

Personal copy
1947 48

વિજ્ઞાનવિચાર



ચોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ
એમ. એ; બી. એસ સી.
'વિજ્ઞાનવિનોદ' વગેરેના લેખક



ગુજરાત સંશોધન મંડળ તરફથી
એન. એમ. ત્રિપાઠી લિમિટેડ
બુકસેલર્સ

પ્રિન્સેસ સ્ટ્રીટ : મુંબઈ



વિજ્ઞાનવિચાર



પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ

એમ. એ; બી. એસ સી.

“વિજ્ઞાનવિનોદ” વગેરેના લેખક



ગુજરાત સંશોધન મંડળ તરફથી

એન. એમ. ત્રિપાઠી લિમિટેડ

બુકસેલર્સ

પ્રિન્સેસ સ્ટ્રીટ

:

મુબઈ

प्रथम आवृत्ति १९२६

भील आवृत्ति १९३८

त्रील आवृत्ति १९४७

३. २-८-०

सर्वाधिकार
लेखकने स्वाधीन

प्रकाशक :

गुजरात संशोधन मंडल वती

परमसुभा पंजा

એન. એમ. ત્રિપાઠી લિ.

પ્રિન્સેસ સ્ટ્રીટ, મુંબઈ

मुद्रक :

कनैयालाल पी. शाह

, ओरीजेंट प्रि. हाउस,

नवीवाडी, मुंबई, २

पित्रे



Scientific thought does not mean thought about scientific subjects with long names. There are no scientific subjects. The subject of science is the Human Universe: that is to say, everything that is, that has been, or may be related to man. W. K. Clifford

“વૈજ્ઞાનિક વિચારનો અર્થ એમ નથી થતો કે લાંબા લાંબા નામવાળા વૈજ્ઞાનિક વિષયો સંબંધી વિચાર. સ્વતંત્ર વૈજ્ઞાનિક વિષયો છે જ નહિ. મનુષ્યનું વિશ્વ એ જ વિજ્ઞાનનો વિષય; એટલે મનુષ્યના ભૂતકાળ, સાંપ્રતકાળ અને ભવિષ્યકાળની બધી ઘટનાઓનો તેમાં સમાવેશ થાય છે.”

કેલીફોર્ડ



અનુક્રમ

વિષય	પાનું
નિવેદન પહેલી આવૃત્તિનું...	૬
„ ત્રીજી આવૃત્તિનું...	૧૧
પ્રકરણ ૧ લું. વિજ્ઞાન એટલે શું?	૧
„ ૨ બું. વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ-વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવનાં લક્ષણો	૨૫
„ ૩ બું. વિજ્ઞાનના કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો...	૫૦
„ ૪ થું. વિજ્ઞાનનો નકશો	૬૩
„ ૫ મું. વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દ્વિગ્દર્શન-પ્રાચીન ગ્રીસ ૭૪	૭૪
„ ૬ હું „ „ હિંદમાં વિજ્ઞાન	૯૦
„ ૭ મું. „ „ યુરોપમાં મધ્યકાલ	૧૨૨
„ ૮ મું. „ „ યુરોપમાં અર્વાચીન સમય	૧૩૦
„ ૯ મું. ખગોલવિદ્યા	૧૪૦
„ ૧૦ મું. ભૌતિકશાસ્ત્રો	૧૫૫
„ ૧૧ મું. જીવવિદ્યા.	૧૮૪
„ ૧૨ મું. માનસશાસ્ત્ર... ..	૨૦૭
„ ૧૩ મું. વિજ્ઞાન અને રસવૃત્તિ	૨૧૭
„ ૧૪ મું. ગુજરાત અને વિજ્ઞાન	૨૩૩

પ્રથમ આવૃત્તિનું નિવેદન

ગુજરાતી ભાષામાં વિજ્ઞાન સંબંધી પુસ્તકો ઘણાં જ થોડાં છે તેમાં ઉમેરો કરતાં જરા યે શ્લોભ થવો જોઈએ નહિ; અને આવાં પુસ્તકોને માટે લાંબા નિવેદનની પણ જરૂર રહેતી નથી.

ગુજરાતીમાં વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓ વિષે વર્ણનાત્મક પુસ્તકો અનુવાદરૂપે અથવા સ્વતંત્ર રીતે તૈયાર થયેલાં છે; પરંતુ વિજ્ઞાનનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ સમજવા માટે સ્વતંત્ર વિવેચનાત્મક પુસ્તક મારી જાણમાં નથી. શિક્ષણમાં ઉપયોગી પુસ્તકોની માગણી વધારે થવાથી પ્રથમ પ્રકારનાં પુસ્તકો જલદીથી તૈયાર થાય એ સ્વાભાવિક છે; પરંતુ સાધારણ જનસમાજમાં વિજ્ઞાનને વધારે જાણીતું અને વધારે લોકપ્રિય કરવાને માટે વિજ્ઞાનના મુખ્ય સિદ્ધાન્તો સરળતાથી સમજાવનાર પુસ્તકોની ઘણી જરૂર છે. સન ૧૯૧૫ માં હોમ યુનિવર્સિટી લાઇબ્રેરીનાં પુસ્તકોમાં થોમસનનું Introduction to Science વાંચવાથી તેના જેવું એક સ્વતંત્ર પુસ્તક લખવાનું મને સ્પુરણ થયું. એ પુસ્તક સુંદર શૈલીમાં લખાયું હોવા છતાં તેનો તરજીમો કે અનુવાદ ગુજરાતી વાચકને અનુકૂળ નહિ થાય એ મને તરત જ સ્પષ્ટ થયું હતું. આ કામ હાથમાં લીધા પછી પૂરું થતાં ઘણો સમય લાગવાથી અને તે સમયમાં ખીજાં અનેક પુસ્તકો વાંચવામાં આવ્યાથી, થોમસનના પુસ્તકના કરતાં એક તદ્દન જુદું જ પુસ્તક લખાયું છે અને ધારવા કરતાં લાંબુ પણ વધારે થયું છે. દરેક સ્થળે સંબંધિત પુસ્તકોનો ઉલ્લેખ કરવો અશક્ય હોવાથી તેમની યાદી જુદી આપવામાં આવી છે; તેમાંથી આ વિષયના વધારે અભ્યાસ કરનારને સાધન અને માહિતી મળશે.

આ પુસ્તકના મુખ્ય ત્રણ ભાગ પાડી શકાય: પહેલા વિભાગમાં વિજ્ઞાનના સ્વરૂપનું નિરૂપણ કરવામાં આવ્યું છે. વિજ્ઞાન એટલે શું ?

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિનાં લક્ષણો, વિજ્ઞાનના કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો, વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓનો પરિચય કરાવનાર વિજ્ઞાનનો નકશો, વગેરે પ્રકરણો પહેલા વિભાગમાં સમાય છે.

બીજા વિભાગમાં વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન કરવામાં આવ્યું છે. વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ જાણ્યા વિના, વિજ્ઞાનની હાલની સ્થિતિ અને હાલના અગત્યના પ્રશ્નોનું વિવેચન સમજવું મુશ્કેલ છે; પ્રાચીન ભારતમાં થયેલી વિજ્ઞાનની શોધો અને તેમનું તુલનાત્મક વિવેચન ગુજરાતી વાચકને ખાસ ઉપયોગી અને રસમય લાગશે એમ ધારીને “પ્રાચીન હિંદમાં વિજ્ઞાન” એ વિષયનું પ્રકરણ જુદું પાઠકમાં આવ્યું છે. ખગોલવિદ્યા, ભૌતિકશાસ્ત્રો, રસાયનવિદ્યા, જીવવિદ્યા, માનસશાસ્ત્ર એ બધા વિષયોનું માત્ર વિહંગાવલોકન કરવા જતાં આ વિભાગ જરા લાંબો થયો છે. પરંતુ તે વાંચ્યા વિના છેલ્લા વિભાગમાં ચર્ચાવિદ્યા વિજ્ઞાનના અગત્યના પ્રશ્નોનું વિવેચન કઠિન લાગશે.

વિજ્ઞાન અને રસવૃત્તિ, વિજ્ઞાન અને તત્ત્વજ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને ધર્મભાવના એ ત્રણ પ્રકરણમાં છેલ્લો વિભાગ સમાપ્ત થાય છે. વિજ્ઞાનની વાસ્તવિક કીર્તિ અને અર્વાચીન સંસ્કૃતિમાં વિજ્ઞાને આપેલા ફાળાની સમજૂતી આ પ્રકરણમાં અપાઈ છે. છેવટે “ગુજરાતને વિજ્ઞાનની જરૂર” એ પ્રકરણમાં વિજ્ઞાનની ઉપયોગિતા અને આવશ્યકતા દર્શાવીને પુસ્તકની સમાપ્તિ કરી છે.

આ ઉપરાંત વિજ્ઞાનની પદ્ધતિના ઉદાહરણરૂપે વિજ્ઞાનની શાખાઓ અને ઉપશાખાઓના વિષયોનો પરિચય કરાવવાના હેતુથી મેં જુદા લેખો સ્વતંત્ર રીતે લખેલા, પરંતુ આ પુસ્તક લાંબું થઈ જવાના ભયથી આ લેખસંગ્રહ “વિજ્ઞાન વિનોદ” એ નામથી ગુજરાતી સાહિત્ય પરિષદ ભંડોળ કમિટી તરફથી જુદો પ્રકટ કરવામાં આવ્યો છે. આ બંને પુસ્તકો સ્વતંત્ર હોવા છતાં પણ બંનેનું લક્ષ્ય

એક જ હોવાથી તેમને સાથે વાંચવાથી વાચકને ઉપયોગી થઈ પડશે.

આ પુસ્તકમાં વપરાયેલા પારિભાષિક શબ્દોનો કોષ અત્તમાં આપવામાં આવ્યો છે. વૈજ્ઞાનિક પરિભાષાના ધણા ચર્ચાયેલા વિષયમાં હજી વ્યવસ્થા અને નિશ્ચિતતા પ્રાપ્ત થઈ નથી : આ વિષયમાં “સાહિત્ય” સંપેદ્ય ૧૯૨૧ માં અપાયેલા મારા વિચારોમાં ફેરફાર કરવાની મને જરૂર લાગતી નથી. કેવળ નવીનતાને માટે ખાસ સંસ્કૃત જ શબ્દો શોધવા જોઈએ, અને ફારસી કે અંગ્રેજી ભાષાના શબ્દોનો તદ્દન જ ત્યાગ કરવો જોઈએ એ અભિપ્રાય મને માન્ય નથી. પરિભાષા સરળ અને અર્થસૂચક હોવી જોઈએ એ દૃષ્ટિપિંદુ સર્વોપરિ રાખીને બીજી ભાષાના શબ્દોને સ્વીકારતાં અચકાવું જોઈએ નહિ.

આ નિવેદનમાં મહારા પરમ મિત્ર ડૉ. કાન્તિલાલ છગનલાલ પંડ્યા સંખંધી ઉલ્લેખ કર્યા વિના રહેવાય તેમ નથી. સને ૧૯૧૨ માં બેંગ્લોર સાયન્સ ઇન્સ્ટીટ્યૂટમાં સાથે રહેવાનો પ્રસંગ પ્રાપ્ત થતાં તેમના તરફથી ગુજરાતીમાં લખવાનું મને પ્રથમ સ્પુરણ મળ્યું હતું. આ સ્પુરણના પ્રતાપે અને તેમના જ ઉત્સાહ અને ઉમંગને લીધે ૧૯૧૬માં આ પુસ્તક લખવાનું મેં માથે લીધું હતું. ત્યાર પછી પણ તેમની તીવ્ર પણ ઉદાર વિવેચકચુદ્ધિનો લાલ મને અનેક વાર મળ્યો છે અને જો કે તેનો પૂરેપૂરો ઉપયોગ હું કરી શક્યો નથી તે છતાં આ પુસ્તક તેમનું અનેક રીતે ઋણી રહેશે.

આ પુસ્તક લખાતી અને છપાતી વખતે અનેક ઉપયોગી સૂચનો કરવા માટે પ્રોફેસર સાંકળચંદ્ર જોડાલાલ શાહનો અને પુસ્તકની છપામણીમાં કરેલી મદદને માટે સોસાયટીના બાહોશ આસિસ્ટન્ટ સેક્રેટરી રા. હીરાલાલ ત્રિલુવનદાસ પારેખનો ઉપકાર માનવાની આ તક લઉં છું.

છેવટમાં મારે જણાવતું જોઇએ કે મારા જીવનવ્યવસાયમાંથી આ પુસ્તકને જોઇએ તેટલો સમય એકી વખતે આપી નહિ શકવાથી અનેક પ્રકારની ત્રુટીઓ રહી જવા પામી હશે એમ હું કદપી શકું છું; તે દૂર કરવાની સૂચનાઓ મળશે તો તે ઉપર ધ્યાન આપવાને હું તત્પર રહીશ. ગુજરાતી સાહિત્યમાં વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર ખેડવાનું ઘણું બાકી છે; અને તેથી આના કરતાં સારું પુસ્તક લખવાના પ્રયાસ ખીજા વેળા ખીજા કોઈના હાથે થશે એમ આશા રાખીને આ પુસ્તકને પ્રસિદ્ધિમાં મૂકતાં મને આનંદ થાય છે.

કલકત્તા }
૩૧-૧-૨૬

પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ

ત્રીજી આવૃત્તિનું નિવેદન

આ પુસ્તક પ્રથમ ૧૯૨૬ માં પ્રસિદ્ધ થયેલું. ત્યાર પછી તેની બીજી આવૃત્તિ ૧૯૩૮ માં ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાયટીએ અને પૂછ્યા વિના છાપી નાંખેલી તેથી પુસ્તક સુધારવાની મારી આશાઓ મનમાં જ રહી ગયેલી.

આજે એકવીસ વર્ષે આ પુસ્તકની નવી આવૃત્તિ કરવાનો પ્રસંગ આવે છે તેનો લાભ લઈને તેમાં ઘણા મહત્વના ફેરફારો કરીને, અનં ઘણી નવી વૈજ્ઞાનિક માહિતી આપીને તેને અદ્યતન કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે. તેમ કરતાં પુસ્તક ઘણું 'મોટું' થઈ જવાનો ભય હતો તેથી કેટલાંએક પ્રકરણો આ સમયમાં જૂનાં લાગવાથી છોડી દીધાં છે અને કોલેજના વિદ્યાર્થીઓને રસ પડે તેવી માહિતી વધારવાનો પ્રયાસ કરવામાં આવ્યો છે. વળી તત્ત્વજ્ઞાન અને ધર્મના પ્રશ્નોને નવી દૃષ્ટિથી જણાવવાને માટે તે વિષયનાં પ્રકરણોને છોડી દેવામાં આવ્યાં છે. તેમને નવા રૂપમાં, નવી માહિતી, નવા વિચારો અને નવા વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિબિંદુથી તપાસીને અર્વાચીન અને પ્રાચીન વિજ્ઞાનનો સમન્વય કરવાની ઇચ્છાથી 'વિજ્ઞાનવિવેક' નામના નવા પુસ્તકમાં સામેલ કરવામાં આવશે. આમ કરવામાં મુખ્ય દૃષ્ટિ આ પુસ્તકને જેમ અને તેમ વધારે સરળ લોકભોગ્ય તેમ જ અદ્યતન બનાવવાની છે.

વિજ્ઞાનની પરિભાષા હજી પણ વ્યવસ્થિત કે અંતિમ સ્વરૂપ પામી નથી. આ લેખકે વિજ્ઞાન સમિતિના રિપોર્ટ (૧૯૨૧) માં, અને સાહિત્ય પરિષદના વિજ્ઞાનવિભાગના પ્રમુખ તરીકે ૧૯૩૭ માં શ્રી ગુજરાતી કાર્યાલય સભા તરફથી પ્રસિદ્ધ કરેલા "વૈજ્ઞાનિક શબ્દસંગ્રહ"માં તેમ જ આ પુસ્તકમાં આ દિશામાં પ્રયત્ન કર્યા છે. બીજાં યે ઘણા પ્રયત્નો થયા છે તે સઘળાને સ્થાયી રૂપ આપવાનું કામ ગુજરાત યુનિવર્સિટી જેવી સર્વમાન્ય સંસ્થાના હાથે જ થઈ શકે. પરંતુ ઘણા વિચિત્ર શબ્દોમાં સુધારણા

કરવાની જરૂર છે. મૌલેકયુલ માટે અણુ શબ્દ અને એટમ માટે પરમાણુ શબ્દ યોગ્ય હોવા છતાં દૈનિક જાપાંઓમાં અણુપૌમ્પ જેવા તરજીમીઓ શબ્દ પ્રચલિત થઈ ગયો છે. જાતિ શબ્દ માનવકુલસમૂહોને માટે જ યોગ્ય હોવા છતાં પણ “જાતિય” શબ્દ ખોટા અર્થમાં વાપરવામાં આવે છે. આ અવ્યવસ્થા દૂર કરવાનું અગત્યનું કામ ત્વરાથી ઉપાડી લેવું જોઈએ. વળી શબ્દોને લોકભોગ્ય બનાવવાને માટે ચોક-સાઈને બદલે સાદાઈ ઉપર અમુક અંશ સુધી ભાર મૂકવાની પ્રથા પડવી જોઈએ. વિદ્યતને બદલે વીજ શબ્દ, વિદ્યુદ્રણને બદલે વીજાણુ શબ્દ મેં આ જ દષ્ટિએ વાપર્યો છે. વૈજ્ઞાનિક, ત્રૈમાસિક જેવા શબ્દને બદલે વિજ્ઞાની, ત્રિમાસી, એવા સાદા પણ અર્થસૂચક શબ્દોનો ઉપયોગ શિષ્ટ સાહિત્યમાં અપનાવવો ઘટે છે. આ પુસ્તકમાં સાહિત્યેતર વિષયનાં વાચકોને પણ સમજ અને રસ પડે તેવી સાદાઈ અને સરળતા સાચવતાં શિષ્ટ સાહિત્ય અને શૈલીના નિયમોનો અભણતાં અનાદર થયો હોય તો દરગુજર કરવામાં આવશે એવી આશા છે.

ગુજરાતી વાઙ્મયમાં વૈજ્ઞાનિક સાહિત્યની ઉણપ બધા જ દેશહિતચિંતકોને ખૂંચે એ સ્વાભાવિક છે. પરંતુ મરાઠી સાહિત્ય અને મરાઠી વાચકોની સંખ્યાના પ્રમાણમાં ગુજરાતી સાહિત્યમાં વૈજ્ઞાનિક પુસ્તકોની સંખ્યા નાની ન ગણાય. ગુજરાતમાં નવા યુગમાં વિજ્ઞાનને વધતું સ્થાન મળે છે તે વાત ખરી છે. પરંતુ વિજ્ઞાનના વિષયો લેનાર વિદ્યાર્થીને સાહિત્ય, ભાષા, સમાજશાસ્ત્ર કે અર્થશાસ્ત્ર વાંચવાના કે સમજવાના પ્રસંગો મળતા નથી તેથી વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણ એકતરફી થઈ જવાના સંભવ વધતા જાય છે. વૈજ્ઞાનિકોએ કેવળ પોતપોતાના વિષયો કે ઉપવિષયોમાં દટાઈ જવું જોઈએ નહિ પણ તેમણે તો વિશ્વને સંકલિત અને સમન્વિત રૂપમાં જોવું જોઈએ. એ વિચાર ઉપર ભાર મૂકવાની ઇચ્છાથી આ પુસ્તકને નવું રૂપ આપ્યું છે. ગુજરાતના નવવિધાનમાં વિજ્ઞાન અતે વૈજ્ઞાનિકોને

યોગ્ય સ્થાન મળે, અને વૈજ્ઞાનિકો કેવળ પોતાના દૃષ્ટિબિંદુ ઉપરાંત સકળ સૃષ્ટિને સમન્વિત રૂપમાં જોઈ શકે, અને વ્યક્તિ તેમજ સમ-ષ્ટિના કલ્યાણના માર્ગો સાધી શકે, તેને માટે યોગ્ય માર્ગદર્શન મળે અને પોતાની સાથે સામાન્ય પ્રગતને પણ વિજ્ઞાનપ્રેમી અને વિજ્ઞાન-ગુણાનુરાગી બનાવે એવી આશાથી નવી આવૃત્તિ ગુજરાતી વાંચક સમાજને ચરણે ધરતાં લેખકને આનંદ થાય છે.

પ્રકાશનનું કાર્ય ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાયટી પાસેથી તેમની સંમતિથી લઈને ગુજરાત સંશોધન મંડળને સોંપવામાં આવ્યું છે. તે ફેરફાર માટે એ સંસ્થાને ધન્યવાદ ઘટે છે.

લલિતકુંજ : ખાર પૌપટલાલ જોવિંદલાલ શાહ
મુંબઈ-૨૧ : તા. ૧૭-૫-૪૭



અંગ્રેજીમાં જે વિષયોને “સાયન્સ” કહેવામાં આવે છે, તેને માટે ગુજરાતીમાં વિજ્ઞાન શબ્દ હવે રૂઢ થઈ ગયો છે. “સાયન્સ” શબ્દનો મૂળ અર્થ “જ્ઞાન” થાય છે; તેને બદલે ગુજરાતીમાં “વિજ્ઞાન” શબ્દ વાપરવાનું ખાસ પ્રયોજન છે. સંસ્કૃત તત્ત્વજ્ઞાન અને અધ્યાત્મવિદ્યામાં જ્ઞાન અને વિજ્ઞાન એ બે શબ્દો જુદી રીતે વપરાયા છે; જ્ઞાન ધ્યાન અને ચિંતનથી પ્રાપ્ત થાય છે, અને વિજ્ઞાન પ્રત્યક્ષ અનુભવથી (સાક્ષાત્કાર રૂપે) પ્રાપ્ત થાય છે. લગભગ આવો જ ભેદ અર્વાચીન જ્ઞાન અને વિજ્ઞાનમાં છે. વિજ્ઞાન એટલે વિશિષ્ટ પ્રકારનું જ્ઞાન; અને તે પ્રત્યક્ષ અનુભવ અને નિરીક્ષણથી રચાયેલું જ્ઞાન. આ ઉપરાંત વિજ્ઞાનની વિશેષતા વ્યવસ્થા અને નિયમમાં સમાયેલી છે. સાધારણ જ્ઞાન છુટક વસ્તુઓ કે વિચારોનું હોય છે પણ ન્યારે આ છુટક જ્ઞાનને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવામાં આવે ત્યારે તેમાંથી વિજ્ઞાનનાં તત્ત્વોનો આવિર્ભાવ થાય છે સાધારણ જ્ઞાનને ઇંટોના ઢગલાની સાથે સરખાવીએ તો વિજ્ઞાનને તેમાંથી ઇંટોને નિયમસર ગોઠવીને ચણેલી દિવાલ સાથે સરખાવી શકાય. સાધારણ જ્ઞાનને જળગિન્દુની વૃષ્ટિ સાથે સરખાવીએ તો વિજ્ઞાનને તેમાંથી ઉત્પન્ન થતાં સ્રોત, ઝરા અને નદીની સાથે સરખાવી શકાય. જલવૃષ્ટિ જે ઠોકાણે પડે તે ઠોકાણે જ સમાઈ જાય છે અને તેટલી જ જમીનને પોષી શકે છે; પરંતુ પ્રબળ વેગવાળા જળસ્રોતથી ડુંગરોની કંઈ જ જમીન કપાઈને પોચી બને છે અને તેના જળમાર્ગની બાજુપર સ્થળે સ્થળે લીલોતરી ઉત્પન્ન થાય છે, જળચક્કી ચાલી શકે છે, અને ધૂળવાળાં શહેરોની તરસી વસતીને માટે જળાશયો ભરી શકાય છે. સાધારણ જ્ઞાનને વિચ્છિન્ન, અસંબંધ, વિભક્ત અને કાર્ય સાધવાને અશક્ત ગણીએ તો વિજ્ઞાન સંયોજિત, સંબંધ, અવિભક્ત, ફલોત્પાદક અને કાર્યસાધક હોય છે.

જ્ઞાન અને વિજ્ઞાનનો સંબંધ

જ્ઞાન અને વિજ્ઞાનનો સંબંધ અને જ્ઞાનમાંથી વિજ્ઞાનનો પરિ-
પાક કેવી રીતે થાય છે તે, સમજવાને એક દૃષ્ટાંત ખસ થશે.
દરિયાની નજીક આવેલા ખંભાત, ભરૂચ, સુરત, મુંબઈ વગેરે
સ્થળોએ દરિયાની ભરતી અને ઓટ જોનારને તે સંબંધી થોડુંએક
જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય છે. દિવસમાં ભરતી બે વખત ચઢે છે, અને બે
વખત ઉતરે છે; અને આ ભરતી અને ઓટનો સમય દરરોજ
બદલાય છે; વળી અમુક વખતે મહોટી ભરતી જીવાળ-આવે છે;
આ બંધી જીદી જીદી હકીકતોને જ્ઞાનનું રૂપ આપી શકાય. પરંતુ
તેમાં જ્યાંસુધી ચોકસાઈથી આ ભરતી ઓટનું માપ ન થાય અને
આ હકીકતોને વૈજ્ઞાનિક તથ્યનું રૂપ ન અપાય ત્યાંસુધી વિજ્ઞાનનો
ઉદ્ભવ થતો નથી. નહાના જીવાળમાં ભરતીનું પાણી ૧૦-૧૧ ફીટ
ઉંચું ચઢે છે અને મહોટા જીવાળમાં પાણી ૧૪-૧૫ ફીટ ઉંચું ચઢે
છે; આ પાણીનું વજન કેટલું અને તે વજન ઉપાડવાને કેટલું બળ
જોઈએ? સાધારણ કુંડી કે ડોલમાંનું પાણી ઉંચકવાને આપણને
કેટલું બળ જોઈએ છીએ તે આપણે સમજી શકીએ છીએ; પરંતુ
દરીઆમાં ભરતી આવવાથી કરોડો મણ જેટલા પાણીની ઉચલ-
પાથલ થાય છે તેને માટે કેટલું બળ જોઈએ તેનો ખ્યાલ આપણને
સહેલાઈથી આવી શકે નહિ. આ પાણીને ખેંચનાર સૂર્ય અને ચંદ્રનું
બળ કેટલું છે; આ સૂર્ય આપણી પૃથ્વીથી નવ કરોડ માઈલ જેટલા
અંતરે છે અને ચંદ્ર અઢી લાખ માઈલ જેટલો દૂર છે; આ બંધી
હકીકતો મેળવ્યા પછી પણ જાણવાનું ધણું બાકી રહે છે. ગુરૂત્વાકર્ષણ-
ના બળના નિયમો અને પરિણામો સમજ્યા પછી જ આ ભરતી
ઓટનું ખરૂં સ્વરૂપ સમજી શકાય છે; અને અત્યારે એટલી ચોકસાઈથી
આ હકીકતો સમજાઈ છે કે અમુક દિવસે, અમુક સ્થળે ભરતી કેટલે
વખતે, અને કેટલા સમય માટે, કેટલી નહાની-મહોટી આવશે તેની
ગણતરી પંચાંગોમાં આપવામાં આવે છે. ભરતી-ઓટ થાય છે એ

સાધારણ માહિતી મેળવવી એને જ્ઞાન કહેવાય; પરંતુ તેના વિષે કાર્યકારણનો સંબંધ નક્કી કરી તેનું ચોક્કસ અને વિગતવાર વર્ણન મેળવવું વિજ્ઞાનનું કામ છે.

