ સમાન કે બદલાતો હોઈ શકે. તે વસ્તુની ઝડપ, ગતિની દિશા કે બંનેના બદલાવાથી બદલાઈ શકે. જ્યારે કોઈ વસ્તુ સુરેખ પથ પર બદલાતી જતી ઝડપ સાથે ગતિ કરતી હોય ત્યારે તેની ગતિનો દર સરેરાશ વેગ દ્વારા રજૂ કરી શકાય. તેની ગણતરી સરેરાશ ઝડપની ગણતરી મુજબની જ હોય છે.

જ્યારે કોઈ વસ્તુનો વેગ સમાન દરથી બદલાતો જતો હોય ત્યારે તેનો સરેરાશ વેગ, પ્રારંભિક વેગ અને અંતિમ વેગના અંકગણિતીય સરેરાશ દ્વારા મેળવી શકાય છે.

$$\text{સરેરાશ વેગ} = \frac{\text{પ્રારંભિક વેગ} + \text{અંતિમ વેગ}}{2}$$

ગાણિતીક રીતે, $v_{av} = \frac{u + v}{2}$ (8.2)

જ્યાં $v_{av}$ એ વસ્તુનો સરેરાશ વેગ, $u$ વસ્તુનો પ્રારંભિક વેગ તથા $v$ વસ્તુનો અંતિમ વેગ છે. ઝડપ અને વેગ બંનેના એકમો સમાન હોય છે એટલે કે m $s^{-1}$ અથવા m/s.

**પ્રવૃત્તિ ______ 8.6**

- તમને તમારા ઘરેથી બસ-સ્ટૅન્ડ કે શાળા સુધી ચાલીને જતા લાગતો સમય નોંધો. જો તમારી ચાલવાની સરેરાશ ઝડપ 4 km $h^{-1}$ લેવામાં આવે તો બસ-સ્ટૅન્ડ કે શાળાનું તમારા ઘરથી અંતર નક્કી કરો.

**પ્રવૃત્તિ _______________ 8.7**

- જ્યારે આકાશ વાદળોથી ઘેરાયેલું હોય ત્યારે વીજળી ચમકવાની અને વાદળોના ગડગડાટની ઘટના વારંવાર થતી જોવા મળે છે. આ ઘટનામાં વીજળીનો ચમકારો પહેલાં દેખાય છે. તેના થોડા સમય પછી વાદળોના ગડગડાટનો ધ્વનિ આપણા સુધી પહોંચે છે.
- શું તમે સમજાવી શકો કે આવું કેમ થાય છે ?
- આ બંને ઘટનાઓ વચ્ચેનો સમયગાળો ડિજિટલ કાંડા ઘડિયાળ કે સ્ટૉપ વૉચની મદદથી માપો.
- વીજળીના ચમકારાના સૌથી નજીકના બિંદુનું અંતર ગણો. (હવામાં ધ્વનિની ઝડપ 346 $ms^{-1}$)

**પ્રશ્નો :**

1. ઝડપ અને વેગ વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ કરો.
2. કઈ પરિસ્થિતિમાં વસ્તુના સરેરાશ વેગ અને સરેરાશ ઝડપનાં મૂલ્યો સમાન થાય ?
3. વાહનનું ઓડોમીટર શું માપે છે ?
4. જ્યારે કોઈ વસ્તુ નિયમિત ગતિ કરતી હોય ત્યારે તેનો ગતિપથ કેવો દેખાશે ?
5. એક પ્રયોગ દરમિયાન અવકાશયાનમાંથી એક સિગ્નલને પૃથ્વી પરના સ્ટેશન સુધી પહોંચતા 5 min જેટલો સમય લાગે છે. પૃથ્વી પરના સ્ટેશનથી અવકાશયાનનું અંતર કેટલું હશે ? સિગ્નલનો વેગ પ્રકાશના વેગ જેટલો જ એટલે કે $3 \times 10^8$ m $s^{-1}$ છે.

**ઉદાહરણ 8.2 :** મુસાફરીના પ્રારંભના સમયે કારના ઓડોમીટરનું અવલોકન 2000 km છે અને મુસાફરીના અંતમાં 2400 km દર્શાવે છે. જો આ મુસાફરી દરમિયાન લાગતો સમય 8 h હોય, તો કારની સરેરાશ ઝડપ km $h^{-1}$ તથા m $s^{-1}$ માં ગણો.