વિજ્ઞાનની વ્યાખ્યા

આ પ્રમાણે જો કે હકીકતો એકઠી કરવાનું કામ ધણું જ અગત્યનું છે તે છતાં ફક્ત હકીકતોનું જ્ઞાન મેળવવું એ વિજ્ઞાનને માટે ખસ નથી. હકીકતોને વિવેકપૂર્વક એકઠી કરીને તેમાંથી ખીખ મનુષ્યોથી ચોકસાઈ થઈ શકે એવા રૂપમાં તેમને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવીને, તેમાંથી નિયમો તારવવા, પૂર્વાનુપૂર્વી સંબંધો શોધવા, અને દરેક ઘટનાની સંપૂર્ણ સમજૂતી મેળવવી એ વિજ્ઞાનનાં મુખ્ય કાર્ય છે. ફક્ત જ્ઞાન મેળવવામાં જ અને તેનો સંગ્રહ કરવામાં જ વિજ્ઞાનનું કાર્ય સમાપ્ત થતું નથી. ભરતીઓટ સંબંધી ત્રુટક હકીકતોના જ્ઞાનમાંથી વિજ્ઞાનનો પરિપાક થતાં પહેલાં ધણું કામ કરવાનું પાકી રહે છે. તે કામ કેવી રીતે થાય છે અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ કેવી છે તે વિષે પછીથી વિવેચન કરીશું. પરંતુ અત્યારે એટલું જણાવવું ખસ છે, કે વિજ્ઞાનની વ્યાખ્યા × ટુંકાણમાં એમ આપી શકાય કે નિરીક્ષણ અને અનુભવ ઉપરથી વ્યવસ્થા પ્રમાણે અને નિયમશોધનની દૃષ્ટિએ ગોઠવેલું જ્ઞાન, તે વિજ્ઞાન. * આ પ્રકારનું જ્ઞાન બધાથી સમજી શકાય અને તેની વાસ્તવિકતા વિષે ચોક્કસી કરી શકાય તેવા રૂપમાં હોવું જોઈએ અને મનુષ્યની અગત લાગણીઓથી અકલુષિત હોવું જોઈએ. વિજ્ઞાનની શાખાઓ અને ઉપશાખાઓ એટલી બધી વધતી જાય છે, અને તે દરેકની કાર્ય-પ્રવૃત્તિના પ્રદેશો, અને તેમની કાર્યની બાહ્યપદ્ધતિ એટલી ભિન્ન દેખાય છે કે તેમનો પરસ્પર સંબંધ સાધારણ દૃષ્ટિએ સ્પષ્ટ દેખાય

× Science is organised and formulated observation and experience.

* Science is verifiable, communicable, impersonal knowledge.

નહિં. તે છતાં વિજ્ઞાનની બધી પ્રવૃત્તિનું પ્રયોજન એ છે કે સૃષ્ટિની દરેક ઘટનાનું સર્વદેશીય જ્ઞાન મેળવીને, સૃષ્ટિનું રહસ્ય સમજવું. વિજ્ઞાનની વ્યાખ્યા થોડા શબ્દોમાં આપવાથી આપણને વિજ્ઞાનના સ્વરૂપનો ખરો ખ્યાલ આવતો નથી. તે સમજવાને માટે વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર, વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ, વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ, વિજ્ઞાનનાં મૌલિક સિદ્ધાન્તો, અને વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ વગેરે વિષયો સમજવાની જરૂર છે.

વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ

વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર શું એ સમજવા પહેલાં “વિજ્ઞાનનો મુખ્ય હેતુ શો?” “વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ શો?” એ પ્રશ્નોનો ઉત્તર મેળવવો સાર્થક છે. “જોય સૃષ્ટિનું ટુકામાં વર્ણન કરવું એ વિજ્ઞાનનો મુખ્ય હેતુ છે” * એ સાદા વાક્યમાં ઉંડું રહસ્ય સમાયેલું છે. જોય સૃષ્ટિ એટલે જાણી શકાય એવી સૃષ્ટિ માત્રનું ચોકસાઈથી જ્ઞાન મેળવવું, અને તે જ્ઞાનને વ્યવસ્થાપૂર્વક અને ગોઠવીને, તેમાંથી ટુકા સૂત્રરૂપ નિયમોમાં તેમનું “વર્ણન કરવું” એ વિજ્ઞાનનો હેતુ છે. આ સ્થળે “વર્ણન” શબ્દનો વૈજ્ઞાનિક અર્થ સ્પષ્ટ કરવો જરૂરનો છે: એક ચિત્રમાં કે ફોટોગ્રાફમાં અસલ વસ્તુનું વર્ણન આપણને મળે છે અથવા તો પ્રતિભાશાળી લેખકોના શબ્દચિત્રોથી આપણને વસ્તુસ્થિતિનો આખેહુખ ખ્યાલ આવે છે. પરંતુ તેમાં વસ્તુસ્થિતિનું ખાલ વર્ણન જ હોય છે; વૈજ્ઞાનિક “વર્ણનમાં” વસ્તુસ્થિતિનાં ખાલ વર્ણન ઉપરાંત અંતર રચના, તેમની પૂર્વાનુપૂર્વી વસ્તુસ્થિતિની ઉત્પત્તિ અને નાશનો સંબંધ અને તે બધું દર્શાવનાર સૂત્રરૂપી ટુકા નિયમોના વર્ણનનો સમાવેશ થાય છે. સાદામાં સાદા અને ઓછામાં ઓછા સાંકેતિક શબ્દોનો ઉપયોગ કરીને વર્ણન આપી શકાય તેવા જ ટુકા નિયમો ખરા ઉપયોગી થઈ પડે છે;

* The primary aim of science is the concise description of the knowable universe.

કારણ કે તેમાંથી જ સૃષ્ટિક્રિયાની ખરી સમજૂતી મળી શકે. વળી આ નિયમોનું 'વર્ણન' એકબીજાથી અસંગત ન હોય તેની સંભાળ રાખવી પડે છે. તેથી હકીકતો સંભાળથી અને કાળજીપૂર્વક એકઠી કર્યા પછી તેમાંથી કોઈપણ હકીકતથી વિરુદ્ધ કે અસંગત સમજૂતીનું વર્ણન નકામું થઈ પડે છે. આ દૃષ્ટિએ અનુભવજન્ય જ્ઞાનનું સાદામાં સાદી અને સ્પષ્ટ ભાષામાં સંપૂર્ણ અને સુસંગત વર્ણન^x આપવું એ જ વિજ્ઞાનનું કર્તવ્ય છે. આ વર્ણન કરવામાં જ કારણની શોધ થાય છે. સાધારણ દૃષ્ટિએ જે આપણે કારણ કહીએ છીએ તેના કરતાં વૈજ્ઞાનિક કારણ જૂદા જ પ્રકારનું છે. સાધારણ રીતે કારણમાં કર્તાનો-કર્તૃત્વ શકિતનો સમાવેશ થાય છે.

વૈજ્ઞાનિક કારણમાં આ કર્તૃત્વ ભાવનાના કરતાં ફક્ત પૂર્વાનુ-પૂર્વી સંબંધનો જ સમાવેશ થાય છે. ન્યાયશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ કારણો એ જાતનાં હોય છે: એક તો આદિકારણ કે જેમાં પ્રયોજન, ઉદ્દેશ, ઇચ્છા, અને કર્તૃત્વભાવના સ્પષ્ટ હોય છે, જેવી રીતે મેજને ખનાવનાર સૂતાર. બીજી જાતનાં કારણો ગૌણ અથવા નિમિત્તકારણ કહેવાય છે, તેમાં અમુક પરિસ્થિતિ પ્રાપ્ત થતા અમુક ક્રિયા અથવા કાર્યના પ્રાદુર્ભાવનો સંબંધ દેખાય છે જેવી રીતે મેઘધનુષ્યનું કારણ સૂર્યનાં કિરણો. આ જે જાતનાં કારણોમાંથી બીજી જાતનાં કારણો ઉપર વિજ્ઞાન વધારે ધ્યાન આપે છે એ સ્પષ્ટ કરવું આવશ્યક છે. વિજ્ઞાનમાં 'આ શા માટે' અથવા તો 'આ કોણે ખનાવ્યું' એ પ્રશ્ન અનુચિત છે; તેને બદલે 'આ શી રીતે થાય છે' એ પ્રશ્નનો ઉત્તર મેળવવા વિજ્ઞાન યત્ન કરે છે. ટેબલ ખનાવનાર સૂતારના કરતાં ટેબલ ખનાવવાની રીતમાં જ વૈજ્ઞાનિકોને રસ પડે છે. અંતિમ કારણો શોધવા કરતાં અમુક ખનાવો અને અમુક ઘટના કેવા સંયોગોમાં, કેવી રીતે થાય છે, અને ફરીથી ક્યારે અને કેવી

^x Complete and consistent description of the facts of experience in simplest possible terms.

રીતે થશે તે શોધવાનું કામ જોટલું ધધારે કઠિન છે તેટલું જ વધારે ક્ષણપ્રદ છે. વળી અમુક ઘટના શા માટે થાય છે તે સમજવા કરતાં તે કેવી રીતે થાય છે, અને ખીજી વસ્તુઓ અને ખીજી ઘટનાઓ સાથે અને ખીજા જાણીતા નિયમો સાથે તેનો સંબંધ કેવી જાતનો છે તે જાણવાનું વધારે અગત્યનું છે. નિત્ય અને સ્થાયી પૂર્વાનુપૂર્વી* સંબંધ શોધવામાં જ વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ પરિપૂર્ણ થાય છે. આવા વર્ણનાત્મક અને કારણરૂપ નિયમો-સૂત્રો, -જેમ અને તેમ ટુંકા, સાદા, સંપૂર્ણ અને સુસંગત રૂપમાં શોધી કાઢવાનો વૈજ્ઞાનિકો સતત પ્રયાસ કરે છે. ગુરૂત્વાકર્ષણનો નિયમ એટલે 'શું? વિશ્વમાં દ્રવ્યના કણોની ગતિ કેવા પ્રકારની છે અને તે દરેક કણની ગતિ ખીજા કણથી કેવી રીતે અને કેટલી બદલાય છે એનું ટુંકું વર્ણન એટલે ગુરૂત્વાકર્ષણનો નિયમ. આ કણો શા માટે અથવા શા કારણથી ફરે છે, અને પૃથ્વી અને ખીજા ગ્રહો શા માટે સૂર્યની પ્રદક્ષિણા અમુક કક્ષામાં જ કરે છે તેનું કારણ સમજાવવાનો સહેજ પણ પ્રયત્ન આ નિયમમાં થતો નથી. ગ્રહો અને તારાની ગતિ સંબંધી વિશાળ ઘટનાની ટુંકાણમાં સમજૂતી આપણને આ નિયમમાં મળે છે. આ 'વર્ણન' કેવળ ભ્રમ જોવું નહિ પણ વિવેકપૂર્વક અન્વેષણ અને પૂર્વાનુપૂર્વી સંબંધથી યુક્ત હાવાને લીધે ઘણું ઉપયોગી હોય છે.

વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર

પ્રમર્સનના શબ્દોમાં x 'વિજ્ઞાનની બધી શાખાઓનો એક જ ઉદ્દેશ છે, અને તે એ કે સૃષ્ટિનિયમો શોધવા, અને સિશ્વરચનાની સંપૂર્ણ સમજૂતી મેળવવી.' વિજ્ઞાનની શાખાઓ જૂદી હોય છે. તે દરેકનો વિષય અને તેમના અભ્યાસની યુક્તિપ્રયુક્તિઓ ભિન્ન હોય છે તેથી વિજ્ઞાનની શાખાઓ સ્વતંત્ર અને અસંબંધ છે એવો ધણીવાર ભાસ

* Uniform entecedence.

x All science has one aim—to find a theory of nature—R. W. Emerson.

થાય છે. પરંતુ વિજ્ઞાન માત્રનો ઉદ્દેશ એક જ છે અને તે દરેક શાખાની પદ્ધતિમાં મૌલિકતા તો સરખી જ છે. વિજ્ઞાનની ભિન્ન શાખાઓ અને તેમના સંબંધ વિષે બુદ્ધિ વિવેચન કરવામાં આવ્યું છે; તેથી આ શાખાઓ વિષે વર્ણન કરવાની અત્રે જરૂર નથી. પરંતુ વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર અને તે ક્ષેત્રની સીમા અને સીમાનો સમજવાનો અત્રે પ્રયત્ન કરીશું. જેવી રીતે વિજ્ઞાનનો ઉદ્દેશ વિશાળ છે, અને આખા વિશ્વને સ્પર્શ કરે છે તેવી જ રીતે વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર પણ વિશાળ અને વિશ્વવ્યાપી છે. ક્વીકર્ક* નામના પ્રસિદ્ધ અંગ્રેજ તત્ત્વવેત્તાના શબ્દોમાં* કહીએ તો મનુષ્યનું વિશ્વ એ જ વિજ્ઞાનનો વિષય; એટલે મનુષ્યના ભૂતકાળ, સાંપ્રતકાળ અને ભવિષ્યકાળની બધી ઘટનાઓનો નેમાં સમાવેશ થાય છે. મનુષ્યનું જ્ઞાન માત્ર એ વિજ્ઞાનનો વિષય છે: મનુષ્ય જે વસ્તુ, પદાર્થ, કે વિચારને સમજી શકે ને દરેકને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિથી તપાસી શકાય તો તે વિજ્ઞાનનો વિષય થઈ શકે. મનુષ્યની બુદ્ધિથી સમજી શકાય તેવા બધા વિષયો વિજ્ઞાનની પદ્ધતિથી હાલમાં તપાસી શકાય તેવા નથી. પરંતુ વિજ્ઞાનની પ્રગતિની સાથે તેનાં સાધનો અને તેની સરહદો વધતાં જાય છે—તેના સીમાનો દૂર ખસેડાતા જાય છે—અને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિની બાળવય જેતાં જ્ઞાન માત્ર એ વિજ્ઞાનનો વિષય થાય એ અંચોગ્ય નહિં ગણાય. તત્ત્વવિદ્યા અને ધર્મવિદ્યાના વિષયોમાં વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ સંપૂર્ણ રીતે લાગુ પડતી નથી પરંતુ પ્રતિવર્ષે આ સીમાનો પ્રદેશમાં વિજ્ઞાન પોતાના ઉજ્જવળ પ્રકાશનાં કિરણો નાંખ્યા કરે છે; અને અજ્ઞેયના અને અજ્ઞાનતાના પ્રદેશો ઉપર પોતાની સત્તાનો વાવટો જમાવવાનો યત્ન કરે છે. આ યત્નના પરિણામે એમ આશા રાખી શકાય કે મનુષ્યની બુદ્ધિને પ્રાપ્ય જ્ઞાનમાત્રને વિજ્ઞાનની

* The subject of science is the human universe, that is to say, everything that is or has been or may be related to man.— K. Clifford.

કક્ષામાં લઈ શકાશે. પરંતુ હાલમાં તો વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રની સરહદો સ્વીકારવી જોઈએ. જે ઘટનાનું જ્ઞાન ખીળને દર્શાવી શકાય તેમ ન હોય, અને ખીળ મનુષ્યોથી તેની ખાત્રી થઈ શકે તેવા સ્વરૂપમાં મૂકી શકાય તેમ ન હોય, જેને પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગની પદ્ધતિ લાગુ પડી શકે તેમ ન હોય અને જેના કારણરૂપ ટુંકા, સુસંગત અને સુનિશ્ચિત સૂત્રરૂપ નિયમો મળી શકે નહિ, તે તે ઘટનાઓ વિજ્ઞાનની ક્ષેત્રની બહાર રહી જાય છે. પણ તે હમેશને માટે હોઈ શકે જ નહિ. સર જગદીશચંદ્ર બોસે વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ વિષે ક્રીણામાં ક્રીણી હકીકતો ચોકસાઈથી મેળવી શકાય તેવા નાનુક યંત્રોની શોધ કરી તે પહેલાં વનસ્પતિની વૃદ્ધિ, તેમની ચેતનશક્તિ, અને તેમના અંતરસ્વરૂપ વિષે વૈજ્ઞાનિકો શકાની નજરે જોતાં, અને એ વિષયોનું સ્થાન વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રની બહાર ગણાવું. તેવી જ રીતે ખીળ વિષયોમાં પણ ધીમે ધીમે વિજ્ઞાનની ચોકસાઈ અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ પ્રવેશ કરતી જાય છે. ઈતિહાસ,* સાહિત્ય, કવિતા, વ્યાકરણ, પિંગલ, વગેરે વિજ્ઞાનથી દૂર ગણાતા વિષયોમાં પણ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિની અસર જણાવા લાગી છે; અને ટીકાકારો અને વિવેચકો તે દરેકને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક આશયો, વૈજ્ઞાનિક શુદ્ધિ, અને વૈજ્ઞાનિક વિચારના ધોરણોથી તપાસવા મથે છે. રાજપુરૂષો પણ રાજનીતિના પ્રશ્નોમાં વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિનો દરેક ડગલે ઉપયોગ કરવાનો યત્ન કરે છે હાલમાં યૂરોપમાં તેમજ આપણા દેશના વિકાસને માટે આયોજનની પદ્ધતિ સ્વીકારવામાં આવી છે, તેમાં વિજ્ઞાન તો ડગલે અને પગલે આવશ્યક થઈ પડ્યું છે. આવી રીતે પણ વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર વિશાળ થતું જાય છે. પરંતુ તે સર્વમાં વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ એ પ્રથમ લક્ષણ છે. તો વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ શી છે તે જોઈએ.

* ઈતિહાસ અને અર્થશાસ્ત્રમાં વિજ્ઞાનની પદ્ધતિના ઉપયોગ વિષે જુઓ તે વિષય ઉપરના લાખણો: Lectures on the Method of Science. પૃ. ૧૭૭ થી ૨૪૧.

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ વિલક્ષણ છે તે છતાં કાંઈ તદ્દન અપૂર્વ ગણી શકાય નહિ. એક રીતે ન્યાયમંદિરની ઉંચામાં ઉંચી કસોટીની સાથે આ પદ્ધતિને સરખાવી શકાય, પરંતુ અદાલતોની પદ્ધતિ અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિમાં થોડો ધણો ફેર છે. વિજ્ઞાન શુદ્ધિ શિવાય ખીબ કશાને પ્રમાણ ગણતું નથી. અદાલતોમાં લેખીત પુરાવાને અથવા તો ખીબ પુરાવાને સ્વીકારવો પડે છે. ન્યાયમંદિરમાં સત્યની પૂબ થતી નથી. પરંતુ ન્યાય તોલાય છે અને તે કાયદાની ખારીકી પ્રમાણે: વિજ્ઞાનમંદિરોમાં કેવળ સત્યની પૂબ થાય છે, જો કે સત્યની પૂબ વિજ્ઞાનના નિયમો અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ પ્રમાણે જ થાય છે,—તે છતાં જૂના ચુકાદા અથવા ન્યાયપ્રણાલિકાના જેવા અધનોથી મુક્ત હોવાને લીધે વિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ વધારે ચોક્કસ અને સત્યમય હોય છે. વિજ્ઞાન હમેશ પોતાના જૂના નિષ્ક્રિય અને ચુકાદાઓ નવી રીતે તપાસતું રહે છે: એટલું જ નહિ પણ પ્રણાલિકાલગના લયની દરકાર રાખ્યા શિવાય હમેશ વધારે સાખિતી અને નવા સાક્ષીની શોધમાં રહે છે, અને જ્યારે એકવાર નહિ પણ અનેકવાર ખાત્રી થાય કે અમુક હકીકત અને સાખિતીમાંથી અમુક સિદ્ધાન્ત ફલિત થાય છે તો જ તે સંબંધી ચોક્કસ અભિપ્રાય દર્શાવે છે. ન્યાયશાસ્ત્રના નિયમો પ્રમાણે જોતાં વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ મિશ્રિત ગણાય. કારણ કે Induction આગમન Deduction નિગમન બંનેનો તેમાં સમન્વય છે. એમ કહી શકાય કે નિરીક્ષણ અને પ્રયોગથી મેળવેલી હકીકતોને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવીને, તેમાંથી તર્ક અને શુદ્ધિથી નિયમો ઉપજાવવા, અને પછી આ નિયમો પાછા વધુ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગથી સિદ્ધ કરવા એ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિનું મુખ્ય કાર્ય છે. આ પ્રમાણે વિજ્ઞાનની પદ્ધતિના ચાર વિભાગ કરી શકાય. એક ખરી હકીકતો—તથ્યોનું સંશોધન, ખીબું તેમનું વર્ગીકરણ, ત્રીજું કાર્યકારણના સંબંધ દર્શાવનાર નિયમનું શોધન અને ચોથું

તથ્ય

નિયમસિદ્ધિ. આં ચાર વિભાગનું વિગતવાર વર્ણન હવે કરીશું.

વિજ્ઞાનનો મુખ્ય હેતુ સૃષ્ટિની વિવિધ ઘટનાઓ સમજીને તેમના પૂર્વાનુભવી સંબંધ શોધવાનો છે એ આપણે જોઈ ગયા. પરંતુ આ કામ થઈ શકે તે પહેલાં ખરી હકીકતો મેળવવાની, અને મજબુત પાયો રચવાની જરૂર રહે છે. સાધારણ દૃષ્ટિથી ખરી હકીકતો તપાસ કરતાં ખોટી માલૂમ પડે છે, તેથી મૂળ પાયામાંથી જ ખરી ખાતમી મેળવવી અને ખોટી ખાતમીને દૂર રાખવી એ પ્રથમ કાર્ય ઘણું જ અગત્યનું છે ખરી ખાતમી-ખરી હકીકત-સિદ્ધ થયેલી હકીકતને અંગ્રેજીમાં fact ફેક્ટ કહે છે, તેને માટે આપણે ગુજરાતીમાં તથ્ય શબ્દ યોજીશું. “તથ્ય” એટલે વાસ્તવિક અને ખરી હકીકત; જાદુ, હાથચલાકી, ઇંદ્રજાળ, વગેરે અનેક ખાલ દર્શનથી છેતરાયા વિના પ્રાપ્ત કરવામાં આવેલું ઘટનાનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ એ તથ્ય. ચાલતી આગગાડીમાં આપણને ઝાડ અને ખેતરો દોડતાં લાગે છે, તેવી જ રીતે સૂર્ય પૃથ્વીનું પરિક્રમણ કરે છે એમ લાગે છે. એ પ્રત્યક્ષ નજરથી જોઈ શકાતી હકીકતો ખરી છે કે ખોટી છે, અને ખરું તથ્ય શું છે તે શોધી કહાડવાનું કામ કઠિન અને અગત્યનું છે. વૈજ્ઞાનિક તથ્યના એ સ્વરૂપ બહુ જ ધ્યાનથી યાદ રાખવાનાં છે.

(૧) ખરી ખતેલી, અને ચોકસાઈથી વર્ણવેલી :હકીકતને જ અને
(૨) અન્ય નિરીક્ષકોથી અનુભવી શકાય, અને તેમનાથી પણ ખાત્રી કરી શકાય એવા રૂપમાં મૂકેલી હકીકતને જ “તથ્ય”નું નામ આપી શકાય. આ પ્રમાણે યોજના રાખવાથી અન્વેષકોના મનના તરંગો અને અપૂર્ણતાઓ દૂર રાખી શકાય છે, અને ખોટી માન્યતાઓ અને ખોટા પાયા ઉપરથી ખોટા સિદ્ધાંતો રચાતાં અટકે છે. આ કામ બહારથી દેખાય છે તેટલું સહેલું નથી.

માન્યતા અને તથ્ય

પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિ અર્વાચીન સમયમાં

એ ત્રણ શતકથી જ પ્રચલિત મર્ધ છે. પ્રાચીન દેશોમાં ખાસ કરીને પ્રાચીન હિંદમાં આ પદ્ધતિ અમુક અંશે પ્રચલિત હતી પરંતુ એકવાર તે લુપ્ત થયા પછી મધ્યકાલીન સમયમાં અને તે પછીના કાળમાં પ્રયોગથી પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ કરવાની પદ્ધતિ તદ્દન ભૂલાઈ ગઈ હતી. યુરોપમાં લીઓનાર્ડો ડે વીન્સી, રોજર બેકન, અને લૉડ બેકન વગેરેના પ્રયાસોથી આ પદ્ધતિનાં ખીજ રોપાયાં હતાં; અને આ પદ્ધતિ પ્રમાણે તપાસ કરવાને અને સત્યશોધનને માટે ઇંગ્લેન્ડમાં રૉયલ સોસાયટીની સ્થાપના સન ૧૬૬૧માં થઈ હતી. આ સભાનો મુખ્ય ઉદ્દેશ સમસ્ત પ્રકૃતિની ઘટનાના કારણોથી શોધ કરવાનો અને પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવાનો હતો. તે સમયમાં સાધારણ માન્યતાઓ અને ખરી હકીકતો-તથ્ય-નો ભેદ સમજવાનું કામ અપરિચિત હતું. અભિપ્રાયોને પ્રમાણ માનવાને બદલે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગથી સિદ્ધ કરવાના પ્રશ્નોની યાદીમાં નીચેના પ્રશ્નો હતા:—

‘લોહચુબક હાથમાં રાખવાથી સંધિવા દૂર થાય છે.’

‘હીરો, એ કઠણ પદાર્થ છે અને હીરાકણી શિવાય ખીજ કશાથી કાપી શકતો નથી. છતાં બકરાના લોહીથી તે નરમ થઈ જાય છે!’

‘તુલસી (basil plant) થી વિંછી ઉત્પન્ન થાય છે અને તેના પાંદડાં સુધવાથી માણસના મગજમાં વિંછી ઉત્પન્ન થાય છે!’

‘હાથીના શરીરમાં સાંધા હોતા નથી, તેથી જમીન ઉપર સુઈ શકતો નથી અને ઝાડને અટ્ટેલીને સુવે છે. તેથી આ ઝાડ પડી જાય તો હાથી પણ મરી જાય છે!’