**ઉકેલ :**

કાર દ્વારા કપાયેલ કુલ અંતર

$s$ = 2400 km – 2000 km = 400 km

આ અંતર કાપતા લાગતો કુલ સમય $t$ = 8 h

કારની સરેરાશ ઝડપ,

$$v_{av} = \frac{s}{t} = \frac{400\,\text{km}}{8\,\text{h}} = 50\ \text{km h}^{-1}$$

$$= 50\ \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000\,\text{m}}{1\,\text{km}} \times \frac{1\,\text{h}}{3600\,\text{s}}$$

$$= 13.9\ \text{m s}^{-1}$$

કારની સરેરાશ ઝડપ 50 km $h^{-1}$ અથવા 13.9 m $s^{-1}$ છે.

**ઉદાહરણ 8.3 :** ઉષા 90 m લંબાઈના એક સ્વિમિંગપુલમાં તરે છે. તે સ્વિમિંગપુલના એક છેડેથી બીજા છેડા સુધી તથા તેજ માર્ગ પર પાછા ફરતાં 180 m નું કુલ અંતર 1 minમાં પુરુ કરે છે. ઉષાની સરેરાશ ઝડપ અને સરેરાશ વેગ ગણો.

**ઉકેલ :**

ઉષાએ 1 min માં કાપેલ કુલ અંતર 180 m છે.

1 min માં ઉષાનું સ્થાનાંતર = 0 m.

$$\text{સરેરાશ ઝડપ} = \frac{\text{કાપેલ કુલ અંતર}}{\text{લાગતો કુલ સમય}}$$

$$= \frac{180\,\text{m}}{1\ \text{min}} = \frac{180\,\text{m}}{1\ \text{min}} \times \frac{1\text{min}}{60\ \text{s}}$$

$$= 3\ \text{m s}^{-1}$$

$$\text{સરેરાશ વેગ} = \frac{\text{સ્થાનાંતર}}{\text{લાગતો કુલ સમય}}$$

$$= \frac{0\,\text{m}}{60\ \text{s}}$$

$$= 0\ \text{m s}^{-1}$$

ઉષાની સરેરાશ ઝડપ 3 m $s^{-1}$ અને સરેરાશ વેગ 0 m $s^{-1}$ છે.

## 8.3 વેગના ફેરફારનો દર (Rate of Change of Velocity)

કોઈ વસ્તુની સુરેખ પથ પર નિયમિત ગતિ દરમિયાન તેનો વેગ સમય સાથે અચળ રહે છે. આ કિસ્સામાં, કોઈ પણ સમયગાળામાં વસ્તુના વેગના ફેરફારનો દર શૂન્ય છે. જોકે, અનિયમિત ગતિમાં વેગ સમય સાથે બદલાય છે. તેનું મૂલ્ય જુદા જુદા સમયે તેમજ જુદાં-જુદાં બિંદુઓ પાસે જુદું-જુદું હોય છે. તેથી કોઈ પણ સમયગાળામાં વસ્તુના વેગના ફેરફારનો દર શૂન્ય હોતો નથી. તો શું હવે આપણે વસ્તુના વેગમાં થતા ફેરફારને દર્શાવી શકીએ ?

આ પ્રશ્નના જવાબ માટે આપણે એક અન્ય ભૌતિકરાશિ પ્રવેગ વિશે પરિચય મેળવવો પડશે, કે જે એકમ સમયમાં વસ્તુના વેગમાં થતા ફેરફારનું માપ છે. એટલે કે,

$$\text{પ્રવેગ} = \frac{\text{વેગમાં થતો ફેરફાર}}{\text{તે માટે લીધેલ સમય}}$$

જો કોઈ વસ્તુનો પ્રારંભિક વેગ $u$, $t$ સમયમાં બદલાઈને અંતિમ વેગ $v$ થતો હોય, તો તેનો પ્રવેગ $a$,

$$a = \frac{v-u}{t} \qquad (8.3)$$

આ પ્રકારની ગતિને પ્રવેગી ગતિ કહે છે. જો પ્રવેગ, વેગની દિશામાં હોય તો તેને ધન અને જો વેગની વિરુદ્ધ દિશામાં હોય તો ઋણ લેવામાં આવે છે. પ્રવેગનો SI એકમ $m\ s^{-2}$ છે.

જો કોઈ વસ્તુ સુરેખ પથ પર ગતિ કરતી હોય અને તેનો વેગ સમાન સમયગાળામાં સમાન રીતે વધતો કે ઘટતો હોય તો વસ્તુનો પ્રવેગ અચળ ગણાય છે. મુક્ત પતન કરતા પદાર્થની ગતિ અચળ પ્રવેગી ગતિનું ઉદાહરણ છે. બીજી રીતે જોઈએ તો, જો કોઈ વસ્તુનો વેગ અસમાન દરથી બદલાતો હોય તો તેની ગતિ અસમાન પ્રવેગી ગણી શકાય. ઉદાહરણ તરીકે જો એક કાર સુરેખ પથ પર ગતિ કરતી હોય અને સમાન સમયગાળામાં અસમાન માત્રામાં તેના વેગમાં ફેરફાર થતો હોય તો, કારની ગતિ અસમાન પ્રવેગી કહેવાય.

### પ્રવૃત્તિ 8.8

- તમે રોજિંદા જીવનમાં ઘણા પ્રકારની ગતિ અનુભવો છો જેવી કે,
  (a) પ્રવેગ ગતિની દિશામાં હોય.
  (b) પ્રવેગ ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં હોય.
  (c) પ્રવેગ અચળ હોય.
  (d) પ્રવેગ અસમાન હોય.
- શું તમે ઉપર દર્શાવેલ દરેક પ્રકારની ગતિનું એક-એક ઉદાહરણ આપી શકશો ?

**ઉદાહરણ 8.4 :** સ્થિર અવસ્થામાંથી રાહુલ પોતાની સાઈકલ ચલાવવાનું શરૂ કરે છે અને 30 s માં 6 $m\ s^{-1}$ નો વેગ પ્રાપ્ત કરે છે. હવે તે એવી રીતે બ્રેક મારે છે કે જેથી સાઈકલનો વેગ ત્યારબાદની 5 s માં ઘટીને 4 $m\ s^{-1}$ થઈ જાય છે. આ બંને કિસ્સાઓમાં સાયકલનાં પ્રવેગની ગણતરી કરો.

**ઉકેલ :**

પ્રથમ કિસ્સામાં,

પ્રારંભિક વેગ $u = 0$,

અંતિમ વેગ $v = 6\ m\ s^{-1}$,

સમય $t = 30\ s$

સમીકરણ 8.3 પરથી

$$a = \frac{v-u}{t}$$

$u$, $v$ અને $t$ નાં આપેલ મૂલ્યો ઉપરના સમીકરણમાં મૂકતાં,

$$a = \frac{(6\ m s^{-1} - 0\ m s^{-1})}{30\ s}$$

$$a = 0.2\ m\ s^{-2}$$

બીજા કિસ્સામાં,

પ્રારંભિક વેગ $u = 6\ m\ s^{-1}$,

અંતિમ વેગ $v = 4\ m\ s^{-1}$,

સમય $t = 5\ s$

$$\text{તેથી, } a = \frac{(4\ m s^{-1} - 6\ m s^{-1})}{5\ s}$$

$$= -0.4\ m\ s^{-2}$$

આમ, સાઈકલનો પ્રથમ કિસ્સામાં પ્રવેગ $0.2\ m\ s^{-2}$ છે અને બીજા કિસ્સામાં $-0.4\ m\ s^{-2}$ છે.

### પ્રશ્નો :

1. તમે કોઈ વસ્તુની બાબતમાં ક્યારે કહી શકો કે,
   (i) તે અચળ પ્રવેગથી ગતિ કરે છે ?
   (ii) તે અસમાન પ્રવેગથી ગતિ કરે છે ?
2. એક બસની ગતિ 5 s માં 80 $km\ h^{-1}$ થી ઘટીને 60 $km\ h^{-1}$ થઈ જાય છે. બસનો પ્રવેગ શોધો.
3. એક ટ્રેન રેલવે-સ્ટેશનથી ગતિનો પ્રારંભ કરે છે અને અચળ પ્રવેગથી ગતિ કરી 10 min માં 40 $km\ h^{-1}$ની ઝડપ પ્રાપ્ત કરે છે, તો તેનો પ્રવેગ શોધો.