ઉપરના દૃષ્ટાંતો ઉપરથી દેખાશે કે તે સમયમાં વિજ્ઞાનના પ્રાથમિક તથ્યો વિષે કેટલું અજ્ઞાન હતું. તેમ છતાં આ અજ્ઞાન દૂર કરનારાઓને તે સમયમાં લોકો ધણું પજવતા, અને ગોલ્ડસ્મીથ અને ગુલીવર જેવા લેખકો પણ આ વૈજ્ઞાનિકોની મગ્નક કરવાનું છોડતા

નહિ. ગોલ્ડસ્મીથે લખેલું કે અમુક જાતનાં પતંગીયાં શું ખોરાક ખાય છે તે જાણવાથી જગત ડાહ્યું થવાનું નથી કે સુધરવાનું નથી; અને ગુલીવરે કાકડીમાંથી સૂર્યના કિરણો કાઢવાને આઠ વર્ષ સુધી પ્રયોગ કરનાર વૈજ્ઞાનિકનું વર્ણન આપ્યું છે ! પરંતુ સાહિત્યકોનો આ વિરોધ થોડો જ સમય રહ્યો; વિજ્ઞાનની પ્રતિષ્ઠા અને વિજ્ઞાનની પધ્ધતિ હવે સુસ્થાપિત થઈ છે. તે છતાં સાધારણ માન્યતા અને વૈજ્ઞાનિક તથ્યનો ભેદ સમજતાં ઘણાં મનુષ્યો ડગલે ડગલે ભૂલો કરે છે. આવી ખોટી ઠરેલી અર્વાચીન માન્યતાના થોડાં દૃષ્ટાંત પસ થશે:—

“ પૂર્ણિમાને દિવસે વાદળાં ઓછાં થાય છે. ” ૧

“ ચંદ્રની વધઘટની સાથે હવામાનમાં ફેર થાય છે. ” ૨

“ ગ્રહો અને તારાની ગતિથી હવામાનમાં ફેરફાર થાય છે. ” ૩

“ તોપોના ભડાકા થવાથી વર્ષાદ પહુ થાય છે. ” ૪

૧. પંદર વર્ષ સુધી નિરીક્ષણ કરનાર એક પાદરી વૈજ્ઞાનિકે સિદ્ધ કર્યું હતું કે વાદળાં પૂનમને દિવસે ઓછાં થતાં જ નથી. ઘણુંકરીને વાદળાં સવારમાં વધારે હોય છે અને સાંજરે ઓછાં થાય છે તેથી પૂર્ણચંદ્ર ઉગતી વખતે વાદળાં ઓછાં હોવાનો ભાસ લાગે છે.

૨. ચંદ્રને લીધે હવામાં દરિયાની પેટે ભરતીઓટ આવે છે; પરંતુ તેનાથી એક ઈંચના પચાસમા ભાગ કરતાં વધારે ફેર પડતો નથી, તેથી નખળા મનના માણસ ઉપર કાંઈક અસર થાય. પણ તેથી કાંઈ વર્ષાદ કે તોફાનનો સંબંધ સિદ્ધ થતો નથી.

૩. આ માન્યતા જ્યોતિષના સમયથી ચાલતી આવે છે. પરંતુ આ ગ્રહો અને તારા પૃથ્વીથી એટલા બધા દૂર છે કે તેમની કાંઈ પણ અસર પૃથ્વીના હવામાન ઉપર થઈ શકતી નથી. આખા તારામંડળમાંથી દેખાતો બધો પ્રકાશ એકઠો કરવામાં આવે તો ૩૬ રીટ નેટલે છેટે મૂકેલી એક મીણખત્તી નેટલે થાય ! આટલી ઉષ્ણતાથી હવામાન શી રીતે ફેર શકે ? તારા અને ગ્રહોમાંથી કોઈ અજ્ઞાત પ્રકારના કિરણો આવીને આ હવામાનમાં ફેરફાર કરતા હોય તો તે અસંભવિત ન ગણાય, પરંતુ તારા અને ગ્રહોની ગતિની સાથેનો હવામાનનો સંબંધ હલ્લુ સુધી સિદ્ધ થયો નથી.

૪ આ સંબંધી એટલું અજ્ઞાન છે કે ૧૯૧૧ માં પાર્લામેન્ટના એક સભાસદે અમુક ગામમાં બહુ વર્ષાદ થતો હોવાથી ત્યાંથી દૂર જઈને વહાણોને દાગોળાની પ્રેક્ટીસ કરવાને વિનંતિ કરી હતી !! પરંતુ કેટલાએક વર્ષોના

“વિજ્ઞાનીના કડાકાની સાથે વજ્ર પૃથ્વીપર પડે છે.”

“દેડકાં પથ્થરની પોલાણમાં અસંખ્ય વર્ષો સુધી જીવે છે.”

સમયના અભાવને લીધે, અને વિષયાંતર થવાના ભયને લીધે ઉપરની દરેક માન્યતા ખોટી છે એ અત્રે સિદ્ધ કરી શકાય તેમ નથી. પરંતુ તે દરેક વિષે દુઃકાણુમાં ટિપ્પણથી સમજાવવામાં આવ્યું છે તે ઉપરથી દેખાશે કે આવી માન્યતાઓને વૈજ્ઞાનિક તથ્યની વચ્ચે કેટલો ભેદ છે, અને વૈજ્ઞાનિક તથ્યની પ્રાપ્તિ કરવી એ કેટલું કઠિન છે.

તથ્યપ્રાપ્તિ

વિજ્ઞાનના અંતિમ પરિણામોના સત્યનો મુખ્ય આધાર આ પ્રાથમિક તથ્યની વાસ્તવિકતા ઉપર રહે છે અને તેથી આ કાર્ય ધણું જ સંભાળથી કરવું પડે છે. વિજ્ઞાનની “ગ્રોક્કસ” ગણાતી શાખાઓમાં ખગોળવિદ્યા પ્રથમ છે: કારણ કે તેના તથ્યો હજારો વર્ષોથી નિર્ણીત થતાં આવે છે. પ્રાચીન સમયમાં જ્યોતિષની દૃષ્ટિએ ખગોળવિદ્યાનો અભ્યાસ થતો તેથી અહીં અને નક્ષત્રો “શિવાય દૂરના તારાઓ સંબંધી મનુષ્યનું” જ્ઞાન ધણું ઓછું હતું. તે જ્ઞાન યોક્તસાધથી

પ્રયોગથી સિદ્ધ થયું છે કે દારૂગોળા અને વર્ષાદ વચ્ચે કાંઈપણ સંબંધ નથી.

૫. વિજ્ઞાનીના કડાકાની સાથે પ્રકાશ થાય છે: વાદળો અથડાવાથી આ ઘટના થાય છે. પણ તેમાંથી વજ્ર જેવો કાંઈપણ નકુર પદાર્થ નીચે પડતો નથી. “મીટીઓર” જુદી રીતે પડે છે અને તેના અંશો જુદી રીતે દેખાય છે પરંતુ વિજ્ઞાની પડે છે તેની સાથે વજ્ર પડતું જેવામાં આવ્યું નથી. જે કે કોઈ વખતે વિજ્ઞાની જમીનમાં જતાં રેતી કે પદાર્થ ઓગળી જઈને નકુર થાય છે, તેને fulgurites કહે છે.

૬ નકુર પથ્થરની અંદર હવા અને પાણી વિના દેડકાં રહી શકે જ નહિ. આ વિષે પ્રયોગ કરતાં એમ સિદ્ધ થયું છે કે જમીનની ખોલણોમાં દેડકાં એકાદ વર્ષ રહી શકે, અને નવું ઓમાસું આવતાં બહાર આવી શકે; પરંતુ તેથી વધારે સમય રહી શકે નહિ. બંધ પથ્થરમાંથી સજીવ દેડકાં નીકળે તો તે પથ્થર તોડનારના હાથે પ્રાણીવિદ્યા અને ભૂવિદ્યાનો નાશ થઈ જાય!

મેળવનારા અને આકાશનો નકશો તૈયાર કરનારા ખગોળવેત્તાઓએ વર્ષો સુધી મહેનત કરી છે. ટાઇકોબ્રાહી (૧૫૪૬-૧૬૦૧) નામના ઉમરાવ કુટુંબના એક ખગોળવેત્તાએ પચીસ વર્ષ સુધી ફક્ત આકાશના તારાનું નિરીક્ષણ કરીને તેની નોંધ લીધા કરી હતી; તેના ચોક્કસ નિરીક્ષણને લીધે કેપ્લરનું નિયમશોધનનું કામ સરળ થયું હતું. હર્ષલ વર્ષો સુધી આખી રાત તારાની ગતિની દૂરબીન-વતી નોંધ કરતો; શ્વાબે નામના એક ખગોળવેત્તાએ સૂર્યમાં દેખાતાં ધાખાં ખાર વર્ષ ઉપરાંત રોજ દૂરબીનથી તપાસ્યાં છે: હબ્લ પણ આકાશ જોવાનું અને નવા તારાઓ નિરખવાનું અને તેમના ચોક્કસ સ્થાનનું નિર્ણય કરવાનું કામ પુરું થયું નથી. સેંકડો વર્ષો પહેલાં શરૂ થયેલું તારાની યાદી બનાવવાનું કામ અખૂટ મહેનત અને શ્રમ ઉઠાવવા છતાં હબ્લ પણ સમાપ્ત થયું નથી; એ ઉપરથી વિજ્ઞાનની હકીકતો ઉપરથી તથ્યો ઉપજાવવાનું કામ કઠિન છે તેનો ખ્યાલ આવશે.

તથ્યની વ્યવસ્થા

આ પ્રમાણે તથ્યો એકઠાં કર્યાં પછી પણ તેમને વર્ગ પાડીને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવાનું કામ સહેલું નથી. અસંખ્ય હકીકતોને ત્રુટક રીતે એકઠી કરવાથી અને તેમની મ્હોટી સખ્યા જોઈને મનુષ્યની શુદ્ધિ તેમાંથી લાભ ઉઠાવી શકતી નથી; પરંતુ આ ત્રુટક હકીકતોને ક્રમવાર અને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવાથી તેમાંથી કાંઈક નિયમ અને વ્યવસ્થાનો ઉદ્ભવ થાય છે ત્યારે જ જ્ઞાનનો ખરો વધારો થાય છે. વિચાર અને વ્યવસ્થા વગર હકીકતો પ્રાપ્ત કરવામાં સમય અને મહેનતનો વ્યય વ્યર્થ જાય છે. નવા પ્રાણીઓની શોધ કરવી, નવાં નવાં રાસાયનિક દ્રવ્યો બનાવવાં, ભૂગોળના અજ્ઞાન પ્રદેશોની શોધ અને નોંધ કરવી વગેરે કેવળ તથ્ય એકઠાં કરવાનાં કામ અગત્યનાં છે, પરંતુ આ તથ્યોને જ્યાંસુધી ક્રમવાર અને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવામાં આવે નહિ ત્યાંસુધી તે ઉપયોગી થતાં નથી. કેવળ નવાં

તથ્યો શોધવાની જીજ્ઞાસાને બદલે જૂના નિયમોની શોધમાં અને તેમની વાસ્તવિકતાની વધુ સાબિતી મેળવવાને માટે જ પ્રયાસો થવા જોઈએ. નવાં રાસાયનિક દ્રવ્યો ફક્ત શોખને માટે બનાવાનાં નથી. પણ અમુક રાસાયનિક સંયોજન કે બંધારણના નિયમોની વાસ્તવિકતા સિદ્ધ કરવાના હેતુથી જ આ પ્રયોગો કરવામાં આવે છે. નહિં તો પછી હેતુ વગરની બંધી પ્રવૃત્તિ વ્યર્થ જાય છે. આવી જ રીતે બીજા વિષયોમાં પણ વિજ્ઞાનના નવા તથ્યો અમુક નિયમ કે અમુક વિચારપદ્ધતિના સમર્થનને માટે શોધવામાં આવે છે. તેવી શોધમાં ઘણીવાર નવી નવી વિચિત્ર ઘટનાઓ પણ મળી આવે છે અને તે ઘટનાઓની વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવણ કરવાનું કામ ઘણું અગત્યનું છે. પક્ષીઓના migration સંચાર સંબંધી તથ્યો એકઠા કરનાર એક વૈજ્ઞાનિકને તે તથ્યો એકઠાં કરતાં જેટલો સમય લાગ્યો હતો તેના કરતાં વધુ સમય તેમનું પૃથક્કરણ કરીને, તેમને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવામાં લાગ્યો હતો, એ અને એના જેવા અનેક અન્વેષકોનાં દષ્ટાંત પ્રસિદ્ધ છે. આ વ્યવસ્થાપૂર્વક વર્ગીકરણનું પ્રયોજન નિયમશોધનનું છે; અસંખ્ય ત્રુટક અને અસંબંધ લાગતા તથ્યોમાંથી એક નિયમ તારવવો એ ઘણા શ્રમનું કાર્ય છે. કેટલાએક પ્રતિભાશાલી વૈજ્ઞાનિકો પોતાની કલ્પનાશક્તિ ઉપર આધાર રાખીને આ શ્રમ બચાવી લે છે. જડ અધકારમાંથી જેમ બ્રહ્મના ચિંતનથી સૃષ્ટિનું સર્જન થયું ગણાય છે, તેવી જ રીતે ત્રુટક અસંખ્ય અને વિવિધ હકીકતોના અધકારમાંથી વૈજ્ઞાનિકોને સતત ચિંતનથી એ હકીકતો સમજાવનાર નિયમનું સ્ફૂરણ થાય છે; આ સ્ફૂરણમાં કલ્પનાશક્તિ ઘણીવાર ઉપયોગી થઈ પડે છે. ન્યૂટનને ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ ઝાડપરથી સફરજનને પડતું જોવાથી સ્ફૂર્યો હતો એમ કહેવાય છે; ડાવીનને ઉત્ક્રાન્તિવાદ માદ્યસના “અતિ-પ્રજનન” એ વિષયના પુસ્તક ઉપરથી સ્ફૂર્યો હતો; શક્તિના સંરક્ષણનો નિયમ પણ મેયર નામના ડક્ટરને જોવામાં દરદીઓના અશુદ્ધ રક્તના અસાધારણ

લાલ રંગ જોવાને લીધે સ્ફૂર્યો હતો. (ઉષ્ણ પ્રદેશોમાં લોહીનું ભસ્મીકરણ oxidation ઓછું થાય છે, તેથી ખોરાક ઓછો લેવાય છે; તેથી ખોરાક અને ખળના સંબંધ વિષે વિચાર સ્ફૂર્યા હતા.) તે છતાં આવાં સ્ફૂરણોમાં કે કેવળ કલ્પનામાં સાફલ્ય નથી; ત્રણે દષ્ટાંતોમાં સ્ફૂરણો મળ્યાં પછી તેમની કલ્પનાને સિદ્ધ કરતા એ દરેક અન્વેષકને ૧૫ થી ૨૦ વર્ષ લાગ્યાં હતાં, અને એટલા વર્ષના અંતે જ તેમણે પોતાના સિદ્ધાન્તો જાહેર કર્યાં હતા. એમની કલ્પનાશક્તિના કરતાં એમની મહેનત, ખર્ચ, અને ધીરજ એ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં વધારે યાદગાર રહેશે.

નિયમશોધન

કેવલ કલ્પનાશક્તિથી પ્રાપ્ત કરેલા નિયમો ધણીવાર ખોટા પડે છે; અને ધણીવાર ખંધી મહેનત વ્યર્થ જાય છે. જૂદા જૂદા તથ્યોને ખોટા વર્ગમાં મૂકવાથી, તેમની વાસ્તવિક અગત્ય ભૂલાઈ જાય છે અને તેથી પરિણામો પણ દોષિત થાય છે. માટે તથ્યો એકઠાં કર્યાં પછી પણ તેમનું પૃથક્કરણ અને વર્ગીકરણ કરવામાં અને તેમાંથી વ્યવસ્થાનાં તત્ત્વો શોધવાનું કામ ધણી જ સંભાળ અને ચતુરાઈથી કરવાનું છે. તેમાં નકશા, પત્રકો, કોઠાં, રેખાઓ, curves વગેરે યુક્તિઓના લાભ લેવાથી કામ સરળ થાય છે— નિયમિત અને અનિયમિત વર્તન રહેલાઈથી પારખી શકાય છે, અને તેથી ખંતેનો ભેદ સમજીને તેમાંથી વધુ પ્રયોગ અને નિરીક્ષણની નવી દિશા અને નવાં ક્ષેત્ર શોધવાની તક મળે છે. રસાયનવિદ્યામાં એન્ડેલી એન્ડ નામના રશિયન વિદ્વાને ખંધાં રાસાયનિક તત્ત્વોને તેમના અણુવજનની સંખ્યા પ્રમાણે ગોઠવવાથી, અને તે પ્રમાણે એક કોષ્ટક તૈયાર કરવાથી રાસાયનિક અન્વેષણને ધણી રીતે ઉત્તેજન મળ્યું છે. કોષ્ટકમાં ખાલી રહેલી જગ્યાએ નવાં તત્ત્વો હોવાં જોઈએ એ વિચારથી તેની શોધ કરવાને માટે વિચાર અને સહાય મળ્યાં છે; વળી જૂનાં જાણીતાં તત્ત્વોના અણુવજનમાં પ્રયોગાત્મક ભેદ અથવા ભૂલ

સોંબવાનું નવું સાધન પ્રાપ્ત થાય છે.

તથ્યોની વ્યવસ્થા કરવાનું કામ ફક્ત બહારની ગોઠવણમાં જ પૂરું થતું નથી. દરેક તથ્યને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવામાં અને તેની પરીક્ષા કરવામાં તે વિષયના ખાસ શિક્ષણની જરૂર પડે છે. રાસાયનિકોના હાથે પદાર્થના વાસ્તવિક સ્વરૂપની તપાસ કરવાને માટે પૃથકકરણ કરવામાં આવે છે, તે કામથી શિલા અને પથ્થરની બારીક પતરી ઘસીને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર ત્રીચે જોવાનું કામ જુદા જ પ્રકારનું હોય છે, અને તેથી પ્રાણીવિદ્યાના અભ્યાસીઓનું પ્રાણીઓની અંદરની રચના જોવાનું કામ અથવા તે જંતુશાસ્ત્રીઓની કામ કરવાની યુક્તિઓ જુદા જ પ્રકારની હોય છે, તે છતાં વિજ્ઞાનની બધી શાખાઓના અભ્યાસની પ્રણાલિકા છેવટે એકસરખી જ હોય છે. દરેક ઘટના સંબંધી સઘળું જ્ઞાન મેળવ્યા પછી, ખરી ખોટી હકીકતો જુદી પાડ્યા પછી અને બધાં તથ્યોને એકઠાં કર્યા પછી— અથવા તે એકઠાંકરવાની ક્રિયામાં જ ઘણાં પ્રકારના સંબંધો સ્પષ્ટ થાય છે, તેમની પૂર્વાનુગામી વસ્તુસ્થિતિ સ્પષ્ટ થાય છે અને સાથેના કાર્યકારણના સંબંધની દિશાનું કાંઈક રેખાદર્શન થાય છે. તે ઉપરથી વ્યાપ્તિઓ પણ સ્પુરી આવે છે. આ સ્પુરણો નૈસર્ગિક શોધક બુદ્ધિવાળાઓને ફક્ત કલ્પના અને વિચારથી જ સ્પુરે છે; પરંતુ સાધારણ વૈજ્ઞાનિકને તે ઘણી મહેનત અને ચિંતનને જ પરિણામે પ્રાપ્ત થાય છે. પહેલા પ્રકારનાં સ્પુરણોનાં દષ્ટાંત ન્યૂટન અને ડાર્વિન અને મેયરનાં આપણે જોઈ ગયા, બીજા પ્રકારનાં સ્પુરણોનાં ખાસ દષ્ટાંત તે વૈજ્ઞાનિકોના કાર્યમાં રોજ મળે છે. સૂર્યના ઉપર ડાહ દેખાય છે તેનો સતત ત્રીસ વર્ષ અભ્યાસ કરનાર એક શ્વાબે નામનો ખગોળવેત્તા, ફક્ત એક જ વ્યાપ્તિરૂપ નિયમ શોધી શક્યો.

x વધુ માટે જુઓ Tyndall, on the Scientific use of Imagination.

હતો કે સૂર્ય ઉપર દેખાતા આ અધ નિયમિત રીતે વધતાઘટતા દેખાય છે અને આ વધઘટ-કાળ લગભગ દર દસ વર્ષે ફરીથી આવે છે. પરંતુ તેથી શ્વાબેતુ' કામ વ્યર્થ ગયું એમ કહી શકાય નહિ. તેના જેવા અસંખ્ય વિજ્ઞાનીઓ ફક્ત તથ્યો ચોકસાઈથી એકઠાં કરીને રાખી મૂકે છે; આ તથ્યોમાંથી કાઈ એક પ્રતિભાશાલી કેપ્લર, ન્યૂટન કે ડારવીન જેવા વિચારકો જ વ્યાપ્તિમય નિયમોની શોધ કરી શકે છે. વર્ણનાત્મક વનસ્પતિશાસ્ત્ર, વર્ણનાત્મક જીવનવિદ્યા, વર્ણનાત્મક રસાયનવિદ્યા વગેરે અનેક વિજ્ઞાનની શાખાઓના વર્ણનાત્મક વિભાગોમાં કેવલ તથ્યોનો સંગ્રહ હોય છે, પરંતુ તે વર્ણનાત્મક વિભાગમાંથી નવા નિયમો અને સિદ્ધાન્તો ફલિત થાય ત્યારે ખરું વિજ્ઞાન ઉદ્ભવે છે. ટાઇકોબ્રાહી જેવા ખગોલવેત્તા બધાં તથ્યો એકઠાં કરે ત્યાર પછી જ કેપ્લર જેવા વિચારકોને નિયમશોધનનું કાર્ય સૂઝે અને ત્યાર પછી જ ન્યૂટન જેવા મહાવિજ્ઞાનીનું કામ સિદ્ધ થઈ શકે. તથ્ય શોધવાનું અને નિયમ શોધવાનું એ બે કાર્ય ધણા જૂદા જ પ્રકારનાં છે. એ વિષે લૉડ' કેલ્વીન બહુ ભાર દેતા. તેઓ પહેલાં કાર્યને “કુદરતનો ઇતિહાસ” અને બીજા કાર્યને “કુદરતનું તત્ત્વજ્ઞાન” એમ કહેતા. આ શબ્દો હવે વપરાતા નથી, પરંતુ તે ઉપરથી નિયમશોધનના કાર્યની અગત્ય સમજાય છે.

નિયમસિદ્ધિ

“નિયમશોધન” પછી વિજ્ઞાનની પદ્ધતિનું એથું પદ “નિયમસિદ્ધિ”નું આવે છે. ન્યાયશાસ્ત્રના કે નિતિશાસ્ત્રના નિયમો કરતાં વિજ્ઞાનના નિયમોની સિદ્ધિ વિશ્લેષણ પ્રકારની હોય છે. અભોગ કે નિરીક્ષણ નિયમો સિદ્ધ થાય નહિ ત્યાંસુધી નિયમોને સિદ્ધાન્તનું રૂપ આપી શકાતું નથી. સત્યનો જ વિજય થાય છે, અને પ્રામાણિકતા જ વ્યાપારમાં ફત્તેહ આપે છે એ નિયમોના અપવાદ જોધને સાધારણ મનુષ્યની એ નિયમોમાં શ્રદ્ધા નષ્ટ થાય છે. પરંતુ વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તોની સ્વીકારાતાં પહેલાં એટલી સખ્ત કસોટી થાય છે કે પછી

શકાતું સ્થાન ઘણું ઓછું રહે છે. મેઘધનુષ્ય અમુક પરિસ્થિતિમાં જ અને સૂર્યથી અમુક ખુણામાં કે દિશામાં જ દેખાય છે એ વ્યાપ્તિ વારંવાર પ્રત્યક્ષ અનુભવથી સિદ્ધ થયેલી છે: તે ઉપરાંત ખનાવટી પરિસ્થિતિ ઉપજવવાથી ખાત્રી થાય છે—બાગના પુવારાના જલ-ખિંદુઓમાં પણ મેઘધનુષ્ય અમુક પરિસ્થિતિમાં જોઈ શકાય છે. કોઈ પણ સામાન્ય નિયમનું પ્રતિપાદન કરવામાં જેમ પ્રત્યક્ષ અનુભવ અને નિરીક્ષણની જરૂર પડે છે, તેમ નિયમસિદ્ધિમાં ફરીથી પ્રત્યક્ષ અનુભવ અને નિરીક્ષણની મદદ લેવી પડે છે. અમુક ખનાવતું કારણ અમુક પરિસ્થિતિ છે, અથવા તો અમુક રોગ અમુક જંતુથી થાય છે એ નિયમો તથ્ય ઉપરથી ફલિત થતાં હોય, તે છતાં પણ વધુ પ્રયોગથી આ અનુમાનને સાબીત કરવાની જરૂર રહે છે. આ છેલ્લી કસોટી નિર્ણાયક પ્રયોગથી* થાય છે. નિર્ણાયક પ્રયોગ કેવી રીતે કરવો, કેવી રીતે ગોઠવવો, ક્યા રૂપમાં કઈ વસ્તુસ્થિતિને નિર્ણાયક ગણવી એ સઘળું કાર્યક્રમ નક્કી કરવામાં ઉંચા પ્રકારની વૈજ્ઞાનિક કળવણી અને યુદ્ધિની જરૂર પડે છે. અને આ નિર્ણાયક પ્રયોગ વિના અનેક વૈજ્ઞાનિકોએ ભૂલ કરી છે અને તે ભૂલો પકડાતાં ઘણીવાર લાગે છે. ભૌતિક દ્રવ્યોમાંથી નવાં જંતુઓ ઉત્પન્ન થાય છે એવું દેખાડનાર બર્ક નામના વૈજ્ઞાનિકે પ્રથમથી જ જંતુ વિનાની પરિસ્થિતિ તૈયાર કરવામાં જ ભૂલ કરી હતી; અને તેથી તેના પ્રયોગો, અનુમાનો, અને સિદ્ધાન્તો બધા રદ ગયા હતા. અમુક વસ્તુસ્થિતિ સાથે કાર્યકારણનો સંબંધ કલ્પવો એ અધર્મ નથી; પરંતુ તે સંબંધ સિદ્ધ કરવો એ ઘણું જ કઠિન છે. પહેલાં તો એવી પરિસ્થિતિ પ્રાપ્ત કરવી જોઈએ કે જેમાં આપણે જેને કારણ રૂપ ધારતા હોઈએ તેને દૂર રાખી શકીએ. પછી આ કારણરૂપ પરિસ્થિતિ દૂર થતાં કાર્ય બંધ થાય છે, અને તે જ પરિસ્થિતિ હાજર થતાં કાર્ય ચાલુ થાય છે એમ સિદ્ધ થાય તો જ કાર્યકારણનો સંબંધ સિદ્ધ કરી શકાય, અને તે પણ ક્યારે બંને કે પ્રયોગો કે નિરીક્ષણમાં બીજી બંધી પરિસ્થિતિ તદ્દન સરખી જ રાખવા-

* Control Experiment

માં આવી હોય તો જ. પ્રયોગની ખીલ ખધી પરિસ્થિતિ સરખી જ રાખવી અને ફક્ત એક કારણરૂપ પરિસ્થિતિ જૂદી રાખીને તેને પ્રયોગકની ઇચ્છા પ્રમાણે નજીક કે દૂર કરી શકાય એવી વ્યવસ્થા કરવી ઘણી કઠિન છે. પણ તેવા નિર્ણાયક પ્રયોગ વિના વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો નિશ્ચિત થવા મુશ્કેલ છે.

શીત જવરતું કારણશોધન

વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિનાં એક બે દૃષ્ટાંત આપવાથી આ વિષય જરૂર સરળ થશે. સાધારણ શીતજવર (ટાઢીઆ તાવ)તું કારણ વર્ષો સુધી ઝેરી હવા ગણાતું. બેજવાળી જમીનમાંથી ઝેરી હવા નીકળે છે અને આ હવાથી ટાઢીઓ તાવ આવે છે એમ મનાતું. “મેલેરીઆ” અંગ્રેજી શબ્દનો અર્થ જ એ કે “ખરાબ હવા.” અત્યારે આપણે જાણીએ છીએ કે મચ્છરથી આ રોગ થાય છે, પરંતુ તે સિદ્ધ થતાં પહેલાં વર્ષો સુધી ઘણાએક વૈજ્ઞાનિકોને તે વિષે પ્રયાસ કરવો પડ્યો હતો. પહેલાં તો મેલેરીઆ સંબંધી ખરી હકીકતો-તથ્યો મેળવવાનું કામ કઠિન હતું. ડાક્ટરો અમુક દવાથી તાવ જાય છે એ માનીને જ સંતોષ માનતા. આ તાવથી લોહીમાં શું ફેરફાર થાય છે તેનો અભ્યાસ જ નહોતો થયો: જંતુવિદ્યાની પ્રગતિ સાથે એમ નક્કી થયું કે મેલેરીઆના કેસમાં લોહીમાં અમુક જાતનાં પરોપજીવી જંતુઓ હમેશ દેખાય છે. તેમાં પણ ત્રણ જાતનાં મેલેરીઆ તાવમાં જૂદા જૂદા જંતુઓ દેખાય છે. આ બધા તથ્યોનું વર્ગીકરણ કરતાં એક પ્રકારના જંતુઓ અને મેલેરીઆનો સંબંધ જણાયો. પરંતુ કેવલ બહારના સંબંધથી અંગઠ ન જતાં આ વ્યાપ્તિસંબંધને નિર્ણાયક પ્રયોગથી સિદ્ધ કરવાની જરૂર હતી. આ જંતુઓનો નવો સમૂહ બનાવીને તેને તંદુરસ્ત મનુષ્યના શરીરમાં દાખલ કરતાં મેલેરીઆ લાગુ પડતો જોવામાં આવ્યો: તેથી મેલેરીઆ તાવનું કારણ આ જંતુઓ છે એ તો નક્કી થયું. પરંતુ તેનો અને મચ્છરનો સંબંધ શું? મેલેરીઆના જંતુઓ કેવી

રીતે જીવે છે, મરે છે, જન્મે છે અને જન્મ આપે છે એ સર્વ હકીકતો મેળવતાં વર્ષો થયાં. આ કામ સર રોનલ્ડ રૉસના હાથે કલકત્તામાં થયું હતું. તેણે સિધ્ધ કર્યું કે આ જંતુઓ મચ્છરના શરીરમાં જ જીવી શકે છે: અને એક મનુષ્યને ચઢેલો મેલેરીઆ બીજા મનુષ્યને આ મચ્છર મારફત ચઢી શકે છે. આ સિદ્ધ કરવાનું કાંઈ સહેલું નહોતું; કારણ કે મચ્છરની આશરે ત્રણસો જાત છે; પણ તેમાંથી અમુક જાત જ અને ખાસ કરીને “એનોફેલીસ” નામના પુંધવાળા મચ્છરો જ આ જંતુઓને નિભાવી શકે છે. આ જાતના મચ્છરો જીવ પાડીને તેમાંથી જંતુઓનાં જીવન, વૃદ્ધિ અને મૃત્યુ સંબંધી સર્વ હકીકત મેળવતાં સર રોનલ્ડ રૉસને ઘણાં વર્ષ લાગ્યાં. ત્યારપછી પણ મચ્છરો અને મેલેરીઆના સંબંધ વિષે નિર્ણાયક પ્રયોગો કરવા પડ્યા હતા. આ પ્રયોગોના અંતે નક્કી થયું કે સાધારણ તંદુરસ્ત માણસને મેલેરીઆ લાગુ પડવાનો એક જ રસ્તો તેના લોહીમાં મચ્છરની મારફત આ રોગનાં જંતુ દાખલ થવાં જોઈએ; એ છે એટલે કે અમુક જાતના મચ્છરોનો નાશ કરવામાં આવે તો, આ જંતુઓ પોતાનું જીવનચક્ર પૂરું કરી શકે નહિ, અને મેલેરીઆ રોગોનો નાશ થઈ જાય. સાબા મનુષ્યને મેલેરીઆવાળા મચ્છર કરડવાથી તે રોગોનાં જંતુ તેના લોહીમાં દાખલ થાય છે; અને મચ્છરદાની વગેરે વડે આ મચ્છરોને દૂર રાખવાથી શીતજ્વર લાગુ પડતો નથી એ પણ નિર્ણાયક પ્રયોગોથી સિદ્ધ થયું છે. કોર્ટન (કવીનાઇન) એ આ શીતજ્વર માટે અનુભવ-સિદ્ધ દવા છે તેનું પણ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણ થયું છે; આ દવાથી લોહીમાંનાં જંતુ ઉપર થતી અસર નોંધવાથી આ દવા કેવળ અનુભવસિદ્ધ નહિ પણ વિજ્ઞાનસિદ્ધ ગણાય છે, કારણ કે રોગના મૂળ કારણરૂપ જંતુનો નાશ કરે છે એમ સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર વડે જોઈ શકાય છે. આ પ્રમાણે કાર્યકારણ સંબંધ સ્થાપિત થવાથી મેલેરીઆ દૂર કરવાનાં સાધનો પણ જાણીતા થયા: અને હવે દરેક ગામમાં, મેલેરીઆ દૂર કરવાને મચ્છરોનો અને

તેમને ઉછરવાને અનુકૂળ આબોચીઆનો નાશ કરવાનો, અથવા તે તેમાં ધાસતેલ નાંખીને તેનાં ઈંડાંને મારી નાખવાનો રિવાજ સાધારણ થઈ પડ્યો છે. હિંદુસ્તાનમાં દર વર્ષે લાખો માણસો આ રોગથી જ મરે છે; તેમાં કાંઈ ઘટાડો થવાનો સંભવ હવે લાંબો છે. મેલેરીઆની માફક પીળા તાવનું કારણ પણ અમુક જાતના મચ્છર છે એમ સિદ્ધ થયું છે અને તે થયા પછી પનામાની નહેરના પ્રદેશો, અને દક્ષિણ આફ્રિકાના કેટલાએક પ્રદેશો વસવાને લાયક થયા છે. આ લાલ કરતાં કાર્યપદ્ધતિની ચોકસાઈ આ સ્થળે વધારે અગત્યની છે; અને તે ઉપર ધ્યાન આપવાનું છે.

નિર્ણાયક પ્રયોગ

વિજ્ઞાનની પદ્ધતિમાં નિર્ણાયક પ્રયોગનું સ્થાન સચોટ દર્શાવનાર એક પ્રસંગ પાશ્ચરના જીવનમાં પ્રસિદ્ધ છે. એકવાર કૃત્રિમ રીતે શીતળા કઢાવ્યા પછી બીજી વાર શીતળાનો રોગ મનુષ્યને થતો નથી અથવા તો થાય છે તો ઘણા જ નરમ રૂપમાં થાય છે. એ પ્રયોગો જનરે સિદ્ધ કર્યા હતા. તેવા જ પ્રયોગો પાશ્ચરે એન્થ્રાક્સના સંબંધમાં કર્યા હતા અને તેણે ખનાવેલી રસીનો ઉપયોગ કરવાથી આ રોગ થતો નથી અને થાય તો ઘણા જ ઝીણા રૂપમાં થાય છે. પરંતુ પાશ્ચરનો આ વિચાર કાંઈએ કબુલ રાખ્યો નહિ; અને જનવરના ડાક્ટરો, અને ઠોરોના અનુભવીઓએ તેના અભિપ્રાયને હસી કાઢ્યો; અને છાપાંઓમાં તેના વિરુદ્ધ ઘણી ટીકા થવાથી બધું વાતાવરણ તેની પ્રતિકૂલ હતું. પરંતુ છેવટે નિર્ણાયક પ્રયોગ કરવાની શરતો ઘડાઈ અને પ્રાચીન સમયના શાસ્ત્રાર્થની માફક એક વિજ્ઞાનાર્થ—વિજ્ઞાનયજ્ઞ—યોજવામાં આવ્યો. પચાસ ઘેટાં લેવામાં આવ્યાં: પચીસને એન્થ્રાક્સના મૃત જંતુઓમાંથી ખનાવેલી રસી મૂકવામાં આવી, બીજાં પચીસને એમને એમ રહેવા દેવામાં આવ્યાં. થોડા દિવસ પછી આ બંધાં ઘેટાંને સાથે એન્થ્રાક્સનાં જીવતાં જંતુઓની નાશકારક રસી મૂકવામાં

આવી. પછી બધાં ઘેટાંને ભેગાં કરવામાં આવ્યાં અને મહોટા ડાકટરો, અનુભવીઓ, અને વૈજ્ઞાનિકોની કમિટીની દેખરેખ નીચે રાખવામાં આવ્યાં. ૧૮૮૧ ના જૂન માસની ખીજ તારીખે આ પ્રયોગનું છેવટ આવવાનું હતું; તે દિવસનો ઉત્સાહ અને આનંદ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં ચિરસ્મરણીય રહેશે. જે પચીસ ઘેટાંને પહેલેથી રસી મૂકવામાં આવી નહોતી તે બધાં તે જ દિવસે અથવા રાત્રે એંથ્રાક્સથી મરી ગયાં—પરંતુ ખીજ પચીસને પહેલેથી રસી મૂકેલી હતી તે બધાં તદ્દન સાગ્ન રહ્યાં હતાં. આ સભામંડપમાં જે વખતે પાશ્વર દાખલ થયો તે વખતનો તેને મળેલો તાળીઓનો આવકાર અપૂર્વ પ્રકારનો હતો. પાશ્વરે પોતાની પ્રયોગોની એકસાઇથી વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ અને વિજ્ઞાનની ઉપયોગિતા વિષે બધી શંકા દૂર કરી હતી. આ જ પદ્ધતિનો ઉપયોગ પછીથી પાશ્વરે હડકવાના રોગ ઉપર કર્યો હતો; અને તેના આ અન્વેષણથી મનુષ્યના કષ્ટસાધ્ય રોગોમાંથી એક રોગ ઓછો થયો છે. પાશ્વરને નિર્ણાયક પ્રયોગ ઉપર એટલી બધી શ્રદ્ધા હતી કે તે હમેશ તેના પ્રયોગની બે જોડ રાખતો, પણ તે કેટલાએક વેપારીઓ ખોટા હિસાબના બે ચોપડા રાખે છે તેવી દૃષ્ટિએ નહિ; ફક્ત નિર્ણાયક કારણનો ભેદ રહે એટલો જ ફેર રાખીને બંને પ્રયોગોમાં પરિસ્થિતિ તદ્દન સરખી જ રાખીને ખરૂં કારણ શોધવાને માટે જ.

ઉપરના વિવેચનથી વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો સ્વીકારતાં પહેલાં કેટલી સખત કસોટીમાંથી પસાર થાય છે તેનો ખ્યાલ આવશે. હકીકતો મેળવીને તેમાંથી તથ્ય છૂટાં પાડીને, તેમનું વર્ગીકરણ કરીને નિયમો મેળવવામાં આવે અથવા તેો કેવળ કલ્પનાથી નિયમો પ્રતિપાદન કરવામાં આવે, તેોપણ છેવટની કસોટીમાંથી છૂટવાને ઘણા જ થોડા સિદ્ધાન્તો ભાગ્યશાળી નીવડે છે. અમુક ઘટના કે અમુક સૃષ્ટિક્રિયાની સમજૂતિ માટે નિયમરૂપ અમુક કુચીથી બધી શંકાના ઉત્તર મળે તેો જ તાળું ખુલી શકે; તે વિષયનાં ખીજાં

તથ્યોનો ખુલાસો મળે, બધાં તથ્યોની સાથે બધાંએસતું થાય તો જ તે કુચી સ્વીકારાય છે, અને નિયમનો આદર થાય છે. પરંતુ તેમાં કાંઈ પણ ત્રુટિ દેખાય તો તે કુચી નાંખી દર્દને ખીણ બનાવવી પડે છે. વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણના કારખાનામાં આવી નકામી પડેલી કુચીઓ અસંખ્ય છે. આ સંબંધી પ્રખ્યાત પ્રયોગશાસ્ત્રી ફ્રેડેએ કહ્યું હતું કે “વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકના મનમાંથી પસાર થતા અસંખ્ય વિચારો અને કલ્પનાઓમાંથી કેટલા મોટા ભાગનો નાશ પોતાના હાથે જ પોતાની તીવ્ર વિવેચક શુદ્ધિ અને સખ્ત ટીકાને લીધે થાય છે તેનો ખ્યાલ સાધારણ મનુષ્યને આવી શકે જ નહિ.” આ મનોવ્યથા વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકને કેટલો ત્રાસ આપે છે એ વિષે કવિ ઉમાશંકર જોષીએ જ્ઞાનસિદ્ધિ (એક વૈજ્ઞાનિકની આત્મકથા) એ કાવ્યમાં સુંદર અને સચોટ રીતે વર્ણવ્યું છે જેનો “વિજ્ઞાન અને રસવૃત્તિ” એ પ્રકરણમાં ઉલ્લેખ કરવામાં આવ્યો છે.



વૈજ્ઞાનિકાના જીવનનું ખરું રહસ્ય તેમની માનસિક વૃત્તિમાં છે અને તેથી વિજ્ઞાનનું ખરું સ્વરૂપ પીઠાનવું હોય તો વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ ખરાખર જાણવી જોઈએ. સાધારણ જ્ઞાનને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિનો સંપર્શ થયા વિના તેમાં વિજ્ઞાનનાં તત્ત્વો ઉદ્ભવતાં નથી; તેવી જ રીતે સાધારણ મનુષ્યની માનસિક વૃત્તિમાં ફેર થયા વિના તેનાથી વૈજ્ઞાનિક જીવનનો લાભ લઈ શકાતો નથી. ગીતામાં અનુનૈ પ્રશ્ન પૂછ્યા છે કે યોગીઓ કેવી રીતે જાણે છે? કેવી રીતે ચાલે છે? કેવી રીતે વાતો કરે છે? કઈ ભાષામાં જાણે છે? આવા જ પ્રશ્નો વૈજ્ઞાનિકો અને તેમની માનસિક વૃત્તિ વિષે પૂછવા યોગ્ય છે. વિજ્ઞાનના ભકતોને પણ ગીતામાં પણ વિલા યોગીઓનાં કેટલાંએક લક્ષણો સંમત છે—“ નિઃસ્પૃહઃ ” “ નિર્મમો, ” “ નિરહંકારઃ ” તે ઉપરાંત સત્યપ્રેમ, સત્યનિષ્ઠા, સ્થિર બુદ્ધિ, અડગ નિશ્ચય, ધૈર્ય મહેનત, તીક્ષ્ણ નિરીક્ષણ બુદ્ધિ વગેરે લક્ષણો પ્રાપ્ત કર્યાં વિના ખરી વિજ્ઞાનભકિત અશક્ય જ છે. વિજ્ઞાને જગતને આપેલી ન્હાની મોટી શોધો બુલાઈ જાય અથવા તો તેમનો નાશ થઈ જાય તો પણ વિજ્ઞાનના ભકતોએ જે આદર્શ અને ધ્યેય જગતને આપ્યાં છે, જે આત્મભોગ આપીને આદર્શમય જીવન ગાળ્યાં છે અને મનુષ્ય-જીવનને કેવલ ભૌતિક રીતે નહિ પણ માનસિક અને આધ્યાત્મિક રીતે પણ ઉન્નત કર્યું છે તે માનવજીવનના ઇતિહાસમાં બુલાય એમ નથી. વિજ્ઞાનનો દુરુપયોગ ઘણી વખતે થાય છે પણ તેથી વિજ્ઞાનના આદર્શની કે કાર્યની કિંમત ઘટતી નથી; નવલકથા, કાવ્ય, અને ચિત્ર-કળાનો પણ દુરુપયોગ ઘણીવાર થાય છે. ધર્મને બહાને ચતા દોંગ, અન્યાય, બુલમ, અને અનીતિનાં દૃષ્ટાંતો લેવા દૂર જવું પડે તેમ નથી. તેવી જ રીતે વિજ્ઞાનની શોધનો દુરુપયોગ યુદ્ધમાં કે બીજા કોઈ કામમાં થાય, તો તેમાં દોષ નથી વિજ્ઞાનનો, પરંતુ છે રાજનીતિનો

કે સમાજવ્યવસ્થાનો છે. વિજ્ઞાન પોતાના ઉચ્ચ આદર્શોથી, પોતાના ભક્તોના નિઃસ્પૃહી અન્વેષણોથી, આ રાજનીતિ અને સમાજવ્યવસ્થાની અપૂર્ણતા અને દોષ પદે પદે દર્શાવે છે; પરંતુ સ્વાર્થી મુડીમાલોકો અને રાજપુરૂષો જ્યાંસુધી વિજ્ઞાનનાં સત્યોને સમજે નહિ ત્યાંસુધી સમાજનાં દુઃખો અને પ્રજાઓનાં યુદ્ધો અટકવાનાં નથી. હજી પણ આ સ્વાર્થી રાજનીતિને જગતમાંથી દૂર કરનારી કોઈપણ સત્તાનું બળ જામવાનો સંભવ હોય તો તે વિજ્ઞાનની ખૂનિત ભાવનાઓમાં અને વિજ્ઞાનનાં અતિમ સત્યોની વાસ્તવિકતામાં જ છે. વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં જડવાદ છેલ્લા શતકમાં થોડો સમય પોતાનું સામ્રાજ્ય ચલાવી ગયો; પરંતુ જડવાદની અપૂર્ણતાઓ હવે સમગ્રતી જાય છે. વૈજ્ઞાનિકોના અગત આધ્યાત્મિક જીવનના વિકાસની સાથે સમસ્ત વૈજ્ઞાનિક વિચારનો ઝોક અધ્યાત્મવાદ તરફ ઢળતો જાય છે. વિજ્ઞાનનાં પરાક્રમોની પરાકાષ્ટા જડવાદમાં જ સમાપ્ત થાય છે એ સમજણ ભૂલભરેલી છે; વિજ્ઞાનનું મૂલ્ય કરવું હોય તો વિજ્ઞાનસમસ્તની તુલના કરવી જોઈએ. વિજ્ઞાનનાં શુદ્ધ દેખાતાં તથ્યો કે સિદ્ધાન્તોમાં જ વિજ્ઞાન પૂરું થતું નથી; વિજ્ઞાનના પાછા સ્વરૂપનું રહસ્ય વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ અને વિચારપ્રણાલિકામાં છે તે આપણે જોઈ ગયા છીએ, તેવી જ રીતે વિજ્ઞાનના આત્માનું રહસ્ય વૈજ્ઞાનિકવૃત્તિમાં-વૈજ્ઞાનિકોના સ્વભાવની વિશેષતામાં અને તેમના વિચાર એને કાર્યની અદ્ભુત શુદ્ધિમાં રહેલું છે.

જિજ્ઞાસા

આ વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિનું પ્રથમ લક્ષણ જિજ્ઞાસા છે. આ જિજ્ઞાસા ખીજના ખાનગી પત્રો વાંચવાના જેવી ક્ષુલ્લક અને ક્ષુદ્રપ્રકારની નથી હોતી, પરંતુ નિઃસ્વાર્થી અને પવિત્ર હોય છે. ખરી ખાતમી મેળવવી, સાધારણ હકીકતોમાંથી અસત્યનાં છોડાં નૂદાં પાડી તથ્યની પ્રાપ્તિ કરવી એ કાર્યમાં સત્યને માટે અનહદ પ્રીતિ વિલક્ષણ પ્રેરક બળ આપે છે. પ્રેમીઓની પિપાસા, દેશભક્તોની ધગશ, અથવા તો મુમુક્ષુઓની જિજ્ઞાસા એ સર્વેના કરતાં વૈજ્ઞાનિકોની તથ્યોને માટે

તૃષ્ણા* વધારે નિઃસ્વાર્થી અને તેથી વધારે પવિત્ર હોય છે. ફરહાદ તેની શિરીનને શોધવાને માટે ડુ'ગરો તોડવાનો તત્પર હતો; દેશભક્તોનાં દેશના માન કે મુકિતને માટે માથું આપવાનાં દષ્ટાંતો દેશેદેશના ઇતિહાસમાં મળી આવે છે; નાંચકેતા જેવા મુમુક્ષુઓ મોક્ષની ઇચ્છાથી પ્રેરાઈ ચમરાળ પાસે જતાં કરતા નથી-પરંતુ એમના સર્વ યત્નોમાં કાંઈપણ લાભની આશા હોય છે. પણ વૈજ્ઞાનિક યત્નોમાં ખાસ કરીને વિજ્ઞાનના તથ્યોની શોધમાં કેવળ જ્ઞાનવૃદ્ધિ સિવાય વૈજ્ઞાનિકોને કાંઈ લાભ થતો નથી. અર્થ સાધ્યામિ દેહં પાત્યામિ વા એનાં દષ્ટાંતો મારવાડના શુષ્ક પ્રદેશોમાંથી આવનારા, અને મુંબાઈ અને કલકત્તા જેવા શહેરોને ધ્રુમવનારા વ્યાપારીઓમાં મળી આવશે. પરંતુ સત્ય સાધ્યામિ દેહં પાત્યામિ વા એવા નિઃસ્વાર્થી શોધકયુદ્ધિવાળા સત્યપ્રેમીઓ તો વૈજ્ઞાનિકો સિવાય અન્ય મળવા મુશ્કેલ છે, ઇંદ્રિને અસુરોથી ખચાવવાના સ્વાર્થની ખાતર પોતાનાં અસ્થિ આપનાર દૃધીચિત્કષિને પોતાના મોક્ષની ખાતરી હતી. પરંતુ ધ્રુવલગિરિ કે ગૌરીશંકરના ઉચ્ચતમ શિખર ઉપર પહોંચવાની અથવા તો ઉત્તર કે દક્ષિણ ધ્રુવના ભૌગોલિક સ્થાન સુધી પહોંચવાની, અને ત્યાંનાં હવામાન વગેરે તથ્યો વિષે જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવાની તીવ્ર ઇચ્છામાં સ્વાર્થ સાધવાનું કાંઈ નહોતું, તેમાં શુદ્ધીનું જોખમ હોવા છતાં પણ તેને માટે ફરી ફરી યત્ન કરનારા કેટલા વૈજ્ઞાનિકો તૈયાર થાય છે તે જોઈને તેમની આત્મભોગની ભાવનાને માટે માન થાય છે. કેટલાએક અંશે એમ કહી શકાય કે શિકારીઓની પેઠે નવું પરાક્રમ કરવાની ભૌતિક લાલસા એમને પ્રેરે છે. પરંતુ આ લાલસા શિકારીઓની કેવળ શિકારી અને હિંસક વૃત્તિથી ભિન્ન પ્રકારની હોય છે: કારણ કે આ પ્રયાસોનો અંતિમ ઉદ્દેશ તો નવાં તથ્યો પ્રાપ્ત કરવાનો-તથ્યોની તૃષ્ણા છે. આ તૃષ્ણા ખીનસ્વાર્થી હોવાને લીધે વિજ્ઞાનના ઉચ્ચ આશય અને પ્રગતિનું મુખ્ય સાધન બને છે. જિજ્ઞાસા એ મનુષ્યસ્વભાવનું સાધારણ લક્ષણ છે. નાના

ખાળકમાં પણ આ જિજ્ઞાસા સ્વાભાવિક હોય છે અને “આ શું છે”, “શા માટે”, “કેવી રીતે” એવા પ્રશ્નોથી ધણીવાર માતાપિતા કંટાળી જાય છે. ધણીવાર આળસુ અને અજ્ઞાન માતાપિતા તરફથી આ જિજ્ઞાસાને ઉત્તેજન ન મળવાથી તે દુખાઇ જાય છે અને તેથી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણને આવશ્યક માનસિક વૃત્તિ ખીલવા પામતી જ નથી. વૈજ્ઞાનિકોના જીવનચરિત્રમાં તેમના ખાલ્યકાળમાં ખીલવેલાં આ લક્ષણો વિષે ધણીવાર વાંચવામાં આવે છે. ક્લાકર્ક મેક્સવેલ નામના પ્રતિભાશાલી ભૌતિકશાસ્ત્રીની ખાલ્યવસ્થામાં આ વિષે ખાસ ઉલ્લેખ છે: તેને સાધારણ ઉત્તરથી સંતોષ ન થતો અને દરેક પ્રશ્નને માટે ચોકકસ ઉત્તર મેળવવા મથતો; ‘આનું કારણ શું’ એટલાથી સંતોષ ન માનતાં, ‘આનું ખાસ કારણ શું’ એ પ્રશ્નથી વધારે માહિતી મેળવવા તે યત્ન કરતો આ ઉત્કંઠા અને જિજ્ઞાસા એ વૈજ્ઞાનિકોના જીવનરસરૂપ છે. પરંતુ તે ખાળકોના પ્રશ્નોના જેવી ક્ષણભંગુર અને ક્લુલક હોતી નથી. સત્યશોધકના પવિત્ર આદર્શને લીધે આ જિજ્ઞાસામાંથી શુદ્ધ અને સાત્ત્વિક માનસિક સ્થિતિ સધાય છે. તેને માટે ચોકસાઈ, ખારીક નિરીક્ષણની ટેવ, સ્પષ્ટતા વગેરે ગુણો પણ આવશ્યક થઈ પડે છે.

ચોકસાઈ

કેવળ સત્યને માટે જિજ્ઞાસા આ ગુણો વિના નિષ્ફળ જાય છે. તથ્યો એકઠાં કરવાની ઇચ્છા ધણીએ તીવ્ર હોય તો પણ તે ખારીક નિરીક્ષણ અને ચોકસાઈથી પ્રાપ્ત કરવામાં ન આવ્યાં હોય અથવા તો તેમને સ્પષ્ટતાથી વર્ણવવામાં ન આવ્યાં હોય તો ખધી મહેનત વ્યર્થ જાય છે, વિજ્ઞાનનો પાયો ચોકસાઈથી પ્રાપ્ત કરેલાં તથ્યો ઉપર રચાયેલો હોય છે, તેથી તેમના નિર્ણયમાં કે વર્ણનમાં કોઈ પણ ઠેકાણે અચોક્કસતા જણાય તો સર્વ કાર્ય દોષિત થાય છે અને ત્યજ દેવું પડે છે. આ ચોકસાઈ જેટલી આવશ્યક છે તેટલી જ પ્રાપ્ત કરવી કઠિન છે. ધણાં ખાળકો પોતાના જાગૃત અને સ્વપ્ના-

વસ્થાના અનુભવ વચ્ચેનો ભેદ સમજી શકતાં નથી, અને સ્વપ્નને પણ સાચું માને છે; તેવી જ રીતે પ્રાચીન સમયના કેટલાએક મુસાફરો પોતાના અનુભવનાં વર્ણન કરતી વખતે પોતે નજરે જોયેલી ખરી હકીકતો, ખીજા લોકોએ કહેલી વાતો, અને પોતાના માનસિક અભિપ્રાયો એકઠાં કરી નાંખે છે, તેથી તેમની નોંધપોથીઓ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં નિરૂપયોગી થઈ પડે છે. એક સાધારણ ખનાવની હકીકત ત્રણ ચાર જુદા જુદા મનુષ્યો જુદી જ રીતે કહેશે અને તેને ચોકસાઈથી અને પોતાના અંગત અભિપ્રાયથી રંગ્યા સિવાય વર્ણન કરનારા ઘણા ઓછા જ મળશે. પ્રયોગથી એમ સિદ્ધ થયું છે કે એક જ નાટ્યપ્રયોગોનાં વર્ણનો પણ જુદા જુદા વિદ્યાર્થીઓ એક સરખી ચોકસાઈથી લખી શકતા નથી.