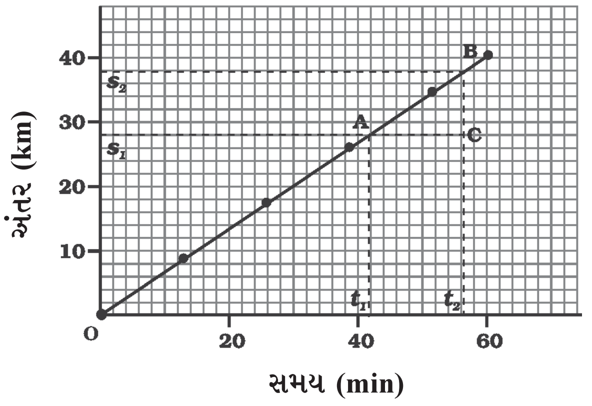
## 8.4 ગતિનું આલેખીય નિરૂપણ (Graphical Representation of Motion)

ઘણીબધી ઘટનાઓની મૂળભૂત જાણકારી આલેખ દ્વારા સરળતાપૂર્વક મળી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે કોઈ એકદિવસીય ક્રિકેટ મૅચના પ્રસારણ દરમિયાન કોઈ ટીમ દ્વારા પ્રત્યેક ઓવરમાં બનાવેલ રનના દરને ઊભા સ્તંભ [ઊભી લીટી (બાર) વાળા] આલેખ વડે દર્શાવાય છે. તમે ગણિતમાં અભ્યાસ કર્યો છે તે મુજબ સુરેખ આલેખની મદદથી બે ચલો ધરાવતાં રેખીય સમીકરણનો ઉકેલ મેળવી શકાય છે.

કોઈ વસ્તુની ગતિને દર્શાવવા માટે આપણે સુરેખ આલેખનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. આ કિસ્સામાં સુરેખ આલેખ કોઈ એક ભૌતિકરાશિ પરની નિર્ભરતા દર્શાવે છે. જેમકે અંતર કે વેગની કોઈ બીજી ભૌતિકરાશિ સમય પરની નિર્ભરતા.

### 8.4.1 અંતર - સમય-આલેખો (Distance - time graphs)

કોઈ વસ્તુના સ્થાનમાં સમયની સાપેક્ષમાં થતો ફેરફાર એક સુવિધાજનક સ્કેલ પસંદ કરી અંતર-સમયના આલેખ દ્વારા દર્શાવી શકાય છે. આ આલેખમાં સમયને X-અક્ષ પર તથા અંતરને Y-અક્ષ પર લેવામાં આવે છે. અંતર-સમયના આલેખને વસ્તુની વિવિધ અવસ્થાઓ માટે દર્શાવી શકાય છે. જેમકે સમાન ઝડપ, અસમાન ઝડપ, સ્થિર સ્થિતિ વગેરે.




*આકૃતિ 8.3 : અચળ ઝડપથી ગતિ કરતી વસ્તુનો અંતર-સમયનો આલેખ*

આપણે જાણીએ છીએ કે, જ્યારે કોઈ વસ્તુ સમાન સમયગાળામાં સમાન અંતર કાપે ત્યારે તે અચળ ઝડપથી ગતિ કરે છે. જે દર્શાવે છે કે વસ્તુએ કાપેલ અંતર સમયના સમપ્રમાણમાં છે. આમ, અચળ ઝડપ માટે અંતર વિરુદ્ધ સમયનો આલેખ સીધી રેખા મળે છે, જે આકૃતિ 8.3માં દર્શાવેલ છે. આલેખનો OB ભાગ દર્શાવે છે કે અંતર સમાન દરથી વધી રહ્યું છે. અહીં, નોંધો કે જો તમે $y$-અક્ષ પર વસ્તુએ કાપેલા અંતરનાં મૂલ્ય જેટલું જ તેણે કરેલા સ્થાનાંતરનું મૂલ્ય લો તો તમે અચળ ઝડપને બદલે અચળ વેગ એવું પદ વાપરી શકો.