પરંતુ આ ચોકસાઈની ટેવ પ્રાપ્ત કર્યા વિના વૈજ્ઞાનિકાને ચાલે તેમ નથી. સર માર્કેટલ ફૅસ્ટર નામના વિખ્યાત વૈજ્ઞાનિકના શબ્દોમાં કહીએ તો “સાધારણ અનભિજ્ઞ-અવૈજ્ઞાનિક મનુષ્યોને ‘લગભગ,’ ‘આશરે,’ ‘ચાલશે,’ એવા શબ્દોથી ઘણીવાર સંતોષ મળે છે. પરંતુ કુદરતને તેથી સંતોષ થતો નથી. એ વસ્તુઓમાં ચોખ્ખાપુર અથવા તો ચોખ્ખાના સહસ્રાંશ જેટલો પણ ફેર હોય તો કુદરત તો તે ખંને વસ્તુઓને જૂદી જ ગણશે. સાધારણ મનુષ્ય પોતાની દુનીઆદારીની ટેવ પ્રમાણે વૈજ્ઞાનિક ક્રિયાઓમાં આ સૂક્ષ્મ ભેદને સમજ્યા વગર કામ કરવાની ધૃષ્ટતા રાખે તો કુદરત તેને ક્ષમા આપવાની નથી.” આ ક્રીણા ભેદ જોઈ નહિં શકવાથી જ્ઞાનનો માર્ગ હાથમાં આવેલો છતાં દેખી શકાતો નથી અને કુદરતના ખગ્નનાની ચાવી સમીપ હોવા છતાં તેનો લાભ લઈ શકાતો નથી. વરાળયંત્ર જેવા યંત્રની ખનાવટમાં આવી ચોખ્ખાપુર પણ ભૂલ કરવાથી કોઈવાર તે યંત્રની અને વાપરનાર મનુષ્યની પોતાની સહીસલામતીનો પણ ભોગ આપવો પડે છે. આવી ખારીકાઈથી ખનાવાતાં યંત્રો અને હથિયારો હિંદની ઔદ્યોગિક સ્વતંત્રતાના પાયા રૂપ છે.

સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણની ટેવ

ચોક્કસાઈના ગુણની સાથે ઝીણવટથી નિરીક્ષણ કરવાની ટેવ નહાની અને ખારીક હકીકતોની પણ નોંધ રાખીને તેનો ઉપયોગ અને તેનો અર્થ સમજવાની તત્પરતા—એ વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવમાં હાજર રહે છે. આ ઝીણવટને લીધે જ ધણી અગત્યની શોધો થઈ શકી છે અને તેનાં એક બે દૃષ્ટાંત આપવાં આવશ્યક છે. ઘણાં વર્ષોં સુધી આપણી હવામાં નાઇટ્રોજન, ઓક્સીજન, કારબોનીક એસીડ ગેસ અને વરાળના અંશ સિવાય બીજાં કંઈ તત્ત્વો છે જ નહિ એમ મનાતું હતું. કેવન્ડીશ (૧૭૩૧-૧૮૧૦) નામના એક અંગ્રેજ રાસાયણિક નિરીક્ષણ કર્યું હતું કે હવામાંથી ઉપર દર્શાવેલા વાયુઓ દૂર કર્યા પછી પણ જરા જેટલો (નહાના પરપોટા જેવો) વાયુ રહી જતો હતો. સાધનોના અભાવને લીધે આ વાયુના ગુણ અને લક્ષણની તપાસ તે કરી શક્યો નહોતો, અને સો વર્ષ સુધી આ વાયુ વિષે કોઈપણ વૈજ્ઞાનિકે વધારે તપાસ કરી નહોતી. પરંતુ ૧૮૬૪ માં લોડ રેલેને હવામાંથી મેળવેલા નાઇટ્રોજનનાં વજનમાં રહેજ ફેર માલૂમ પડ્યો. આ વજનનો ભેદ ઘણો જ થોડો અને ઝીણો હતો—એક ગ્રામના દશ હજારમા ભાગ જેટલો પણ ભાગ્યે હશે. આટલા નાના ફેરને પણ ધ્યાનમાં રાખવાથી, અને કેવન્ડીશના નિરીક્ષણને યાદ રાખવાથી, તથા આ ભેદના કારણની તપાસ ચાલુ રાખવાથી, હવામાં રહેલાં બીજાં વાયુરૂપ તત્ત્વોના સમૂહની શોધ થઈ. આ શોધમાં રંગપટ વિદ્યા (સ્પેક્ટ્રોસ્કોપ) ધણી ઉપયોગી થઈ પડી હતી; તેમાં પણ ચોક્કસાઈ અને ઝીણવટથી કામ કરનારને આરગન, હીલીઅમ, નીઓન, વગેરે નવાં તત્ત્વોની શોધ કરવાનો લાભ મળ્યો હતો. આ તત્ત્વોનું પ્રમાણ હવામાં ઘણું જ થોડું છે, તે છતાં આ તત્ત્વોની શોધથી સૈદ્ધાન્તિક રસાયણવિદ્યાના જ્ઞાનમાં કેટલીએક ખાકી રહેલી જગ્યા પુરાઈ છે: અને એ તત્ત્વોના ગુણના અભ્યાસથી પૃથ્વી અને સૂર્યના સંબંધ વિષે, પૃથ્વીમાં રહેલા હીલીઅમના અંશો

ઉપરથી પૃથ્વીની ઉંમર વિષે, અને એવા બીજા અનેક વિષયો ઉપર પ્રકાશ પાડ્યો છે.

ખનાવટી રંગ ખનાવવાના અર્વાચીન ઉદ્યોગની સ્થાપના આવા ખારીક નિરીક્ષણની ટેવથી જ થઈ હતી. ઈ. સ. ૧૮૫૬માં પર્કીન નામના એક ૧૭ વર્ષના યુવકને હાથે ક્વીનાઈન (કાયદન) ખનાવતાં અકસ્માત એક કાળો પદાર્થ જોવામાં આવ્યો. તેને નાંખી દેવાને બદલે તેનો વ્યવસ્થાપૂર્વક અભ્યાસ કરવાથી 'એનીલીન મૉવ' રંગની શોધ થઈ, અને એક નવા ઉદ્યોગની સ્થાપના થઈ. કોલસામાંથી ખાળવાને માટે ગેસ ખનાવતાં અને શુદ્ધ કરતાં જે પદાર્થ મળી આવે છે તેમાંના નાંખી દેવાતા કોલટારમાંથી આ ઉપયોગી પદાર્થ ખનવાથી રંગ ખનાવવાના એક નવા હુન્નરની સ્થાપના થઈ છે. અર્વાચીન જગતમાં રંગની વિવિધતામાં અને અદ્ભુતતામાં તેમજ રંગથી ખનતા સૌન્દર્ય માત્રમાં વૈજ્ઞાનિકોનો હાથ સર્વત્ર દેખાય છે. એનીલીનની માફક એલીઝરીન રંગની ખનાવટમાં પણ ઘણી જ ઝીણવટ, ખારીકાઈ અને ચોકસાઈનો ઉપયોગ થયો છે; એમ કહેવાય છે કે એક પ્રયોગમાં અર્મોમીટર તૂટી જવાથી અને તેમાંનો પારો વાસણની અંદર પડવાથી, રાસાયનિક કાર્ય ઉત્તેજિત થયું હતું; અને મહીનાઓની મહેનતને બદલે એક જ અકસ્માતથી આ રંગ ખનાવવાનું કાર્ય સહેલાઈથી સંપૂર્ણ થયું હતું. આમ અકસ્માતથી કોઈ વખતે વૈજ્ઞાનિકોનું કાર્ય સુલભ થાય છે પણ તેનો લાભ ખારીકાઈથી નિરીક્ષણ કરનારને જ મળે છે. એવો જ દાખલો થેનીસીલીન નામની નવી દવાની શોધ વિષે બન્યો છે. ૧૯૨૯માં પ્રોફેસર ફ્રેન્ક મીંગ લાંડનમાં જૂદી જૂદી જાતનાં એક્ટી-રીઓ (સૂક્ષ્મજંતુ) વિષે પ્રયોગ કરતા હતા: તેમાંના એક પ્રયોગમાં તૈયાર કરેલી બંધી સામગ્રી બહારની કોઈ વસ્તુને લીધે ખરાબ થયેલી જણાઈ: અને વાદળી અને લીલા વચ્ચેના રંગની ઉબ (ફંગસ) વધતી જોવામાં આવી. હવે બીજા કોઈ પ્રયોગીએ આવી ઘટના જોઈને તે રકાબી ફેંકી દીધી હોત અને પછી તે વિષે ભૂલી જાત.

પરંતુ પ્રોફેસર અનુભવી અને સૂક્ષ્મ નિરીક્ષક હોવાને લીધે તેમણે વધારે ઝીણવટથી જોયું અને શોધી કહાડ્યું કે આ ઉપને લીધે મુખ્યજંતુઓનો નાશ થયો હતો. વધારે શોધ કરતાં જણાયું કે આ “ઉપ” ના જીવનમાં એવી એક રસાયનિક વસ્તુ નીકળતી હતી કે જેનાથી અમુક રોગોના સૂક્ષ્મજંતુઓનો સંદતર નાશ થતો હતો. આ પ્રમાણે વધુ સંશોધન કરતાં ન્યુમોનાઆમાં ફેફસાંનાં કે મગજના સોજના રોગોમાં અને ખીજા કેટલાએક રોગોમાં રામખાણુ અસર કરે છે. તે સખ્ધી સંશોધન કરવાને અને તેનો ઉપયોગ છેલ્લા મહાયુદ્ધમાં કરવાને માટે ધણી જ મહેનત કરવામાં આવી છે. પરંતુ જે અમુક જંતુઓનો નાશ કરી શકે છે તે જ જંતુઓના સંશોધન વખતે આ ‘ઉપ’ તું પ્રગટ થવું એ ધણુંજ આકરિમક ગણાય.

સ્પષ્ટતા

સત્યના વાસ્તવિક જ્ઞાનની પ્રાપ્તિને માટે વૈજ્ઞાનિકોને વિચાર તેમ જ વર્ણનની સ્પષ્ટતાનો ગુણુ કેળવવો પડે છે. ચોકસાઈ અને સ્પષ્ટતા એ જોડકી બહેનોની માફક સાથે જ અવતરે છે, પરંતુ કેટલીએક વખતે ચોકસાઈની શોધમાં સ્પષ્ટતા ભુલાઈ જાય છે. તે છતાં વૈજ્ઞાનિકોનો સ્પષ્ટતા માટે એટલો બધો આગ્રહ હોય છે અને સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરવાને તેઓ એટલા સતત અને અથાગ પ્રયત્ન કરે છે કે તેમને અસ્પષ્ટ વર્ણન કે વિચારને માટે ક્ષમા આપવી અશક્ય થઈ પડે છે. છઠ્ઠુંદરની આંખનું બંધારણુ અને તેના મણિ (લેન્સ) ની રચના જ એવી અપૂર્ણ હોય છે કે તેના દષ્ટિપટ પર સ્પષ્ટ કિરણો પડવાં જ અશક્ય હોય છે; ઘણા મનુષ્યનો સ્વભાવ પણ આવો જ હોય છે અને તેમના વિચાર કે વાર્તાલાપમાં સ્પષ્ટતા ભાગ્યે જ જોવામાં આવે છે. તેઓ છઠ્ઠુંદરની પેઠે કેટલીએક વસ્તુઓ સ્પષ્ટતાથી જોઈ શકે છે પરંતુ તે પ્રદેશમાંની વસ્તુઓને તો ઝાંખી જ દેખે છે. આ માનસિક અપૂર્ણતા દૂર કરવાને વૈજ્ઞાનિકો હમેશ મથે છે, અને વધતામાં વધતી સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરવાને યત્ન કરે છે.

ચોક્કસાઈ વિના સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત થવી મુશ્કેલ છે. ચોક્કસાઈની કિંમત થતાં જ વિચાર અને વર્ણનની સ્પષ્ટતાની કિંમત સમગ્ર થ છે. વિચારદર્શનમાં કે વસ્તુઓના વર્ણનમાં જોટલી ચોક્કસાઈની જરૂર છે તેટલી જ જરૂર સ્પષ્ટતાની છે. જગતમાં જાણવાનું એટલું બધું છે કે કોઈ વિષયથી અજ્ઞાન રહેવાને માટે આપણે શરમાવું જોઈએ નહિં. પરંતુ એકવાર એક વિષય અથવા તો એક વસ્તુ સંબંધી જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવામાં આવે તો પછી તે જ્ઞાન સ્પષ્ટ અને ચોક્કસ હોવું જ જોઈએ, કારણ કે તે સિવાય જ્ઞાન અને અજ્ઞાન વચ્ચે અંતર રહેતું નથી. વૈજ્ઞાનિક નિરીક્ષણ કરનારને કોઈપણ વસ્તુ અથવા ક્રિયા સંબંધી ખાતમી મેળવતી વખતે એટલી બધી સંપૂર્ણ વિગતો પ્રાપ્ત થાય છે કે તે પછી તે સંબંધી સ્પષ્ટ, સંપૂર્ણ અને ચોક્કસ વર્ણન કરતાં તેને અડચણ પડતી નથી. કોઈપણ વસ્તુ અથવા વિચારને આપણા મનમાં લાંબા વખત સુધી મનન કરવાથી તેને ઉપર નીચે, અંદર બહાર, ચારે તરફ વારંધડીએ તપાસવાથી તે સંબંધી આપણું જ્ઞાન એટલું બધું સ્પષ્ટ થાય છે કે તે વસ્તુને લગભગ પારદર્શક કહી શકીએ. વનસ્પતિશાસ્ત્રી વૃક્ષનો અભ્યાસ કરતી વખતે તેની લાકડાની અંદરની રચના, અંદરનું લાકડું અને તેના નરમ અને નક્કર વિભાગ દરેકને પોતાના વાસ્તવિક સ્થાને કહી શકે છે; તેમાં પાણી અને ક્ષારની જીંચી ગતિ જોઈ શકે છે અને ખાંડ અને ઓટીડવાળા પ્રવાહીની જમીન તરફની નીચીગતિ પણ જોઈ શકે છે. એક નહાની ગોકળગાય અથવા વંદાને બહારથી જોવાથી જીવવિદ્યાના અભ્યાસીને તેની અંદરની રચના-તેનું ધબકતું હૃદય, તેનું, પેટ, તેનું ગતિમાન રક્ત, અને તેના જ્ઞાનતંતુઓ અને મજ્જાતંતુઓ વગેરેનું જ્ઞાન તાદૃશ થાય છે. નવા નવા રંગ બનાવવાના કામમાં ગુંથાયેલો રસાયનશાસ્ત્રી તેની સમક્ષ રહેલા કાચના વાસણમાં મૂકેલા રંગને, એની અંદરની રચના અને તેમાં જુદા જુદા

પ્રકારના આણુઓ, અને પરમાણુઓ અને તેમની પરસ્પર સ્થિતિ વિષેનો તાદ્દશ ચિંતાર પોતાની આંખ સન્મુખ લાવી શકે છે. શરીરરચનાશાસ્ત્રીના મનમાં મનુષ્યના શરીરની રચનાનો તાદ્દશ ચિંતાર હમેશ તૈયાર રહે છે; અને નિપુણ ભૂગોલશાસ્ત્રી આખી પૃથ્વીનો સ્પષ્ટ માનસિક નમુનો તૈયાર રાખ્યા સિવાય બહુ આગળ વધી શકતો નથી. આથી ઊંચી ભૂમિકા ઉપર ફક્ત શબ્દ અને દષ્ટિની સ્પષ્ટતા નહિ પણ વિચાર માત્રની સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરવાને વૈજ્ઞાનિકો મથે છે. સૃષ્ટિની ક્રિયાઓની સ્પષ્ટ સમજૂતી આપી શકે તેવો નમુનો તૈયાર કરવો એ વિજ્ઞાનનું મુખ્ય કાર્ય છે, અને તેમાં સ્પષ્ટતાની ડગલે ડગલે જરૂર પડે છે.

આવા સ્પષ્ટ વર્ણનથી વિજ્ઞાનના કાર્યમાં ઘણો લાભ મળે છે, કારણ કે આપણી ભૂલો અને ખામીઓનું પણ સ્પષ્ટ વર્ણન થઈ શકે નહિ ત્યાં સુધી તે દોષમાંથી મુક્ત થવાના પ્રયત્નો નિષ્ફળ જાય છે. જ્યાં સુધી આવી ચોકસાઈ અને સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કરી શકાય નહિ ત્યાં સુધી આપણી ભૂલ પણ પકડી શકાય નહિ; તેથી સ્પષ્ટવક્તા સુખી ભવેત્ એ સાદા વ્યાવહારિક સૂત્રમાં વિજ્ઞાનની દષ્ટિએ ઊંડું રહસ્ય સમાયેલું છે. સ્પષ્ટવચન એટલે આપણી લાગણીઓને છૂટથી દર્શાવવાનું બહાનું એમ સમજવાનું નથી. મનુષ્યના ઉચ્ચમાં ઉચ્ચ વિચારો સ્પષ્ટતાથી અને ખીજાથી સંમળ શકાય તેવા રૂપમાં વર્ણવવા એ કામ રહેલું નથી; ઉલટું જેમ વિજ્ઞાનનો પ્રદેશ ઉચ્ચતર વિસ્તરતો જાય છે તેમ તેમ આ કાર્ય વધારે ને વધારે કઠિન થતું જાય છે. માનસશાસ્ત્ર અને અધ્યાત્મવિદ્યાનાં તથ્યો પણ વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિથી તપાસી શકાય તે પહેલાં તેમાં સ્પષ્ટતા અને ચોકસાઈના ગુણોનો નિર્દેશ થવો જોઈએ. ભૂતની ઘટનાનો અભ્યાસ થઈ શકે તે પહેલાં ભૂતનું ચોકકસ અને સ્પષ્ટ વર્ણન, ખીજાથી ખાત્રી થઈ શકે તેવા રૂપમાં મળવું જોઈએ. ભાષાની સ્પષ્ટતા તો આ વૈજ્ઞાનિક સ્પષ્ટતાનું એક

ખાલ્ડેય છે તે છતાં તેને માટે પણ લૉડ કુલ્વીન જેવા પ્રવીણ ભૌતિકશાસ્ત્રીને ખાસ આગ્રહ હતો. તેમના વિષે તેમના જીવનચરિત્રકાર પ્રો. થોમસને લખ્યું છે કે “ભાષાની અસ્પષ્ટતા અથવા વાક્યરચનાના દોષને લીધે ગેરસમજાતી થાય તેવી શૈલી તરફ તેમને ઘણો જ તિરસ્કાર હતો. તેમનું નિરુપણ સ્પષ્ટ રહે તેને માટે તેઓ ઘણી જ મહેનત લઈને યત્ન કરતા; અને તેથી તેમનાં વાક્યો કાઠિ વખત એટલાં બધાં કિલ્લેટ થઈ જતાં કે તેથી કાઠિ વખત આ પ્રયત્નોનો હેતુ પણ નિષ્ફળ જતો. સાધારણ મનુષ્યો શબ્દની પસંદગીમાં ઘણીવાર ગોથાં ખાઈ જાય છે, પરંતુ તેઓ તો ભાષાના ગૌરવ અને અર્થની સ્પષ્ટતા જાળવવાને હમેશ અથાગ પ્રયત્ન કરવાનું ચૂકતા નહિં.”

ધૈર્ય અને ખંત

વૈજ્ઞાનિકના સ્વભાવમાં ધૈર્ય અને ખંત એ કેટલાં આવશ્યક છે એ મહાન પુરુષોનાં જીવનચરિત્રોમાંથી સમજી શકાય છે. ન્યૂટનને ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમો શોધતાં અને સિદ્ધ કરતાં ૨૨ વર્ષ લાગ્યાં હતાં; અને સંપૂર્ણ રીતે સિદ્ધ થયા પછી પણ તે નિયમો પ્રસિદ્ધ કરવાની ઉતાવળ કરી ન હતી. હાવેંએ રક્ત પરિક્રમણની ઘટના પોતે પૂરી સમજ્યા પછી ૨૦ વર્ષ સુધી વધુ સાબિતી અને પ્રમાણની શોધમાં ગાળ્યાં; તેના વિરોધીઓની શંકાનું સમાધાન કરવાને માટે યુક્તિપૂર્વક પ્રયોગો યોજવામાં તેણે બીજાં આઠ વર્ષ ગાળ્યાં, અને એકંદર અઠ્ઠાવીસ વર્ષ સુધી આ વિષય ઉપર સતત કામ કર્યા પછી જ તે વિષે પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું હતું. આ મહેનત અને ચોકસાઈનું ફળ તેને તરત જ મળ્યું અને હાવેંના જીવતાં જ તેની શોધ આખા યુરોપના વિદ્વાનોએ સ્વીકારી. ડાર્વિનનો ઉત્ક્રાન્તિવાદ એ કવિની કે ચિત્રકારની કાણોદ્ભવી કલ્પના નહોતી; પરંતુ ૨૨ વર્ષનાં સતત મહેનત, વિચાર, પ્રયોગ અને નિરીક્ષણનું પરિણામ હતું. એટલે વર્ષો પણ પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરવાની ઉતાવળ

ડાર્વિનના* મિત્રોના આગ્રહથીજ થઈ હતી; તે પ્રથમતા કે પ્રસિદ્ધિની આકાંક્ષા ડાર્વિનને નહોતી. યત્રવિદ્યાના પિતારૂપ, વરાળયત્રના શોધક વૉટને પણ વરાળયત્રની શોધને પરિપૂર્ણ કરતાં ૨૦ વર્ષ કરતાં વધારે સમય લાગ્યો હતો. સીરીલીસ-વિરક્ષેટકની દવાનો શોધક ૬૦૫ નિષ્ફલ પ્રયોગ કર્યા પછી ૬૦૬ પ્રયોગમાં જ સફલતા પ્રાપ્ત કરી શક્યો હતો; અને તેથી આ દવાનું નામ ૬૦૬ અપાયું છે. ટેલીગ્રાફ, તાર, અને તાર વગર સંદેશા મોકલવાની કળાની શોધ, લૉડ કેલ્વીનની દરિયાર્થ મુસાફરીનાં સાધનોની શોધો, એડીસનની આમોક્ષન, વિજ્ઞાનીના લેમ્પ, અને સીનેમટોગ્રાફ વગેરે શોધો અને ખીજી અનેક શોધો સતત મહેનત અને ઉદ્યોગથી જ પ્રાપ્ત થઈ છે. ધણુ 'ખર્ચ' આ શોધનો આર્થિક લાભ વૈજ્ઞાનિક કાર્ય કરનારને મળતો નથી તે છતાં પણ તેઓ હુન્નર અને કળાની સાથે શુદ્ધ વિજ્ઞાનનો સંખંધ નિઃસ્પૃહી રીતે રાખે છે; શુદ્ધ વિજ્ઞાનની ભકિત છોડીને વૈજ્ઞાનિક ઉદ્યોગો અને કલાની ઉપાસના કરનારને લક્ષ્મીનો લાભ થાય છે ખરો, પરંતુ તેમાં પણ માનસિક અને શારીરિક શક્તિ એછી નથી જ્ઞેષ્ટી.

નિઃસ્વાર્થી જીવન

વૈજ્ઞાનિકોના નિઃસ્વાર્થી જીવનનાં દૃષ્ટાંતો અનેક છે. તેમાં પણ પ્રાચીન હિન્દના ઋષિઓની માફક પોતાનું સર્વસ્વ વિજ્ઞાનની ભકિતમાં અર્પણ કરનાર સર જગદીશચંદ્ર બોસ્તું નામ અંમર રહેશે. પોતાના વિષયમાં કીર્તિ અને યશ સંપાદન કર્યા પછી પોતાનું મકાન અને મીલકત તે જ વિષયના અભ્યાસને માટે સમર્પણ કરનાર એ વીર વૈજ્ઞાનિકે એકવાર નહિ પણ અનેકવાર, તેમની ન્હાની વયમાં પણ, લક્ષ્મીદેવીનો અનાદર કર્યો છે. એમના જીવનકાર્યમાં એમની વિચક્ષણ કલ્પનાશક્તિ ઉપરાંત નવા પારીક અને ઝીણી યુક્તિવાળા યત્રા પનાવવાની તેમની અદ્ભુત શક્તિ ધણી ઉપયોગી છે. તેથી એમના

નાબુક યંત્રો ખનાવવાના અને વેચવાના હકમાંથી ઘણું દ્રવ્ય મળી શકે એમ છે, પણ તેમાંથી વિદ્યા વેચીને લક્ષ્મીની પૂજન કરવાની તેમણે ના પાડી છે. તાર વિનાના સંદેશા મોકલવાની યુક્તિમાં તેમણે ખનાવેલા એક યંત્ર કોહીરર (Coherer) ની શોધમાંથી જ તેમને અપૂર્વ લાભ મેળવવાનો પ્રસંગ હતો. પરંતુ તેમણે દુર્વાસામુનિની પેઠે, પણ તેમના જેવો ક્રોધ કર્યા વિના, શુદ્ધ વિજ્ઞાનભક્તિના આદર્શથી લક્ષ્મીને લાત મારી હતી. પાશ્ચાત્ય દેશોમાં પણ જડવાદના કહેવાતા સામ્રાજ્ય છતાં આવાં નિઃસ્વાર્થી જીવનનાં દૃષ્ટાંતો મળી આવે છે. ઘણાંયે વૈજ્ઞાનિકો પૈસા મળે તેવા ઉદ્યોગો છોડીને ઓછા પગારે શુદ્ધ વિજ્ઞાનનું કામ કરે છે. ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવનું મધ્યખિંદુ પ્રથમ પહોંચવાની ઇચ્છાથી, અથવા તો હિમાલયના ઉચ્ચતમ શિખરપર ચઢવાની ઇચ્છાથી પોતાની જીંદગીનો પણ ભોગ આપનારા વીર વૈજ્ઞાનિકો ધનની લાલસાથી પ્રેરાતા નથી. પરંતુ કેવળ સત્યશોધકની જિજ્ઞાસા વૃત્તિથી એવાં જોખમ ભરેલાં કાર્યો તરફ દોરાય છે. એહદ જોખમ ખેડીને પ્રાપ્ત કરેલું ધન અને સંપત્તિ જનકલ્યાણના જ કામમાં વાપરનાર મનુષ્યો જવલ્લે જ જોવામાં આવે છે. દારૂગોળા ખનાવવામાં અને ખીજા હુત્તરમાં પ્રવીણતા મેળવીને ડૉ. નોબલ નામના સ્વીડરાસાયનિકે પોતે સંપાદન કરેલી ખંધી સંપત્તિ નોબલ પ્રાઇઝની સ્થાપનામાં અર્પણુ કરી છે; તેમાંથી દર વર્ષે લગભગ એ લાખ રૂપિયાનાં ધનમો દેશ કે રંગના ભેદ વિના અપાય છે. રેડીઅમને રોગના ઉપચારમાં વાપરવાને માટે પ્રયોગ કરતાં મૃત્યુને શરણુ થતા ડાક્ટરોનાં નામ જાપાંમાં ઘણીવાર વંચાય છે. આ પ્રમાણે નિઃસ્વાર્થી જીવનનાં દૃષ્ટાંતો અનેક મળી આવે છે. ખદા વિજ્ઞાનીઓ નિઃસ્વાર્થી હોય છે એમ કહી શકાય નહિ, સત્યશોધનમાં નિઃસ્વાર્થી જીવન ગાળીને જરૂર પડે સર્વસ્વનું સમર્પણુ કરવું એ તેમના ઉચ્ચતમ અભિલાષો હોય છે; અને આ અભિલાષ પૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ, અને વિજ્ઞાનનું ધ્યેય એ સર્વથી સંઘટિત થાય છે.

નમ્રતા

વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવનું એક લક્ષણ નમ્રતા છે. સાધારણ વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિમાં અને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિમાં જ આ નમ્રતા વ્યક્ત થાય છે એટલું જ નહિ પણ સાચા વૈજ્ઞાનિકોના ખાનગી જીવનમાં પણ નમ્રતા પદે પદે તેમના જીવનને પૂનિત કરે છે. વૈજ્ઞાનિક પરિણામો દર્શાવવામાં સાવધાનતાની ટેવથી, અને પોતાના અંગત વિચારોથી અકલુષિત સિદ્ધાન્તોનો નિર્ણય કરવાની ટેવને લીધે જ તેમના અભિપ્રાયો અને તેમનું જીવન નમ્ર થઈ જાય છે. વિજ્ઞાનની શોધોનો દુરુપયોગ કરનારા સ્વાર્થી પુરુષોના જીવનના કરતાં વૈજ્ઞાનિકોનું જીવન જીવન જ પ્રકારનું હોય છે. જેમ ઝાડની ડાળો પકવ અને સરસ ફળોથી નીચી લચી પડે છે, * તેમ સુસ્ત વૈજ્ઞાનિકોનો સ્વભાવ પણ તેમના પકવ અનુભવ અને વિશાળ જ્ઞાનથી નમ્ર થાય છે. આ નમ્રતાનાં થોડાં દૃષ્ટાંતો વિચારવા યોગ્ય છે.

ન્યૂટનનું નામ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં અનેક રીતે ઉજ્જવળ છે; ધન કીર્તિ અને જ્ઞાન એ સર્વ તે સંપાદન કરી શક્યો હતો તે છતાં પણ તેના મૃત્યુ પહેલાં થોડા સમય પહેલાંનાં વાક્યોમાં સમાયેલી નમ્રતા યાદગાર રહી જશે. “જગતના લોકો મ્હારે વિષે શું ધારે છે તે હું જાણતો નથી પણ મ્હારા મનથી તો હું સમુદ્રના કિનારા ઉપર રમતા નાના બાળક જેવો લાગું છું. એક સુંદર લાગતી છીપ અથવા તો લીસો ધસાયેલો પથ્થરનો ટુકડો કોઈ વખત મળે તો તેથી આનંદ અને સતોષ પામું છું. પરંતુ મારી સામે રમી રહેલા સત્યના સાગરને જરા પણ અડકવાને અશક્ત છું.”

લૉડ કેલ્વિન પણ સાધારણ સ્થિતિમાંથી વિજ્ઞાનની ભંકિતમાં ઉચ્ચ સ્થાન પ્રાપ્ત કરી શક્યો હતો; તેના જીવતાં જ આખા યૂરોપમાં તે અગ્રગણ્ય ભૌતિકશાસ્ત્રી અને પ્રતિભાશાળી વૈજ્ઞાનિક

* भवन्ति नम्रास्तरवः फलोद्गमै-

र्नवाम्बुभिर्भूरि विलम्बिनो घनाः । वगेरे.

ગણાયો હતો. તેના આચાર્યપદનાં પચાસ વર્ષની જયુબીલીના ઉત્સવ વખતે પૃથ્વી ઉપરના દરેક દેશમાંથી પ્રખ્યાત પુરુષો ભેગા થયા હતા, તે સમયે તેને અપાયલા અભિનંદનનો ઉત્તર આપતાં લૉડ કેલ્વીને ન્યૂટનના કરતાં વધારે અસરકારક રીતે વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવની નમ્રતા દર્શાવી હતી; અને શ્રોતાજનને આશ્ચર્યચકિત કરી નાંખ્યા હતા. “છેલ્લા પંચાવન વર્ષમાં વિજ્ઞાનની વૃદ્ધિ માટે મેં ઘણા જ ભગીરથ પ્રયત્નો કર્યા છે. તે સઘળાને એક જ શબ્દમાં વર્ણવી શકાય, અને તે શબ્દ “નિષ્કળતા” છે. આજથી પચાસ વર્ષ પહેલાં અધ્યાપક તરીકે ભૌતિકવિદ્યાના વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મેં મહાઈ પહેલું ભાષણ આપ્યું ત્યારે વિદ્યુત અને ચુંબકબળ વિષે, અથવા તે વિદ્યુત, સ્પર્શદ્રવ્ય, અને ઈથરના સંબંધ* વિષે, અથવા તે રાસાયનિક આકર્ષણ વિષે જેટલું જાણતો હતો તેના કરતાં વધારે હું અત્યારે જાણતો નથી.”

હાર્વીન પોતાના વિષેનો અભિપ્રાય પણ આવી જ નમ્રતા, સત્યપ્રીતિ, સરળતા અને સ્પષ્ટતાથી દર્શાવે છે: ‘મને વૈજ્ઞાનિક તરીકે મળેલી કાંઈક સફળતા હું ધાઈ છું ત્યાં સુધી મારી વિલક્ષણ માનસિક સ્થિતિ અને કેટલાએક ગુણોને આભારી છે. તેમાંથી સર્વથી અગત્યના, (૧) વિજ્ઞાન પ્રત્યે પ્રેમ, (૨) દરેક વિષય ઉપર બહુ વિચાર કરવાનું નિઃસીમ ધૈર્ય (૩) તથ્યનું નિરીક્ષણ અને સંગ્રહ કરવામાં ખંત અને ઉદ્યોગ,

* આણુ, પરમાણુ અને વીજાણુ એ ભૌતિકશાસ્ત્રના પાયારૂપ સાંકેતિક શબ્દો અને દ્રવ્ય, ઈથર અને શક્તિનો સંબંધ સમજવાને માટે લૉડ કેલ્વીને ઘણા પ્રયાસ કર્યા હતા. આ બંધા સાંકેતિક શબ્દો ઓછા કરીને ઈથર અને દ્રવ્ય અથવા દ્રવ્ય અને શક્તિ એ બે જ સંકેતોથી બંધી વૈજ્ઞાનિક ઘટના સમજાવવાનો તેનો મુખ્ય હેતુ હતો પરંતુ લૉડ કેલ્વીનના મૃત્યુ પછી સર જે. જે થોમસનના પ્રયોગોથી દ્રવ્ય અને શક્તિનો સંબંધ વધારે સ્પષ્ટતાથી સમજાયો છે. અને આઈન્સ્ટાઈનના વિચારોથી ઈથરની કલ્પના અનાવશ્યક ગણાઈ છે. જુઓ પ્રકરણ ૬ મું.

(૪) થોડીએક શોધકબુદ્ધિ અને ખીજી સાધારણ અક્કલ, એ છે. મારામાં જે સાધારણ ગુણો છે તે જોતાં મને આશ્ચર્ય થાય છે કે કે હું કેટલાએક અગત્યના વિષયો ઉપર વૈજ્ઞાનિકોના વિચાર બદલાવી શક્યો છું.' અર્વાચીન વિચારમાં ઉત્ક્રાન્તિવાદની સ્થાપના કરનાર આ મહાન નિરીક્ષણ અને વિચારકનાં કેટલાં સાદાં વચનો! તેમાં કેટલી નરમાશ અને નમ્રતા રહેલાં છે! એક સમયે ડાવીનને મળવા માટે અંગ્રેજ પ્રધાન ગ્લેડસ્ટન ખીજા મિત્રો સાથે ગયા હતા; તે વખતે ચાલું વર્તમાન વિષયો ઉપર ગ્લેડસ્ટનનું વિવેચન ડાવીને વૈયથી સાંભળ્યું, અને આવો મહાપુરૂષ પોતાને મળવા આવે તેને માટે આનંદ અને સંતોષના ઉદ્દગાર તેમના ગયા પછી ખીજા મિત્રોને કહ્યા. તેથી ઉલટું ગ્લેડસ્ટનનો જીવનચરિત્રકાર લૉડ મોરલી જણાવે છે કે ગ્લેડસ્ટનની નોંધપોથીમાં ડાર્વીનનું નામ પણ નથી! વિદ્વાનો અને વિચારકોની કિંમત રાજપુરૂષોના હાથે કેટલી થાય છે એ સુપ્રસિદ્ધ છે.

પાશ્ચર પણ ખીજે એક પ્રતિભાશાસ્ત્રી વૈજ્ઞાનિક નમ્રતાના આદર્શરૂપ હતો. તેના વૈજ્ઞાનિક કાર્યની વિવિધતા અને અજબ પ્રતિભા વિષે એ મત હોઈ શકે જ નહિ. ફ્રાન્સના મહાપુરૂષોને માટે મત લેવાતાં ફ્રેન્ચ પ્રગ્નએ પાશ્ચરને પ્રથમ મૂક્યો હતો, પછી નેપોલીઅન અને ત્રીજા સ્થાને વિક્ટર હ્યુગોને મૂક્યો હતો. એ મહાપુરૂષ એકવેળા લ'ઉનમાં આંતરરાષ્ટ્રીય વૈદ્યક કોન્ગ્રેસમાં ફ્રાન્સના પ્રતિનિધિ તરીકે હાજર રહ્યો હતો. સભામંડપ ચીકાર ભરાયો હતો અને પાશ્ચરને આવતાં જરા મોહું થયું હતું. તે દાખ્ત્ર થતાં તેને તાળીઓના ગડગડાટથી વધાવી લેવામાં આવ્યો હતો. પરંતુ પાશ્ચરના મનમાં લાગ્યું કે આ હર્ષનાદ રાજપુત્ર-પ્રીન્સ ઓફ વેલ્સ માટે હતો અને તેણે પોતાના સાથીઓને કહ્યું કે 'નક્કી યુવરાજ પધારતા હશે; મારે વહેલા આવવું જોઈતું હતું.' પણ કોન્ગ્રેસના પ્રમુખે જ્યારે કહ્યું કે 'આ હર્ષનાદ તમારે માટે છે' ત્યારે જ આ માન પોતાને માટે જ

છે એમ સૂઝ્યું, અને પછીથી તેણે સભાને વંદન કર્યું તે વખતે ખીજવાર મોટો હર્ષનાદ થયો. આપણી સભાઓમાં માન અને હર્ષનાદની અપેક્ષા રાખનાર કહેવાતા મહાપુરુષો ક્યાં અને આ સાચા મહાપુરુષની નમ્રતા ક્યાં ?

અભિપ્રાયમાં સાવધાનતા

જ્ઞાસા, ચોકસાઈ, સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણની ટેવ, સ્પષ્ટતા એ સર્વે ગુણો ઉપરાંત પણ વૈજ્ઞાનિકોને જ્વલંત શંકાવૃત્તિની જરૂર પડે છે. સત્ય માટે ખરો પ્રેમ ઉત્પન્ન થાય તે પહેલાં સાવધાનતા આવશ્યક છે: કારણ કે સત્ય શોધવા જતાં સત્યને બદલે ખીન્નું કંઈ આપણને ગ્રહણ કરી લે તે તે અનિષ્ટ જ કહેવાય. વૈજ્ઞાનિક અભિપ્રાય આપતાં પહેલાં જ સંપૂર્ણ ખાત્રી કરવાની આવશ્યકતા હોય છે તે પ્રાપ્ત થાય તહિં ત્યાં સુધી અભિપ્રાય દર્શાવતાં ખચકાવું એ ખરા સત્ય-શોધકનું લક્ષણ છે. અપૂર્ણ માહિતી ઉપરથી અને થોડા અનુભવ ઉપરથી જ મોટાં અનુમાનો બાંધવાને બદલે સંપૂર્ણ માહિતી અને વિશાળ અનુભવ ઉપરથી થોડાં જ અનુમાનો બાંધવાં એ વિજ્ઞાનનું પ્રાથમિક સૂત્ર છે. Many facts and few generalisations rather than few facts and many generalisations. ઘણા અનુભવ પછી જ થોડા નિયમો બાંધવા અથવા થોડાં જ તથ્યો એકઠાં કરીને વધારે નિયમો બાંધવા એ બે રસ્તામાંથી ખીજો રસ્તો વૈજ્ઞાનિકોને ત્યાજ્ય છે. આ સાવધાનતા અને શંકાવૃત્તિ પ્રાપ્ત કરવી એ ઘણી જ કઠિન છે. સાધારણ મનુષ્યના ઘણા અભિપ્રાયો આવી અપૂર્ણતાને લીધે ખોટા નીવડે છે તે વિષે પ્રકરણ પહેલામાં ઉલ્લેખ કરેલો છે. તે ઉપરથી એમ લાગશે કે આ શંકાવૃત્તિ નેટલી ઉપયોગી છે તેટલી જ દુર્લભ છે. પ્રો. બ્લુકસ નામના જીવવિજ્ઞાના અભ્યાસકના શબ્દોમાં કહીએ તો “બુદ્ધિના સર્વથી દુર્લભ ગુણોમાં વિચારયુક્ત શંકાવૃત્તિ

પ્રથમ સ્થાન ભોગવે છે; અને સર્વેથી સુલભ દુર્ગુણ તો એ છે કે અમુક અભિપ્રાય માટે સાબિતી ન મળે તો ખીજા કોઈ અભિપ્રાયને સત્ય માની લેવો.....વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણનો ઊંચામાં ઊંચો વિજ્ઞાન પોતાનો અભિપ્રાય રોકી રાખવો એ છે.”

આ નવલંક શંકાઘાતનું ઉજ્જવળ ઉદાહરણ હુકસ્લીનાં “જીવન અને પત્રો”માં મળી આવે છે. ડાવીને ઉત્ક્રાન્તિવાદ પોતાના “ઉપગતિની ઉત્પત્તિ” નામના પુસ્તકમાં પ્રતિપાદિત કર્યો તે પહેલાં એ વિષય ઉપર હુકસ્લી અને હુપર્ટ સ્પેન્સર વચ્ચે ખાનગી વિવાદ થયો હતો. તે વખતે હુકસ્લી પોતાના અભિપ્રાય દર્શાવતાં લખે છે કે “મહારા મિત્રની વાદવિવાદની કળામાં અપૂર્વ નિપુણતા હોવા છતાં અને તેણે અસંખ્ય યોગ્ય દૃષ્ટાંતો આપેલાં હોવા છતાં પણ તે વિષયમાં આપણે બધું જાણતા નથી એવો અજ્ઞાતતાનો અભિપ્રાય મારાથી બદલી શકાય તેમ નથી. આમ ધારવાને મારી પાસે એ કારણ છે—એક તો જ્ઞાતિમાંથી ખીજી જ્ઞાતિની ઉત્પત્તિ વિષે મળેલી સાબિતી ઘણી જ અપૂર્ણ છે. ખીજી જ્ઞાતિના રૂપાંતર વિષે કરવામાં આવતી સૂચના તે ઘટના સમજાવવાને માટે પુરતી ગણી શકાય નહિ, આ સ્થિતિ જ્ઞેતું અજ્ઞાતવાદ સિવાય ખીજે કાંઈ અભિપ્રાય નીલાવી શકાય નહિ.” ડાવીનનું પુસ્તક પ્રસિદ્ધ થયા પછી પણ ઘણા સમય સુધી હુકસ્લીએ તેની શંકાઘાતિ છોડી નહોતી. ડાવીનના સિદ્ધાન્તને માટે બધાં યુધ્ધ લડવામાં અને તેને માટે ખીજા વૈજ્ઞાનિકોનો ટેકો મેળવવામાં અને તેની સમજાવતી અને નિરૂપણમાં હુકસ્લીએ એટલું બધું અગત્યનું કામ કર્યું હતું કે લોકો તેને ડાવીનનો બુલડોગ-ડાઘીઓ કુતરો-કહેતા. ડાવીનને માટે મિત્ર તરીકેનો તેનો પ્રેમ અપ્રતિમ હતો તે છતાં તેના સિદ્ધાન્તોને માટે હુકસ્લીની સંશયવૃત્તિ અને સાવધાનતા હમેશ જાગ્રત રહેતાં. તેનાં નીચેનાં વાક્યો શુદ્ધ વૈજ્ઞાનિક વાતાવરણનો અનુભવ કરાવે છે. “હયાત અને જાણીતા પ્રાણીઓના બાહ્યસ્વરૂપનાં રૂપાંતર કેવી રીતે

થાય છે તે દર્શાવનારા અને પ્રત્યક્ષ અનુભવી શકાય તેવાં કારણો પતાવનાર સિદ્ધાન્તોની અમે બંધા શોધ કરતા અને નિષ્કેળ નીવડ્યા હતા. અમુક કલ્પનાને પરાણે ખરી ઠોકી ખેસાડવાનો અમારો વિચાર નહોતો; પરંતુ નિર્ણાયક અને સમજી શકાય તેવા અને જેના વિષે તથ્યોનું સાક્ષાત્ પ્રમાણ મળી શકે તેવા સિદ્ધાન્તની શોધમાં હતા. આવો વ્યવહારિક સિદ્ધાન્ત અમને ડાર્વીનના ઉપગતિ-ઓની ઉત્પત્તિ, વિષેના પુસ્તકમાં મળ્યો.....સત્યપ્રાપ્તિ સિવાય બીજો કોઈ હેતુ ન હોય તેવાઓને માટે એક જ શુદ્ધિપૂર્વક રસ્તો હતો કે ડાર્વીનના ઉત્ક્રાન્તિવાદને એક વ્યાવહારિક સિદ્ધાન્ત તરીકે માનવો અને પછી તેનો શુ' ઉપયોગ થઈ શકે છે તે જોવું. ક્યાં તો તે પ્રાણીજીવન સંબંધી આપણા સર્વ જ્ઞાન અને તથ્યોને સમગ્રવી શકશે અથવા તો તેમ ન થઈ શકે તો તે કાર્યના ભાર નીચે ચગદાઈને નાશ પામશે.”

જેને માટે ચોક્કસ સાબિતી અને પ્રમાણ મળી શકે તેવાં જ તથ્યો અને સિદ્ધાન્તોને અનુમોદન આપવાની પ્રણાલિકા પૂર્વાવાધી વૈજ્ઞાનિકોનું કામ ધણું જ ધીમું ચાલે છે. આ સંબંધી ફેરેડે નામના પ્રયોગશાસ્ત્રીના શબ્દો મનનીય છે. “વૈજ્ઞાનિકોના મનમાંથી પસાર થતા અનેક વિચારો, કલ્પનાઓ, અને સિદ્ધાન્તોમાંથી મોટા ભાગને પોતાની જ શુદ્ધિની સખ્ત ટીકા અને કસોટીથી પોતાના મનમાં જ શાન્તિથી દબાવી દેવામાં આવે છે. ઘણા જ સાકલ્યવિજયી ગણાતા વૈજ્ઞાનિકો પણ પોતાની આશાઓ, ઈચ્છાઓ અને પ્રાથમિક અભિપ્રાયોમાંથી દશમો ભાગ પણ ભાગ્યે જ સિદ્ધ કરી શકતા હશે..... દરેક વૈજ્ઞાનિકે બંધી તરફથી સૂચના સાંભળવાને તૈયાર રહેવું જોઈએ; પરંતુ પોતાનો અભિપ્રાય તો પોતે જ સ્વતંત્ર રીતે બાંધતા શીખવું જોઈએ. બહારના દેખાવ અને અંગત લાગણીઓથી પોતાના અભિપ્રાયને અકલુષિત રાખવો જોઈએ. કોઈ પણ સિદ્ધાન્ત ઉપર પક્ષપાત રાખ્યા વિના પોતાનું કાર્ય કરવું જોઈએ. ખાસ કરીને

શબ્દપ્રમાણને તો ત્યાજ્ય ગણવું જોઈએ. મનુષ્યના નામને ન પૂજતાં તેમના અભિપ્રાયની વાસ્તવિકતા અને યથાર્થતાને સમજીને માન આપતાં શીખવું જોઈએ. સત્ય અને કેવળ સત્ય એ જ તેનો ઉદ્દેશ હોવો જોઈએ. તે ઉપરાંત શ્રમ અને ખર્ચ હોય તો જ મનુષ્ય પ્રકૃતિના મંદિરના ગુહ્યતમ સ્થાનોમાં પ્રવેશ કરી શકે છે.”

શંકાવૃત્તિ

વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવની શંકાવૃત્તિ-સાવધાનતા સર્વથી પ્રથમ તો અંગત અભિપ્રાયો અને વ્યક્તિદોષોના નિવારણના કામમાં વપરાય છે. જેમ કોઈ સૂતાર કે કડીઓ ફક્ત જાડું જ કામ કરી શકે અને ક્રીણું કામ કરી શકે જ નહિ, અને જેમ કેટલાએક મનુષ્યોમાં સંગીત કે ચિત્રકલાની પરીક્ષક બુદ્ધિ હોતી જ નથી, તેમ વૈજ્ઞાનિકોમાં વધતી ઓછી ચોકસાઈ જોવામાં આવે છે. ચોકસાઈ અને સત્ય-મયતા (Veracity) પ્રાપ્ત કરવાને માટે વૈજ્ઞાનિકોને વર્ષોનાં વર્ષો સુધી શિષ્યભાવે વિજ્ઞાનની સેવા કરવી પડે છે. તે છતાં પોતાના હાથે થતાં માપન અને નિરીક્ષણમાં અપૂર્ણતા રહી જાય છે તે વૈજ્ઞાનિકોને સ્વીકારવું પડે છે. ખગોલવિદ્યામાં ગણતરી અને નિરીક્ષણની આ અપૂર્ણતા માટે વ્યક્તિદોષનો સુધારો કરવામાં આવે છે. તેવી જ રીતે ભૌતિક અને રસાયનવિદ્યામાં પણ આ વ્યક્તિદોષનો અંદાજ કરવામાં આવે છે. આપણામાં કહેવત છે કે “દૂધનું દાઝનું જાશથી કરે” તે પ્રમાણે એક વખત ભૂલ કરવામાં આવ્યા પછી ખીજીવાર તેવી ભૂલથી બચવાને માટે વૈજ્ઞાનિકો વધારે ને વધારે સાવધાન અને સંશયગ્રસ્ત રહે છે. કેટલીએકવાર નિરીક્ષણના દોષથી, અથવા તો તથ્યમાં જ અપૂર્ણતા હોવાને લીધે, અથવા તો અપૂર્ણ પ્રમાણો ઉપરથી વિશાળ સામાન્ય નિયમોનું આકલન કરવાથી, અથવા તો કલ્પનાસૃષ્ટિના મોહક પ્રવાહોમાં ખેંચાઈ જવાથી, અથવા તો અંગત અભિપ્રાયોના ભાર નીચે દબાઈ જવાથી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકો ઘણીવાર ભૂલો કરે છે. ઘણીવાર શુદ્ધ બુદ્ધિથી છેતરાય છે; આ ભૂલો સુધારવાનું

કામ વધારે મુશ્કેલ અને અપ્રિય હોય છે. સાધારણ મનુષ્યોના વિચારો અને અભિપ્રાયો પોતપોતાના અંગત અનુભવ, સામાજિક પરિસ્થિતિ અને ખીબા સંયોગોને લીધે રંગિત થયેલા હોય છે; તે બંધનો તોડીને, પ્રણાલિકાનો ભંગ કરીને પણ સ્વતંત્ર રીતે સત્યશોધન કરવામાં આવશ્યક નિર્ભયતા અને ઉચ્ચાશયો પ્રાપ્ત કરવા દુર્લભ છે.

આજ કારણથી વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણની અગત્ય સર્વત્ર સ્વીકારાય છે. વિજ્ઞાનની કોઈપણ શાખામાં, પછી તે કાર્ય રસાયનવિદ્યા કે ભૌતિકવિદ્યાનું હોય અથવા ખગોલવિદ્યા કે જંતુવિદ્યાનું હોય, દૂરદર્શક્યંત્રથી અથવા તો સૂક્ષ્મદર્શક્યંત્રથી નિરીક્ષણ કરવાનું હોય તેપણુ યોગ્ય શિક્ષણથી એક જ પ્રકારની ચોકસાઈ, ખારીક નિરીક્ષણ, સ્પષ્ટ વચન અને સત્યમયતા truthfulnessની શુભ ટેવો પ્રાપ્ત કરી શકાય તે નિર્વિવાદ છે. “જો બોલે સત્ય તો ઈસ્કા ગુરુ કવ્યા” એ ગ્રામ્ય કહેવતને ઉલટાવીને એમ કહી શકાય કે વૈજ્ઞાનિક અભ્યાસથી કોઈપણ મનુષ્યને સત્ય જ બોલવાની ટેવ ન પડે તો તેનો ગુરુ કાચો સમજવો. સત્યમયતા અને સત્યના પ્રવચનમાં સાવધાનતા એ વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવનું મુખ્ય લક્ષણ છે. સાબિતી મળી શકે તે ઉપરાંત કોઈ પણ વધારે પડતાં વચનનો આગ્રહ-પૂર્વક નિર્દેશ કરવો એ એક સામાન્ય ભૂત્ર નહિ, એક રાજકીય કે સામાજિક ગુન્હો નહિ પણ સત્યની સામે ઘોર પાપ છે; રાજ્ય તરફથી કે સમાજ તરફથી તેને માટે શિક્ષા ન થાય તો પણ આ ઘોર પાપથી વૈજ્ઞાનિકો હમેશા ડરતા રહે છે અને ભૂલેચૂકે પણ સત્યથી દૂર ન જવાય તે માટે સતત યત્ન કરે છે.

સત્યને માટે આગ્રહ

ચોકસાઈ અને સત્યને માટે આવો અખંડ પ્રયત્ન કરવામાં જ વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવની ઉદાત્તાતાનું રહસ્ય સમાયેલું છે. હુકસ્લીના શબ્દોમાં કહીએ તો સત્યને માટે આવો ઉત્સાહ અને

ચોકસાઈને માટે આટલું અવન એ વિદ્વતા અને વિદ્યા કરતાં પણ વધારે કિંમતી છે; અને તેને જ્ઞાન વધારવાની શક્તિ કરતાં પણ વધારે ઊંચી બક્ષીસ ગણી શકાય.