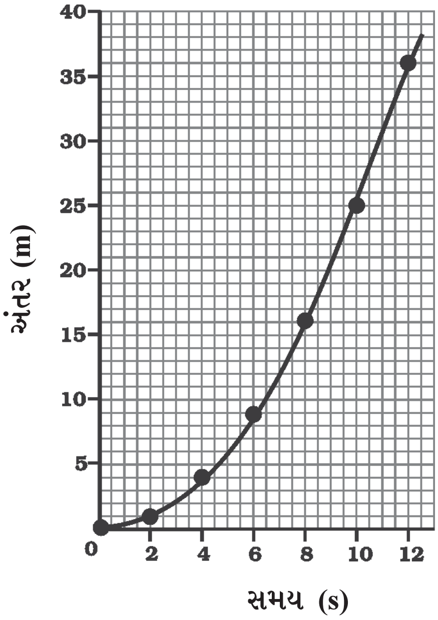
આપણે અંતર-સમયના આલેખનો ઉપયોગ વસ્તુની ઝડપ શોધવા માટે કરી શકીએ છીએ. આ માટે આકૃતિ 8.3માં દર્શાવેલ અંતર-સમયના આલેખમાં નાનો ખંડ AB ધ્યાનમાં લો. બિંદુ A માંથી X-અક્ષને સમાંતર રેખા તથા બિંદુ B માંથી Y-અક્ષને સમાંતર એક રેખા દોરો. આ બંને રેખા બિંદુ C પાસે મળી Δ ABC ની રચના કરે છે. હવે, આલેખમાં AC સમયગાળો $(t_2–t_1)$ જ્યારે BC તેને અનુરૂપ અંતર $(s_2–s_1)$ દર્શાવે છે. આપણે આલેખ પરથી જોઈ શકીએ છીએ કે, વસ્તુ A થી B સુધી ગતિ કરે તે દરમિયાન $(t_2–t_1)$ સમયગાળામાં તે $(s_2–s_1)$ અંતર કાપે છે. તેથી વસ્તુની ઝડપ $v$ નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય.

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad (8.4)$$

આ જ રીતે આપણે અંતર-સમયનો આલેખ પ્રવેગી ગતિ માટે પણ દોરી શકીએ. કોષ્ટક 8.2માં એક કાર દ્વારા 2 $s$ ના સમયગાળા દરમિયાન કાપેલ અંતર દર્શાવ્યું છે.

**કોષ્ટક 8.2 : કાર દ્વારા નિયમિત સમયગાળામાં કપાપેલ અંતર**

| સમય સેકન્ડમાં | અંતર મીટરમાં |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 2 | 1 |
| 4 | 4 |
| 6 | 9 |
| 8 | 16 |
| 10 | 25 |
| 12 | 36 |

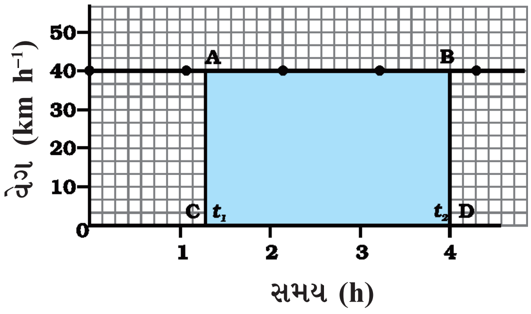



*આકૃતિ 8.4 : અસમાન ગતિ કરતી કાર માટે અંતર-સમયનો આલેખ*

કારની ગતિ માટે અંતર-સમયનો આલેખ આકૃતિ 8.4માં દર્શાવ્યો છે. એ નોંધો કે આકૃતિ 8.3માં દર્શાવેલ અંતર-સમયનાં સમાન ગતિનાં આલેખ કરતાં આ આલેખનો આકાર જુદો છે. આ આલેખની પ્રકૃતિ નિયત સમયમાં કાર દ્વારા કપાયેલ અંતરમાં અરેખીય ફેરફાર દર્શાવે છે. માટે, આકૃતિ 8.4માં દર્શાવેલ આલેખ અસમાન ઝડપવાળી ગતિ દર્શાવે છે.

### 8.4.2 વેગ-સમયનો આલેખ (Velocity-time Graphs)

સુરેખ પથ પર ગતિ કરતી એક વસ્તુના વેગમાં સમય સાથે થતા ફેરફારને વેગ-સમયના આલેખ દ્વારા દર્શાવાય છે. આ આલેખમાં સમયને X-અક્ષ પર અને વેગને Y-અક્ષ પર દર્શાવ્યો છે. જો વસ્તુ સમાન વેગથી ગતિમાન હોય તો સમય સાથે વેગ-સમયના આલેખની ઊંચાઈમાં કોઈ ફેરફાર થતો નથી (આકૃતિ 8.5). તેથી તે X-અક્ષને સમાંતર એક સીધી રેખા હશે. આકૃતિ 8.5, 40 km h$^{-1}$ ના અચળ વેગથી ગતિ કરતી કાર માટે વેગ-સમયનો આલેખ દર્શાવે છે.




*આકૃતિ 8.5 : નિયમિત ગતિ કરતી કાર માટે વેગ-સમયનો આલેખ*

આપણે જાણીએ છીએ કે, અચળ વેગથી ગતિ કરતી વસ્તુના વેગ અને સમયના ગુણાકાર પરથી તેનું સ્થાનાંતર મળે છે. વેગ-સમયના આલેખ અને સમયની અક્ષ વડે ઘેરાયેલા ભાગનું ક્ષેત્રફળ વસ્તુના સ્થાનાંતરનું મૂલ્ય આપે છે.

આકૃતિ 8.5 દ્વારા $t_1$ થી $t_2$ સમયગાળા દરમિયાન કાર દ્વારા કપાયેલ અંતર શોધવા માટે $t_1$ અને $t_2$ સમયને અનુરૂપ બિંદુઓ પરથી આલેખ પર લંબ દોરો. 40 km h$^{-1}$ ના વેગને ઊંચાઈ AC અથવા BD વડે તથા સમય $(t_2 – t_1)$ ને લંબાઈ ABથી દર્શાવેલ છે.

તેથી $(t_2 – t_1)$ સમયગાળામાં કાર દ્વારા કપાયેલ અંતર $s$ નીચે પ્રમાણે શોધી શકાય છે :

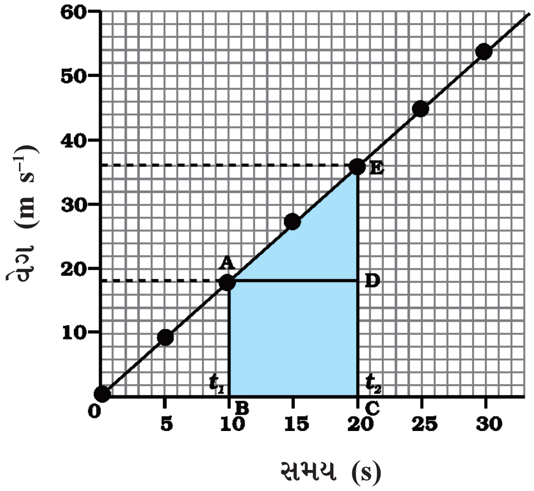
$s$ = AC × CD
= [(40 km h$^{-1}$) × $(t_2 - t_1)$ h]
= 40 $(t_2 - t_1)$ km
= લંબચોરસ ABCDનું ક્ષેત્રફળ (આકૃતિ 8.5માં દર્શાવેલ છાયાંકિત ભાગ)

વેગ-સમયના આલેખ દ્વારા આપણે અચળ પ્રવેગી ગતિનો અભ્યાસ પણ કરી શકીએ છીએ. ધારો કે એક કારના એન્જિનની ચકાસણી માટે તેને એક સુરેખ પથ પર ગતિ કરાવવામાં આવે છે. ડ્રાઈવરની બાજુમાં બેઠેલ એક વ્યક્તિ દર 5 $s$ બાદ કારના સ્પીડોમીટરનું અવલોકન લે છે. જુદા-જુદા સમય માટે કારનો વેગ m s$^{-1}$ તથા km h$^{-1}$માં કોષ્ટક 8.3 માં દર્શાવેલ છે.

**કોષ્ટક 8.3 : ચોક્કસ સમયના ગાળે કારનો વેગ**

| સમય | કારનો વેગ | |
|---|---|---|
| (s) | (m s$^{-1}$) | (km h$^{-1}$) |
| 0 | 0 | 0 |
| 5 | 2.5 | 9 |
| 10 | 5.0 | 18 |
| 15 | 7.5 | 27 |
| 20 | 10.0 | 36 |
| 25 | 12.5 | 45 |
| 30 | 15.0 | 54 |

આ કિસ્સામાં કારની ગતિ માટે વેગ-સમયનો આલેખ આકૃતિ 8.6માં દર્શાવેલ છે. આલેખનો આકાર દર્શાવે છે કે સમાન સમયગાળામાં વેગમાં થતો ફેરફાર સમાન છે. આમ, બધી જ અચળ પ્રવેગી ગતિ માટે વેગ-સમયનો આલેખ સીધી રેખા હોય છે.