અર્વાચીન વૈજ્ઞાનિકોમાં વિચાર અને શબ્દોની ચોકસાઈ માટે અને સત્ય માટેના આગ્રહને માટે હુકસ્ત્રીના કરતાં વધારે ઉજ્જવળ નામ મળી શકે તેમ નથી. પોતાની આત્મકથામાં એ લખે છે કે “મારા જીવનના આરંભથી જ મારા જીવનના ઉદ્દેશ મેં નીચે પ્રમાણે રાખ્યા હતા: (૧) સૃષ્ટિવિજ્ઞાનની વૃદ્ધિને ઉત્તેજન આપવું. (૨) જીવવિદ્યાના પ્રશ્નોને વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણની પદ્ધતિ પ્રમાણે જ ઉકેલવાનો યથાશક્તિ પ્રયાસ કરવો, કારણ કે મનુષ્યજાતિનાં દુઃખોને દૂર કરવાના એ જ ઉપાય છે. એક તો વિચાર અને આચારમાં મનથી અને કર્મથી, સત્યનું પ્રતિપાલન કરવું; અને પવિત્ર ગણતા મનુષ્યોએ રચેલાં દંભનાં આવરણો ભેદીને જગતનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ સમજીને દૃઢતાથી સૃષ્ટિના સામા થવું અને તેને જીતવાનો યત્ન કરવો. આ મારો અભિપ્રાય જેમ જેમ મ્હારી વય અને બળ વધતાં બળ્ય છે તેમ તેમ દૃઢતર થતો બળ્ય છે... ‘હું’ અમુક વાતને સત્ય માનું છું.’ એમ દૃઢતાથી કહેનાર મનુષ્ય પોતાના જીવનનું પવિત્રમાં પવિત્ર કાર્ય કરે છે. જીવનમાં ઉત્તમમાં ઉત્તમ ઇનામ અને ભારેમાં ભારે શિક્ષા આ કાર્ય ઉપર લટકે છે.”

પ્રાચીન હિંદના સત્યના ઉચ્ચ આદર્શોથી પરિચિત વાંચનારને આ શબ્દોમાં નવાઈ ન લાગે. પરંતુ હુકસ્ત્રીનો સત્ય માટેનો ઉત્સાહ તેના સમકાલીન વૈજ્ઞાનિકોને પણ અપૂર્વ લાગ્યો હતો. જોન ફીસ્કે તેને માટે નીચેના શબ્દો વાપર્યાં હતા: “સત્ય તરફ સંપૂર્ણ વફાદારી અને પ્રમાણ મળતાં પોતાના અંગત વિચારને સત્વર છોડી દેવાનો આગ્રહ, એ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકનો આદર્શ હુકસ્ત્રી સિવાય ઘણા જ થોડા મનુષ્યોએ પ્રાપ્ત કર્યો હશે. વૈજ્ઞાનિક તથ્યની સીધી લીટીમાંથી એક વાળ જેટલું પણ આલું પાછું થવાની લાલચ,

કલ્પનાના આકર્ષણથી અથવા ખીલ કોઈ કારણથી, ઉત્પન્ન થાય તો તેને એકદમ મસળી નાંખવામાં તે લેશ માત્ર પણ ખચકાતો નહિ. તેની ભુદ્ધિ અંગત ઊર્મિઓથી કલુષિત થાય તે પાપના કરતાં તેના જીવનમાં ખીજ કોઈ જાતનો ભય તેને વધારે ન હતો.”

હકસ્લીના પહેલા પાળકના મૃત્યુ પછી તેણે કીંગસ્લી નામના પાદરી ઉપર લખેલા પત્રમાંનાં નીચેનાં વાક્યો તેની મનોદશા અને મનોવૃત્તિ સ્પષ્ટ રીતે દર્શાવે છે: “અનહદ લાભ મળે તેના કરતાં સત્ય સર્વ રીતે શ્રેષ્ઠ છે. મારા (અજ્ઞેયતાવાદના) ધાર્મિક વિચારો મેં તપાસી જોયા છે તે છતાં પણ મારી પત્ની, મારું પાળક, મારું નામ, અને મારી કીર્તિ એ સધળાનો ભોગ આપવો પડે તો પણ હું અસત્ય જોલવાને તૈયાર નથી.” તેના મૃત પાળકનો આત્મા અમર છે એ મત તેને સુખ આપનારો લાગવા છતાં પણ તેના પ્રત્યક્ષ અનુભવની ખહાર હોવાને લીધે તે માનવાને તૈયાર ન હતો. હકસ્લી સિવાય સત્યને માટે ‘પોતાનું’ સર્વસ્વ અર્પણ કરનાર વૈજ્ઞાનિકો ખીલ ઘણા યે થઈ ગયા છે, તેમાં યુનો અને ગેલીલીઓનાં વૃત્તાંત ચિરસ્મરણીય રહેશે.

યુનોએ ગેલીલીઓની માફક પ્રયોગ અને દૂરખીનથી ખજોલ-વિદ્યાનો અભ્યાસ કર્યો ન હતો; પરંતુ કાંઈક નિરીક્ષણ અને કાંઈક અંતઃપ્રજ્ઞા (intuition) થી વિશ્વની અનંતતા અને વિપુલતા વિષે પોતાના સિદ્ધાન્તો પ્રાપ્ત કર્યા હતા. “પૃથ્વી તો અનંત નથી જ પરંતુ પૃથ્વી જેવાં ઘણાં જગતો છે અને તેવાં અસંખ્ય જગતોનું વિશ્વ બનેલું છે. આ વિશ્વમાં એક સર્વવ્યાપી શક્તિને લીધે બધે જીવન, વૃદ્ધિ, ગતિ, અને સંપૂર્ણતા પ્રાપ્ત થાય છે.” તેના આ અભિપ્રાયો પોપને અને તેના પાદરીઓને ડુગ્યા નહિ; અને તેને આઠ વર્ષ સુધી કેદમાં નાખવામાં આવ્યો. આ સમયમાં તેના અભિપ્રાયો તેણે બદલ્યા હોત તો તેને સંપૂર્ણ મારી મળત. પરંતુ તે સત્યથી અજાણ્યો નહિ અને છેવટે તેને જીવતો બાળી મૂકવાની શિક્ષા

કરવામાં આવી તે છતાં તે ડગ્ગો નહિ; કાયર અને ખાયલા પ્રુપત્ની રીતે જીવવા કરતાં શરવીરની રીતે મરવાતું તેણે પસંદ કર્યું. વિચારની સ્વતંત્રતાને માટે, અને પોતાના અભિપ્રાયોના સત્યમાંથી નહિ ચળવાના આગ્રહને માટે સત્યદેવીના યજ્ઞમાં પોતાનું જીવતાં બલિદાન આપ્યું. દ્વિધિયિ ઋષિને પોતાના પ્રાણ ત્યાગ કરતાં ખાતરી હતી કે તેનાથી દેવો સંતુષ્ટ થશે અને એક પ્રાણ કરતાં વધારે ખયશે; પરંતુ ધ્રુનોને તેવો કોઈ સંતોષ કે સ્વાર્થ ન હતો, કેવળ સત્યને માટે જ તેણે પોતાનો પ્રાણ આપ્યો હતો.

ઈ. સ. ૧૬૦૦ માં ધ્રુનોને શિક્ષા કર્યા પછી પણ ઈન્કવીઝીશન (ધર્માંધ મંડળ) ને સંતોષ ન થયો. કોપર્નિકસ (૧૪૭૩-૧૫૪૩), કેપ્લર (૧૫૭૧-૧૬૩૦) અને ગેલીલીઓ (૧૫૬૪-૧૬૪૨) - એ બધાને સત્યના શોધનમાં અને પ્રતિપાદનમાં ડગલે ડગલે અડચણો નડતી. તે છતાં પણ શબ્દ પ્રમાણને બદલે પ્રત્યક્ષપ્રમાણને જ વળગી રહેવામાં તેમની સત્યપ્રીતિ સ્પષ્ટ હતી. પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહો સ્વપ્રકાશિત નથી; પરંતુ સૂર્યપ્રકાશિત છે અને સૂર્યનું પરિક્રમણ કરે છે એ સિદ્ધાન્તો કોપર્નિકસે, અને કેપ્લરે પ્રતિપાદિત કર્યા હતા; પરંતુ ધર્માંધ ઝનૂતી પાદરીઓના ભયથી તે ખુલ્લી રીતે સ્વીકારતા નહોતા. ગેલીલીઓએ આ ભયથી ના ખયકાતાં, પોતાના દૂરબીનથી શુક્ર અને યુધના ગ્રહોની ગતિ અને ચંદ્રની માફક તેમની વધઘટના દેખાવની ખાતરી કર્યા પછી, પોતાના સિદ્ધાન્તો પ્રસિદ્ધ કર્યા. ગ્રહોની ગતિ દૂરબીનથી સ્પષ્ટ બનેયા પછી ગેલીલીઓના સિદ્ધાન્તોની સત્યતા વિષે શંકા હોઈ શકે જ નહિ. પરંતુ ૧૬૧૨ માં તેના ઉપર ધર્મવિરુદ્ધ અભિપ્રાયો દર્શાવવા માટે તહોમત મૂકવામાં આવ્યું; ૨૧ વર્ષ સુધી તેને પજવ્યા પછી તેનો નિકાલ ૧૬૩૩ માં કરવામાં આવ્યો. પોતાના સિદ્ધાન્તો આટલા વર્ષોમાં તેણે પાછા ખેંચવાને બદલે વધારે મજબુત પાયા ઉપર મૂક્યા. તેણે પોતાનો મુન્હો કમુલ કર્યો.

શિક્ષામાં તેને આમરણુ કેદખાનાની શિક્ષા ફરમાવવામાં આવી અને તે ઉપરાંત પોતાના સિદ્ધાન્તો ખોટા છે એવું સોગંદપૂર્વક તેની પાસે બળાત્કારે બોલાવવામાં આવ્યું. “સૂર્ય ફરે છે અને પૃથ્વી સ્થિર છે,” એ શબ્દો બોલીને, ઘુટણથી ઊઠ્યા પછી “તે છતાં ફરે છે” એવા શબ્દો ધીમેથી તે બોલ્યો હતો એવું કહેવાય છે. આ પાછળથી બોલેલા શબ્દો યુધિષ્ઠિરના નરો વા કુંજરો વા એ શબ્દોની યાદ આપે છે; અને અસત્ય બોલતાં તેને થયેલો માનસિક ક્ષોભ દર્શાવે છે. સત્ય બોલવામાં અને વૈજ્ઞાનિક સત્યનું પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ મેળવવા છતાં પણ તે સત્યનું પ્રતિપાદન કરવામાં કેટલું કષ્ટ પડે છે અને તેમાં કેટલું મનોબળ જોઈએ છે તે ધુનો અને ગેલીલીઓનાં દૃષ્ટાંત બતાવી આપે છે, આવાં કષ્ટ સહન કરીને પણ વિજ્ઞાનની ધ્વજા ફરકતી રાખવાનું કામ વિજ્ઞાનના સૈનિકોએ કર્યું છે. અર્વાચીન કાળમાં આ કષ્ટ ઓછું થયું છે તે છતાં પણ સત્યનો માર્ગ રહેલો નથી: તે માર્ગમાંથી ચલિત થવાના પ્રસંગો ઘણા આવે છે એ નીતિશાસ્ત્રીઓ અનેકવાર કહે છે. નીતિશાસ્ત્રથી ભિન્ન દૃષ્ટિએ વિજ્ઞાન સત્યને પૂજે છે; આ પૂજા કઠિન અને કષ્ટસાધ્ય હોવા છતાં પણ આ સત્યયજ્ઞમાં પોતાનું સર્વસ્વ હોમનારા વૈજ્ઞાનિકો દર વર્ષે વધતા જાય છે એ ઓછા આશ્ચર્યની વાત નથી. વિજ્ઞાનના લક્ષ્યોમાં ઘણાએક દોંગી અને સ્વાર્થી હશે; પરંતુ એકંદરે વિજ્ઞાનની સર્વ પ્રવૃત્તિ સત્યશોધન માટે છે અને તે સત્યશોધનમાં અસત્ય કે ખીજા કોઈ પ્રકારના દોષોથી દૂર રહેવાનો આગ્રહ એ વૈજ્ઞાનિક સ્વભાવનું ખાસ લક્ષણ સર્વેથી અગત્યનું અને આવશ્યક છે એ સ્વીકારવું જોઈએ.



પ્રકરણ ૩ જી : વિજ્ઞાનના કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો

વિજ્ઞાનનું સ્વરૂપ, વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ, વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિનાં લક્ષણો એ જોયા પછી પણ વિજ્ઞાનનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ સમજવાને માટે વિજ્ઞાનમાં સ્વતઃસિદ્ધ ગણાતા કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો સ્પષ્ટ કરવા અગત્યના છે. સૃષ્ટિમાં વ્યવસ્થા અને નિયમ છે, સૃષ્ટિક્રિયામાં એકરૂપતા (uniformity) અને એકતા (unity) છે; સકલ સૃષ્ટિ સમન્વિત છે, એ સાદાં લાગતાં વાક્યોમાં સમાયેલું ગૂઢ રહસ્ય જરા વિગતવાર તપાસીએ.

સૃષ્ટિની એકરૂપતા

સૃષ્ટિમાં વ્યવસ્થા અને નિયમિતતા છે: સૃષ્ટિની ઘટના અમુક વ્યવસ્થા અને નિયમ પ્રમાણે થાય છે એ વાત તો હવે સાધારણ ગણાય છે. આ વ્યવસ્થા અને નિયમિતતાની ભાવના વિજ્ઞાનના આધારરૂપ છે અને વિજ્ઞાનની ખંધી પ્રવૃત્તિ અને તેમના સાક્ષ્યના મૂલરૂપ છે. સૃષ્ટિક્રિયા હમેશા એક જ રીતે એક જ પદ્ધતિસર થાય છે; અમુક પરિસ્થિતિ કે અમુક સંયોગોમાં અમુક ઘટનાઓનો ફરી ફરીને પ્રાદુર્ભાવ થાય છે એ ક્રમ વિજ્ઞાન દલ વિશ્વાસથી સ્વીકારે છે. આજે અમુક સમયે સૂર્યનો ઉદય થયો છે અને કાલે પણ અમુક સમયે તેનો ઉદય થશે એ કેવલ શ્રદ્ધા નથી પરંતુ વૈજ્ઞાનિક નિરીક્ષણ અને અનુભવથી પ્રાપ્ત થયેલું તથ્ય છે. આજ સવાર અને કાલ સવારના સમય સુધીમાં કાંઈ પણ વિપ્લવમય ફેરફારથી સૂર્ય કે પૃથ્વીનો નાશ થાય તો તે જીવી વાત, પરંતુ સાધારણ રીતે તો આ સૂર્યોદયની નિયમિતતા સ્વતઃસિદ્ધ ગણાય છે. આ નિયમિતતા એક નહિ પણ અનેક ઘટનામાં જોવામાં આવે છે. તેથી જ વિજ્ઞાન નિયમો શોધવાના પ્રયત્નો કરી શકે છે અને તેમાં સફળ થઈ શકે છે. સૂર્ય, ગ્રહો અને તારાઓ આપણાથી ઘણું જ

હૂર છે; તેમની અને આપણી વચ્ચે કાંઈ સંબંધ હોય તો તેમની નરકથી આવતા પ્રકાશ મારફત છે: તે સિવાય કાંઈ પણ જડ વસ્તુ તેમની વચ્ચે આવળ કરી શકે તેમ નથી આ પ્રકાશને. પૃથ્વી ઉપર પહોંચતાં ઘણો સમય લાગે છે—સર્વથી નજીકના તારામાંથી આવતું પ્રકાશનું કિરણ ત્યાંથી ચાર વર્ષ પહેલાં નીકળ્યું હશે! તે છતાં પણ ત્યાંના પ્રકાશના ગુણો અને પૃથ્વી ઉપરના પ્રકાશના ગુણો એક સરખા જ છે. આ એકરૂપતા તે લીધે આપણે કહી શકીએ છીએ કે પ્રકાશનાં કિરણોમાં અમુક જાતનાં રાસાયનિક તત્ત્વો હોવાં જ જોઈએ. સૂર્યના વાતાવરણમાં હીલીઅમ નામનું નવું તત્ત્વ છે. એ રંગપટવિદ્યાના આધારે સિદ્ધ થયું ત્યારે પૃથ્વી ઉપર હીલીઅમ તત્ત્વ શોધી કઢાયું નહોતું; પણ શોધી કઢાયું ત્યારે સિદ્ધ થયું કે સૂર્ય ઉપરનું અને પૃથ્વી ઉપરનું હીલીઅમ એ સર્વ રીતે એક જ છે. તેવી જ રીતે સૂર્ય ઉપર કે બીજા કાંઈ તારાઓ ઉપર હાયડ્રોજન તત્ત્વ મળી આવે છે; તેનું સ્વરૂપ, તેના ગુણો, તેમની રંગપટરેખાઓ, તેના આણુઓ અને પરમાણુઓનું બંધારણ એ બધું ઠેકાણે એકસરખાં જ છે.

સૃષ્ટિની નિયમિતતા

પ્રકૃતિની આ એકરૂપતા ચોક્કસ ગણાતી વિજ્ઞાનશાખાઓમાં વધારે સારા અંશોમાં જોવામાં આવે છે. તેટલા અંશે નિયમશોધનનું કામ અને તેના ઉપરથી ભવિષ્ય ભાખવાની શક્તિ વધારે ચોક્કસ હોય છે. ખગોળવિદ્યા ગ્રહોની ગતિ, ગ્રહણનો સમય, ભરતી ઓટનો કાળ વગેરે ચોક્કસાઈથી નક્કી કરી શકે છે. ભૌતિકવિદ્યા, ભૌતિકબળો અને તેમનાં રૂપાંતરે વિષે ચોક્કસાઈથી નિર્ણય કરી શકે છે, પરંતુ પ્રાણીવિદ્યા અને સમાજવિદ્યા જેવા વિષયોમાં આવેા નિર્ણય ચોક્કસ થઈ શકતો નથી. કારણ કે નિયમ રૂપ કારણો ઉપરાંત પ્રાણીઓની અંગત ઈચ્છાશક્તિ અને વધતા ઓછા પ્રમાણમાં સુદ્ધિશક્તિ આ નિયમોનો પ્રતિકાર કરી શકે છે. ગુરુત્વાકર્ષણના

નિયમ પ્રમાણે સાધારણ પ્રાણીઓ પાણીમાં તરી શકે નહિ પરંતુ તરતાં આવડે તો પછી તેમને 'ડુબવું' પણ અર્થ' થઈ પડે છે. લોખંડની વસ્તુ પાણીમાં તરી શકે નહિ; અને હવામાં પણ અદ્ધર રહી શકે નહિ; તે છતાં લોખંડનાં વહાણો અને વિમાનો મનુષ્યની કારીગીરી અને હોકમનને લીધે યુરુત્વાકર્ષણના નિયમોનું ઉલ્લંઘન કરતાં હોય એમ લાગે છે. સાધારણ ભૌતિક નિયમો પ્રાણીઓ અને મનુષ્યના સમૂહોને લાગુ પાડી શકાય તે પહેલાં એ સમૂહોનાં વિલક્ષણ વર્તન સમજવાં જોઈએ: તે સમજ્યા પછી આવાં વર્તન સંબંધી પણ નિયમો પ્રાપ્ત થાય છે. પ્રાણીવિદ્યા, નૃકુલવિદ્યા, સમાજવિદ્યા, અર્થવિદ્યા, એ બધી વિજ્ઞાનની શાખાઓ આવા નિયમોની શોધ કરે છે. પ્રાણીઓનાં જન્મ મરણ સંબંધી, મનુષ્યની પ્રાચીન સ્થિતિમાં જાતિઓ અને જૂથો કેવી રીતે બંધાયે હશે તે વિશે, સમાજની ઉત્પત્તિ અને અવનતિ વિષે શું નિયમો સાધી શકાય છે તે વિષે, દેશની આર્થિક સ્થિતિ અને સમૃદ્ધિના નિયમો તારતી શકાય કે કેમ તે વિષે અન્વેષણ અને અભ્યાસ ચાલુ છે. તેમાં પણ નિયમો મેળવી શકાય છે; આ નિયમો ખગોળ-શાસ્ત્ર કે ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમો જેટલા ચોક્કસ ગણી ન શકાય પણ એ નિયમો અમુક અંશે પણ ખરા પડે છે એ સૃષ્ટિની એક-રૂપતા દર્શાવે છે અને સૃષ્ટિક્રિયા અમુક સંયોગોમાં અમુક જ રીતે પ્રાપ્ત થશે એમ ધારવાને સંબળ રીતે પુષ્ટિ આપે છે.

ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમો પણ જડ નિયતિવાદને આધીન છે એમ ન કહી શકાય; વીજાણની ગતિના નિયમો ન શોધી શકાય ત્યાં સુધી એમ લાગે કે વિશ્વમાં અનિયમિતતા પ્રચલિત છે અથવા તો નિયતિ વાદને બદલે અનિયતિવાદનો આશ્રય લેવો પડે. હાલ સનબર્ગની અનિયતિવાદનો સિદ્ધાન્ત સત્યની કે ઉપયોગીતાની દૃષ્ટિએ પણ માન્ય નથી. પણ એટલું ખરુંકે જડ નિયતિને બદલે કાર્યકારણનો સંબંધ હવે વધારે ઠીલો મનાય છે; વિજ્ઞાનમાં સૃષ્ટિના કર્તાને માટે સ્થાન નથી;

પરંતુ અમુક ઘટનામાંથી બીજી ઘટના ઉત્પન્ન થાય છે કે નહીં અને તે એ વચ્ચે કાર્યકારણનો સંબંધ છે કે નહીં તે વિષેના અન્વેષણમાં હવે આવી જડ નિયતિ રહી નથી: પરંતુ પ્રયોગમાં કેટલા ટકા સંબંધ જોવામાં આવ્યો છે એની નોંધ ઉપરથી નિયમ તારવવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે. Physical laws do not express absolute necessity but merely statistical probability. ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમોમાં અપવાદને સ્થાન નથી, એમ ન કહી શકાય. અમુક પરિસ્થિતિમાં અમુક કારણોના પરિણામે અમુક કાર્ય અથવા અમુક ઘટના સિદ્ધ થવી જોઈએ એ નિયમના અપવાદો પરિસ્થિતિમાં કે કારણોમાં ફેરફારોને લીધે થાય છે કે નહીં તે તપાસ કરવાની જરૂર તો હમેશ રહેવાની જ; પરંતુ ૧૦૦ ઘટનામાંથી ૯૦-૯૫ ટકા સુધી પણ કાર્યકારણનો સંબંધ જોઈ કે અનુભવી શકાય તો સંતોષ મળ્યો ગણાય.

વિજ્ઞાનનો આ નિયમિતતાનો સિદ્ધાન્ત મનુષ્યની સ્વતંત્ર ઈચ્છાને સંપૂર્ણ રીતે સહાય આપે છે. ઈશ્વર વિષે સાધારણ વિજ્ઞાનને જો કાંઈ કહેવાનું હોય તો એટલું જ કે સૃષ્ટિની વ્યવસ્થા અને નિયમ એટલાં ચોક્કસ છે કે તેમાં ઈશ્વર વિષે કાંઈ પણ વિચાર કર્યા સિવાય, અજ્ઞેયવાદ ગ્રહણ કરીને, વિજ્ઞાન પોતાનું કાર્ય સાધી શકે છે. વિજ્ઞાનની કાર્યપદ્ધતિમાં, વિચારપ્રણાલિકામાં અને વિજ્ઞાનની ભાષામાં પણ એક અજ્ઞેય કારણરૂપ ઈશ્વરને સ્થાન નથી; તે છતાં વૈજ્ઞાનિકોના અંગત અભિપ્રાયો ઘણા ધાર્મિક હોઈ શકે છે અને ખાનગી જીવનમાં વૈજ્ઞાનિકો ધર્મિષ્ટ હોય પણ છે. પરંતુ વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં અને સિદ્ધાન્તોના નિર્માણમાં ઈશ્વરનો વિચાર કરવાને બદલે સૃષ્ટિની નિયમિતતા અને સૃષ્ટિક્રિયાની એકરૂપતા (Uniformity) નો ખ્યાલ વધારે સખળ રીતે રાખવો પડે છે. ઈશ્વર કહેતો કે 'હું' જ્યારે મહારી પ્રયોગશાળામાં કામ કરું છું ત્યારે જડવાદ અને ઈશ્વરવાદ એ બંને તરફનાં દ્વાર બંધ કરી દઉં

છું. હું કહત તથોનું નિરીક્ષણ કરું છું. અને કઈ કઈ વૈજ્ઞાનિક પરિ-
સ્થિતિમાં શ્રવનનો આવિષ્કાર થાય છે, શ્રવન શરૂ થાય છે તેની
શોધ એ જ મારું કર્તવ્ય છે.'

આપણી અસ્થિર દેખાતી અને ગણાતી સૃષ્ટિનાં નિયમ અને
વ્યવસ્થા શોધવી એ દરેક વૈજ્ઞાનિકનું નિત્ય કર્મ છે એટલું જ નહીં
પણ મનુષ્યમાત્રના ઉચ્ચતમ અભિલાષોમાં આવા નિયમ અને
વ્યવસ્થા જોવાનું, શિવ અને સુંદર પ્રત્યક્ષ અનુભવવાનું અને
તેને વ્યક્ત કરવાનું કામ વૈજ્ઞાનિકો, કવિઓ કે તત્ત્વવેત્તાઓ
સૌથી અગત્યનું ગણે છે.