*આકૃતિ 8.6 : અચળ પ્રવેગથી ગતિ કરતી કાર માટે વેગ-સમયનો આલેખ*

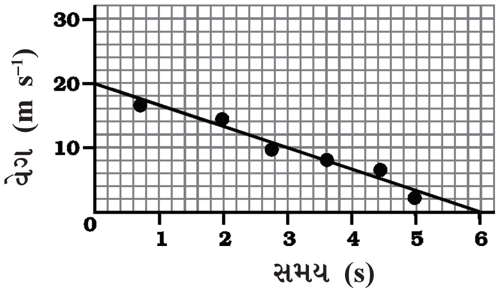
તમે વેગ-સમયનાં આલેખ દ્વારા કાર વડે કપાયેલું અંતર પણ માપી શકો છો. વેગ-સમયના આલેખ નીચે ઘેરાયેલ ભાગનું ક્ષેત્રફળ આપેલ સમયગાળામાં કાર દ્વારા કપાયેલ અંતર (સ્થાનાંતરનું મૂલ્ય) દર્શાવે છે. જો કાર અચળ વેગથી ગતિ કરતી હોય તો આલેખ (આકૃતિ 8.6)માં દર્શાવેલ ભાગ ABCD તેણે કાપેલ અંતર દર્શાવે; પરંતુ કારનો વેગ પ્રવેગી ગતિના કારણે બદલાતો હોવાથી કાર દ્વારા કપાયેલ અંતર *s* વેગ-સમયના આલેખ (આકૃતિ 8.6)માં દર્શાવેલ ક્ષેત્રફળ ABCDE દ્વારા મેળવી શકાય.

s = ABCDE નું ક્ષેત્રફળ

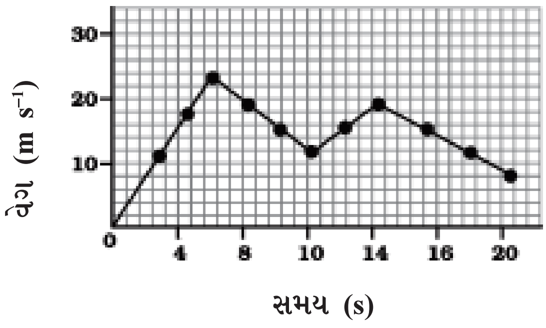
= લંબચોરસ ABCD નું ક્ષેત્રફળ + ત્રિકોણ ADEનું ક્ષેત્રફળ

$$= AB \times BC + \frac{1}{2}(AD \times DE)$$

અનિયમિત પ્રવેગી ગતિના કિસ્સામાં વેગ-સમયનો આલેખ ગમે તે આકારનો હોઈ શકે.




(a)




(b)

*આકૃતિ 8.7 : અનિયમિત પ્રવેગથી ગતિ કરતી વસ્તુ માટે વેગ-સમયનો આલેખ*

આકૃતિ 8.7 (a)માં વેગ-સમયનો આલેખ દર્શાવે છે કે વસ્તુની ગતિ એવી છે કે વેગ એ સમય સાથે ઘટતો જાય છે. જ્યારે આકૃતિ 8.7 (b)માં કોઈ વસ્તુના વેગમાં અસમાન ફેરફાર વેગ-સમયના આલેખમાં દર્શાવેલ છે. આ આલેખોનું અર્થઘટન કરવાનો પ્રયત્ન કરો.

## પ્રવૃત્તિ 8.9

- એક ટ્રેનનાં ત્રણ સ્ટેશનો A, B અને C પાસે આગમન અને પ્રસ્થાનના સમય તથા સ્ટેશન B અને C ના સ્ટેશન A થી અંતર કોષ્ટક 8.4 માં દર્શાવેલ છે.

**કોષ્ટક 8.4 : સ્ટેશન B અને C ના A થી અંતરો તથા ટ્રેનનો આવવાનો અને જવાનો સમય**

| સ્ટેશન | A થી અંતર (km) | આવવાનો સમય (hours) | જવાનો સમય (hours) |
|---|---|---|---|
| A | 0 | 08:00 | 08:15 |
| B | 120 | 11:15 | 11:30 |
| C | 180 | 13:00 | 13:15 |

- કોઈ બે સ્ટેશનોની વચ્ચે ટ્રેનની ગતિ અચળ છે તેમ સ્વીકારી લઈને વેગ-સમયનો આલેખ દોરો અને તેનું અર્થઘટન કરો.