વૈજ્ઞાનિક નિયમોનું સ્વરૂપ

સૃષ્ટિના નિયમોનું શોધન એ વિજ્ઞાનનું મુખ્ય કાર્ય છે એ
ધણીવાર કહેવામાં આવ્યું છે. આ નિયમ કેવા પ્રકારના હોય
છે, તેમના સ્વરૂપ અને વિશેષતા કેવી જાતનાં હોય છે,
તેમનો ખરો તાત્ત્વિક અર્થ અને ઉપયોગ કેવો હોય છે એ
સર્વ સ્પષ્ટ કરવાની જરૂર છે. સાધારણ જનસમાજમાં એવી માન્યતા
હોય છે કે વિજ્ઞાનના નિયમો જડ જ હોય છે અને તેમની નિશ્ચિ-
તતામાં કાંઈ પણ ફેરફાર હોઈ શકે જ નહિં. કેટલાએક વૈજ્ઞાનિકો
ઉત્સાહમાં આવીને આ નિયમોને માટે અચલ સ્થિરતા અને શાશ્વત
સત્યનો દાવો કરે છે. તેમાં પણ અત્યુક્તિનો દોષ છે. નિયમશોધન
એ વિજ્ઞાનનું મોટામાં મોટું કાર્ય છે અને ઉચ્ચતમ ઉદ્દેશ છે; પણ
તે નિયમનો સંબંધ વ્યાપ્તિરૂપનો જ છે. જ્યાં જ્યાં ધૂમાડો હોય
ત્યાં ત્યાં અગ્નિ હોવો જ જોઈએ એ સાદી વ્યાપ્તિને વૈજ્ઞાનિક
નિયમનું રૂપ ન આપી શકાય તે છતાં પણ આપણે એટલું યાદ રાખવું
જોઈએ કે લગભગ દરેક વૈજ્ઞાનિક નિયમ કહત આવા વ્યાપ્તિ-
સંબંધ દર્શાવે છે. ભિન્ન વિશિષ્ટ ઘટનાઓના વર્ગીકરણ અને
મનન ઉપરથી તેમના કાર્યકારણનો સંબંધ સ્પષ્ટ થાય, અમુક

તથા ખીલ્લ અમુક તથ્યોના કારણરૂપ છે, એમ સ્પષ્ટ થાય તો પછી એ સાદો નિયમ ઉદ્ભવે છે. આ પ્રમાણે કાર્યકારણનો સંબંધ દર્શાવતા હોવા છતાં, વૈજ્ઞાનિક નિયમોમાં કર્તૃત્વનો સંબંધ કે ભાવનાનો અંશ પણ હોતો નથી. અમુક પરિસ્થિતિમાંથી ખીલ્લ અમુક પરિસ્થિતિ ઉદ્ભવે છે એ વૈજ્ઞાનિક નિયમમાં પહેલી પરિસ્થિતિને કર્તૃત્વની ભાવના આરોપવામાં આવતી નથી. તેવી જ રીતે પ્રયોજન અથવા હેતુનો પણ નિર્દેશ કરવામાં આવતો નથી; એક કાર્ય “શા માટે” થાય છે એ તેને માટે વિજ્ઞાન અન્વેષણ કરતું જ નથી, પરંતુ “કેવી રીતે” થાય છે એ પ્રશ્નનો ઉત્તર મેળવવામાં જ સંતોષ માને છે. વૈજ્ઞાનિક નિયમો સામાન્ય ઘટનાનું તત્ત્વજ્ઞાન કે નૈયાયિકની દૃષ્ટિએ અંતિમ કારણ શોધવાને બદલે સાધારણ ઇન્દ્રિયગ્રાહ્ય અને સ્પષ્ટ કારણો શોધે છે. આ સાદી વાત યાદ રાખીએ તો પછી વૈજ્ઞાનિક નિયમોને વિષે જે સમજાવતી થવાનો ભય નહિ રહે. રાસાયણિક સંયોજનના નિયમો, પદાર્થની ગતિના નિયમો, પ્રકાશ, વિદ્યુત કે ચુંબકબળના નિયમો, દ્રવ્યના સંરક્ષણના સિદ્ધાન્તો, પ્રાણીઓની ઉન્નતિનો સિદ્ધાન્ત, અથવા તો ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમ કે આણ્વી રચના નિયમો એ સર્વે નિયમોમાં અમુક જાતના સાર્વત્રિક વ્યાપ્તિસંબંધો નરૂપણ છે, આ સંબંધોને ઘણી વાર જ્ઞાનની પ્રગતિની સાથે બદલવા પડે છે; નવી શોધો અને નવાં તથ્યોને અનુકૂળ થાય અથવા સમજાવી શકે તેવી રીતે તેમાં વિસ્તરણ કે સંકોચન કરવું પડે છે. આવા ફેરફારો કરવામાં વૈજ્ઞાનિકોની અથવા તો તેમના સિદ્ધાન્તોની પ્રતિષ્ઠાને જરાયે હાનિ થતી નથી. તેથી ઉલટું જૂના નિયમોની અપૂર્ણતા કે ખામીઓ જાણવા છતાં અને નવા નિયમો કે સિદ્ધાન્તોની સાબિતી જોવા છતાં પણ તેને ન સ્વીકારનારને વૈજ્ઞાનિક કેહવરાવવાનો હક નથી. હુકસ્લીની પ્રતિભાશાલી અને લાક્ષણિક ભાષામાં * કહીએ તો “એક જ મતને

વળગી રહેવાનો દુરાચલ કરવાથી વિજ્ઞાન આત્મઘાત કરે છે.” આ આત્મઘાતના દોષમાંથી બચવાને માટે અને વળી સત્યપ્રાપ્તિના શુદ્ધ આદર્શને લીધે વૈજ્ઞાનિકો જૂના નિયમો અને સિદ્ધાન્તોમાં યોગ્ય ફેરફાર કરતાં અથવા તો તેમનો સદ્દંતર ત્યાગ કરતાં જરાયે બચકાતાં નથી. વિશ્વઘટનાને સમજાવવાને માટે અને જગતનો કાયડો ઉકેલવાને માટે જૂઠી જૂઠી જાતની કુચીઓ બનાવવી પડે છે; આ કુચીઓથી જ્યાં સુધી અધકારતાં દ્વાર ખુલી શકે છે અથવા તો જ્યાં સુધી તેમના ઉપર કાંઈ લાગવાથી અથવા તો ખીજા કોઈ કારણથી તે નિરુપયોગી થઈ પડતી નથી ત્યાં સુધી તેમને કામમાં લેવામાં આવે છે: નવી મુશ્કેલીઓ ઊભી થતાં અથવા જૂની કુચીના કરતાં વધારે સારી અને સરળ કુચી મળતાં જૂની કુચીનો ત્યાગ કરવો એ સત્યશોધકને ઈષ્ટ છે.

વિજ્ઞાનના નિયમોની આ પ્રકારની અનિશ્ચિતતા જોઈને કોઈને નિરાશા થાય અને કોઈને અસંતોષ પણ ઉપજે. કોઈ એમ શંકા કરે કે આવા અનિશ્ચિત નિયમોનો ઉપયોગ શું ? પરંતુ સત્યશોધકને આ શંકાની ક્ષુદ્રતા સહેજમાં સ્પન્ડ થશે. કલાકારની કૃતિઓનું પ્રયોજન કૃતિની અપૂર્વતામાં જ સમાય છે; કવિઓની કૃતિને પણ કૃતિ શિવાય ખીજું કાંઈ પ્રયોજન હોય નહિ. પરંતુ વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો સત્યશોધનના આશયથી જ રચવામાં આવે છે અને તે સત્યપ્રાપ્તિની સીડીના પગથિયારૂપ છે. વિજ્ઞાનનું અંતિમ લક્ષ્ય કેવળ નિયમસિદ્ધિ કે સિદ્ધાન્તપ્રાપ્તિ નથી; નિયમો તો સત્ય શોધનના સાધનરૂપ છે. સાધન અને સિદ્ધિનો ભેદ ન સમજવામાં જે અનિષ્ટ ભૂલો થાય છે તેથી દૂર રહેવાની જરૂર છે. વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તોનું સાક્ષ્ય, તેમની પ્રાપ્તિ માટેની તૈયારી અને મહેનતમાં જ પ્રાપ્ત થાય છે. નવી ઘટનાનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થતાં અને તેમનો જૂના સિદ્ધાન્તોની સાથે વિરોધ દેખાતાં ઘણીવાર વર્ગીકરણની ખામીઓ અથવા જૂના પ્રયોગો કે નિરીક્ષણની ખામીઓ સ્પષ્ટ થાય છે; તેની

સમજીતી માટે નવા તથ્યોની શોધમાં નવા પ્રયોગો કે નવા નિરીક્ષણની જરૂર પડે છે, આ રીતે નવું નિરીક્ષણ અને નવા પ્રવૃત્તિ-માર્ગોની દિશા પ્રાપ્ત થાય છે અને તેથી જૂના સિદ્ધાન્તોનો ત્યાગ કરવા છતાં પણ જ્ઞાનની વૃદ્ધિ તો જરૂર થાય છે.

વિજ્ઞાનના નિયમો વિષે હકસ્તીના ચમત્કારિક શબ્દો મનનીય છે:—“આ સૃષ્ટિને હું એક મોટી રમત સમજું છું: આ રમતમાં આપણને—શુદ્ધ મનુષ્યોને—હાથ લેવાનો હક આપવામાં આવેલો છે. મહાસદ્ભાગ્યે આપણા આર્ષ પુરુષોએ આ રમત હાલમાં કેમ રમાય છે તે વિષે થોડાએક નિયમો શોધી કાઢ્યા છે. આ નિયમોને “પ્રકૃતિના નિયમો” કહીએ છીએ અને તેને માન આપીએ છીએ; કારણ કે તે પ્રમાણે ચાલવાથી આપણી મહેનતનો સારો ખદસો મળે છે. કલ્પનાઓ અને સિદ્ધાન્તો એ આપણાં પત્તાં છે અને પ્રયોગાત્મક નિર્ણયસિદ્ધિ એ આપણા હાથ છે.”

સૃષ્ટિની એકતા

વિજ્ઞાનનો ત્રીજો મૌલિક સંબંધ સ્પષ્ટ કરવાની જરૂર છે. વિજ્ઞાનની સાખાઓ વિવિધ છે તે છતાં વિજ્ઞાન તો એક જ છે; અભ્યાસની સરલતા માટે વિભાગ પાડવા છતાં વિજ્ઞાનની એકતા તો સ્વતઃસિદ્ધ છે એ વિષે ધણીવાર આ પુસ્તકમાં ઉલ્લેખ કરવામાં આવ્યો છે. વિજ્ઞાનની આ એકતાની સાથે સૃષ્ટિની એકતા પણ ક્ષલિત થાય છે; તેથી વિજ્ઞાનના વિવિધ પ્રશ્નોનું સ્વતંત્ર રીતે અન્વેષણ કરવા છતાં પણ સૃષ્ટિસમસ્તનું જ્ઞાન મેળવવાને માટે આ વિવિધ પ્રશ્નોના અભ્યાસનું એકીકરણ અને કેન્દ્રીભવન કરવાની જરૂર પડે છે. કારણ કે સૃષ્ટિની અનેક ઘટનાઓ એક ખીજની સાથે આંતરસંબંધ હોય છે અને તે સઘળાના સંબંધનાં મૂળ ધણીવાર અટપટી રીતે ગુચવાયેલાં હોય છે. તેથી સૃષ્ટિઘટનાના વાસ્તવિક અન્વેષણને માટે આ સર્વ અનુભવોના એકીકરણની ખાસ આવશ્યકતા રહે છે; અને આ કાર્યમાં દરેક અન્વેષકને સ્પષ્ટ થતું જાય છે કે વિશ્વમાં એક જ સૂત્રરૂપે કાર્યકારણના પ્રવાહ વહે છે,

અને સકલ વિશ્વમાં વ્યાપક આ સૂત્રની શોધ એ વિજ્ઞાનનું મુખ્ય કાર્ય છે. વસુદૈવ કુટુંબકમ્ એ પ્રાચીન ઉક્તિનો પ્રત્યક્ષ અનુભવ. વૈજ્ઞાનિકોને પ્રતિપણે થાય છે. આ અનુભવથી વિમુખ થનારને સત્ય-પ્રાપ્તિનો લાભ મળી શકતો નથી.

પૃથ્વી ઉપરનાં પ્રાણીઓના જીવનના આંતરસંબંધની વિવિધતા વિષે પ્રો. થોમસને એક અતિસુંદર શબ્દચિત્ર આપ્યું છે. તેમાંથી અવતરણ કરવાનો લોભ રોકી શકતો નથી. “ડાર્વિને જીવન્તસૃષ્ટિને વણાતા કાપડની સાથે અને કરોળીઆના* જાળાંની સાથે સરખાવી છે. તેનાં બધાં પુસ્તકોમાં સૃષ્ટિમાં પથરાઈ રહેલી સમન્વય અને સંકલનની ભાવના, અને પ્રાણીઓના એક બીજાના આંતરસંબંધની ભાવના એ એક પ્રકાશમય અંતરપટ તરીકે જોવામાં આવે છે. ડાર્વિન કહે છે કે ખિલાડીઓનો લવિંગના પાકની સાથે અને નાનાં વળસી-ઓનો પૃથ્વી ઉપરના ઘઉંના પાકની સાથે સંબંધ છે. માડા-ગારકરમાં ફૂલને અગીઆર ઇંચ લાંબી પાંખડીઓ હોય તો ડાર્વિન કહેશે કે તેટલી જ લાંબી સૂંઠ (proboscis) વાળું પતંગિયું પણ હોવું જોઈએ, નહિં તો તે સિવાય ફૂલનાં સુગન્ધ અને રસ વ્યર્થ જાય. દૂર દૂરથી આવેલાં પક્ષીના પગ જમીન ઉપર મુકાતાં જ તેનાં પગલાંનાં આંદોલન દૂર સુધી પહોંચે છે; કારણ કે તેનાં પગલાનીયેની માટીમાંથી ડાર્વિન એથી ઝડવાં ઉગાડી શકે છે. એક ઉમરાવના મહેલની નજીકમાં ઉગતા છોડવાની જાતો જાણવાથી તેને અમુક પ્રકારની માછલી ખાવાનો શોખ છે એમ કહી શકાય; તેના પગ ઉપરના ચેકના છુટથી સીલ નામની માછલીની કતલ યાદ આવે છે; તેના મહેલમાં વપરાતી હાથીદાંતની ચીજોથી હાથી પકડવાની કળાનો અને પૃથ્વી ઉપરથી હાથીની જાતિનો નાશ થવાનો ખ્યાલ આવે છે. સૃષ્ટિમાં દ્રવ્ય અને શક્તિની સતત ગતિ અને પરિક્રમણ ચાલુ રહે છે. આ ગતિનાં આંદોલનો “ક” થી “જ” સુધી પહોંચે

* સરખાવો હિંદુશાસ્ત્રોમાં ઉર્ણનાભિની કલ્પના અને તેના વિવિધ ઉપયોગ.

છે અને પાછા “જ” થી “ક” સુધી પ્રસારે છે, જે કે તેના દરેક અવયવને આ ગતિ અને તેની અસરનું જ્ઞાન હોતું પણ નથી. ઑસ્ટ્રેલીઆમાં સસલાની જાત દાખલ થવાથી અથવા તે જામૈકામાં mongoo:e નોળિયા જેવાં પ્રાણી દાખલ થવાથી અથવા તે અમેરિકાના સંયુક્ત રાજ્યોમાં ચકલીઓ દાખલ થવાથી ત્યાં ઉત્પન્ન થયેલાં સૃષ્ટિજીવનનાં આંદોલનોની અસરનો ખ્યાલ સાધારણ મનુષ્યને આવવો મુશ્કેલ છે. જંગલ કાપવાનો અને વર્ષાદનો સંબંધ, ઝાડ કાપવાનો અને તીડો વગેરેના ઉપદ્રવનો સંબંધ, ઊડતાં પક્ષીઓ જૂદે જૂદે ઠેકાણે ખીજ નાંખવાથી નવે સ્થળે થતાં જાતિ અને ઉપજાતિઓના ફેરફાર, વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ ઉપર સૂર્યના પ્રકાશ અને તેજની અસર — સર્વે અને એના જેવી અનેક ઘટનાઓથી સૃષ્ટિના સમન્વયની ભાવના દઢ થાય છે.” ડાર્વિનનાં ઉપરનાં દૃષ્ટાંતો સજીવ સૃષ્ટિમાંથી લેવાયાં છે પરંતુ નિર્જીવ ગણાતી સૃષ્ટિમાં પણ આ ભાવના દઢ થવાના પ્રસંગો અનેક આવે છે. વરસાદનું પાણી, ઝરા, નદીઓ, અને સમુદ્રમાં થઇને પર્વતો, ડુંગરો અને જમીનને અનેક દિશાઓથી કાપે છે અને પૃથ્વીની ભૌગોલિક સ્થિતિનું રૂપાન્તર કરે છે; તેમાં ભરતીઓટ, પવન અને વાવાઝોડું વગેરે પણ મદદ કરે છે. પાણીની છત અને અછત ઉપર, નદીના વહેણ અને વલણ ઉપર શહેરો અને બંદરોની આઘાદી અને ખરખાદીનો આધાર રહે છે. નિર્જીવ ગણાતા દ્રવ્યના અણુઓ પણ હંમેશા ગતિમાન હોય છે. આ ગતિમાન અણુઓ, પરમાણુઓ અને વીજાણુઓથી જ સકળ સૃષ્ટિની રચના બંધાય છે અને તૂટે છે. આ ગતિ, આ આંતર સંબંધ, અને સમન્વય એ સૃષ્ટિના અને તેથી વિજ્ઞાનના મૌલિક તત્ત્વરૂપ છે.

સૃષ્ટિસમન્વયની ભાવના

આ મૌલિકતાને લીધે એટલું પણ સ્પષ્ટ થાય છે કે મનુષ્યની સ્વતંત્રતા અને સાર્વભૌમતાને હદ છે; એક સમય એવો હતો કે

વિશ્વનું મધ્યબિન્દુ - પૃથ્વી અને સૃષ્ટિનું મધ્યબિન્દુ-મનુષ્ય છે એમ ગણાતું. આકાશ, સૂર્ય, ચન્દ્ર તારાગણો પૃથ્વીના લાભને માટે છે અને સૃષ્ટિમાત્ર મનુષ્યને રાજ્ય કરવાને માટે જ સર્જવામાં આવી છે એ માન્યતા ઘણા સમય સુધી પ્રચલિત હતી. અર્વાચીન વિજ્ઞાનની પ્રગતિની સાથે આ માન્યતાની મૂલ સ્વીકારતી ગઈ. ઉત્ક્રાન્તિવાદે પણ મનુષ્યના ગર્વ અને અજ્ઞાનતાં આચરણો ભેદીને પરમ સત્યની ઝાંખી કરાવી. વિજ્ઞાનની શાખાઓ, ઉપશાખાઓ અને ઔપપત્તિક વિભાગોના વિકાસની સાથે સૃષ્ટિના સમન્વયનો સિદ્ધાન્ત સ્પષ્ટ રીતે સ્વીકારવા લાગ્યો; જડ અને ચેતન સૃષ્ટિ અસંમદ્ધ અને વિચ્છિન્ન નથી પરંતુ સૃષ્ટિમાત્ર સંબદ્ધ અને સમન્વિત છે એ સ્વીકારવાની સાથે કેવળ જડવાદની પ્રતિષ્ઠા ઓછી થઈ ગઈ. માનવશાસ્ત્ર અને ખાસ કરીને તુલનાત્મક માનવશાસ્ત્રનો વિકાસ થવાથી, પ્રાણીમાત્રમાં અમુક પ્રકારના માનસિક વ્યાપારો થાય છે તેના અભ્યાસથી, અને વનસ્પતિઓમાં પણ પ્રાણીના જેવા જીવનવ્યાપારો નિરખી શકાય છે તેના મનનથી, વૈજ્ઞાનિકોની ખાત્રી થતી જાય છે કે સૃષ્ટિમાં કેવલ જડ ઉપરાંત બીજું કંઈ છે. જડના જુદા જુદા વિભાગો સમન્વિત છે; તેવી જ રીતે જડ અને ચેતનના જુદા જુદા વિભાગો પણ સમન્વિત છે; સકળ સૃષ્ટિ સમન્વિત છે. આ સમન્વયની ભાવના (sense of interrelatedness) સૃષ્ટિનિરૂપણમાં અને વિશ્વક્રિયા સમજવામાં વૈજ્ઞાનિકોને ઘણી જ ઉપયોગી છે.

આ દૃષ્ટિથી વૈજ્ઞાનિક વર્ણનની વિશિષ્ટતા એક સાધારણ દૃષ્ટાંત લઈ ને તપાસીએ. એક સાધારણ પાટલો, ટેબલ, કે ખુરશીનું વર્ણન કરવું હોય તો પહેલાં તો તેનું ખાલ્લ દૃશ્ય, બહારનો દેખાવ-આકાર, ઉંચાઈ, નીચાઈ, પહોળાઈ, નરમાશ, રંગ પૌલીશ, લીસાપણું વગેરે જાણવું પડે છે. તે જાણ્યા પછી પણ વનસ્પતિવેત્તાને જાણવાનું શ્રાણું ખાકી રહે છે. ચકલા ચકલીની બાલવાર્તામાં પાટલાને

દેકાણે તપાવેલી લોદી વાપરવામાં આવે છે, તેવી જ્ઞાતનો પાટલો ન હોય તો, વનસ્પતિવેત્તા તે કઈ જ્ઞાતના લાકડામાંથી ખનાવવામાં આવ્યો છે તે કહી શકે છે. સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી તેની અંદરની રચના અને વનસ્પતિની જ્ઞાત વિષે વધારે જ્ઞાન મેળવી શકે છે; અને વનસ્પતિના જીવનક્રમમાંથી કેવી રીતે તે લાકડું 'ખ'ધાયું હશે તે કહી શકે છે. ભૌતિકવેત્તા કહેશે કે આ લાકડાની નક્કરતા અને સ્થિતિ-સ્થાપકતા વગેરે ગુણો સમજવાને માટે તેનું 'ખ'ધારણુ ત્રૂટક અણુઓનું ખનેલું છે એમ કહવું જોઈએ. આ અણુઓનું વિભાજન રસાયન-વિદ્યામાં થાય છે અને રસાયનવેત્તાઓના અભિપ્રાય પ્રમાણે આ અણુઓમાં પરમાણુઓ રહેલાં હોય છે; અને તેમાં કાર્બન, હાયડ્રોજન અને ઓક્સિજનનાં પરમાણુઓ તેઓ જોઈ શકે છે. લાકડું ખળવાથી આ પરમાણુઓની વ્યવસ્થા ફેરવાઈ જાય છે અને નવાં રૂપાંતરે ઉત્પન્ન થાય છે; તે છતાં તેમનું કુલ વજન એટલું ને એટલું જ રહે છે. આ પરમાણુઓનો વધારે અભ્યાસ કરતાં એમ સિદ્ધ થયું છે કે જેમ અણુઓ પોતે ગતિમાન હોય છે તેમ પરમાણુઓની અંદર પણ ગતિ હોય છે. આ પરમાણુની રચના સૂર્યમંડળના જેવી ગણાય છે; એક મધ્યરથ જડ અને ઘન પિન્દુની ચારે તરફ હલકા વજનનાં વિદ્યુદ્દણુઓ નાચતાં કુદતાં અને પરિભ્રમણ કરતાં જણાય છે. આ વિદ્યુદ્દણુઓ, પરમાણુઓ અને અણુઓના એવા વિલક્ષણ વ્યૂહ રચાય છે કે જેમાંથી અમુક રંગના જ પ્રકાશનાં કિરણો નીકળે એવું નક્કર રૂપ લાકડું પકડે છે. આ પ્રમાણે રૂપ, રંગ, વગેરે બાહ્ય સ્વરૂપ તેમજ અંતર રચના વગેરેનો વિચાર જુદી જુદી દષ્ટિથી તપાસવાને પાટલાના બાહ્ય સ્વરૂપથી આપણે બહુ જ દૂર જવું પડે છે. પરંતુ આ બધું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કર્યાં સિવાય પાટલા જેવી સાધારણ વસ્તુનું અતિમ અને વાસ્તવિક જ્ઞાન થઈ શકે નહિ. ઘટનું ઘટવ અને પટનું પટવ નૈયાયિક બુદ્ધિથી શોધવાના બધા પ્રયત્નો આવા સંપૂર્ણ જ્ઞાન વિના નિષ્ફળ થાય છે. સૃષ્ટિ સમન્વિત છે અને આ

૬૨ વિજ્ઞાનના કેટલાએક મૌલિક સિદ્ધાન્તો

સમન્વયની ઉપેક્ષા કરવાથી સત્યપ્રાપ્તિ માટેના પ્રયત્નો વ્યર્થ નથી હોય છે. તેથી ઉલટું કેવલ ભૌતિકવિદ્યા કે કેવલ વનસ્પતિવિદ્યા કે વિજ્ઞાનની કોઈ એક જ શાખાથી અંતિમ સત્યના મહાન્ અને વિશાળ પ્રશ્નોનો ઉકેલ-ઉત્તર આપી શકાય નહિ. આવા પ્રશ્નોનો ઉકેલ પરમાર્થશાસ્ત્ર વડે થવો જોઈએ પરંતુ આ પરમાર્થશાસ્ત્ર (metaphysics) વિજ્ઞાનની સાથે સંબંધ અને સમન્વિત હોવું જોઈએ. સૃષ્ટિના સમન્વયની સાથે જ્ઞાનનો સમન્વય પણ સ્વીકારવો જોઈએ; અને તેથી સત્યશોધકને એકલા તત્ત્વજ્ઞાન કે એકલા વિજ્ઞાનથી સંતોષ થઈ શકે જ નહિ. વિજ્ઞાન આ સંબંધ સ્વીકારીને જ આગળ વધવાનો આગ્રહ કરે છે: અને તેથી આ સમન્વયની ભાવના વિજ્ઞાનમાં લાક્ષણિક જ ગણી શકાય.



વિજ્ઞાનનું વર્ગીકરણ

વિજ્ઞાનના વર્ગ-વિભાગ-પાડવા અને તે વિભાગ પ્રમાણે વિજ્ઞાનની શાખાઓને ગોઠવીને વિજ્ઞાનનો નકશો તૈયાર કરવાનું કામ ઘણા સમર્થ વિદ્વાનોએ હાથમાં લીધેલું છે. આ કામ એ રીતે ઉપયોગી છે. એક તો આપણને આખા વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રનો સારો ખ્યાલ આવે છે; બીજું તે ક્ષેત્રના જુદા જુદા વિભાગોનો પરસ્પર સંબંધ સમગ્ર છે, તેથી વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ અને ઉદ્દેશ સંબંધી આપણા વિચાર વધારે નિશ્ચિત થાય છે. હજુ વિજ્ઞાનની બંધી શાખાઓનાં નામ પણ આપણે ગુજરાતીમાં જાણતા નથી એ અજ્ઞાન બુદ્ધિ પાડવાની ખાસ જરૂર છે. કુવામાંના દેડકાઓની માફક આપણા કુવાની મોટાઈથી જ ફૂલી ન જમ્યાં તેને માટે કુવાની બહારના પ્રદેશની કોઈવાર સ્હેલ કરવી એ જરૂરનું છે. જ્ઞાનદીપકનો પ્રકાશ આપણા જીવનને ઉજ્જવલ કરી શકે તે પહેલાં આપણે આ પ્રકાશની જ્યોત્સ્નામાં ફરવું જોઈએ-દીપકની પ્રદક્ષિણા કરવી જોઈએ-તેની સમીપ રહેવું જોઈએ, અને દીપકના પ્રકાશની સીમાઓ પણ તપાસવી જોઈએ.

નવું વર્ગીકરણ

આ વિષયમાં અલેક્ઝાંડર ઓન, કાર્લ પીઅર્સન, પેટ્રીક એડીસ, વહેધામ, અને જેમ્સ થોમ્સન વગેરે વિદ્વાનોના પ્રયત્નો પર વધારે વિવેચન કરવા કરતાં ગુજરાતી ભાષાને અનુકૂલ વર્ગીકરણ દર્શાવવાનો પ્રયત્ન કરીશું. ભાવાત્મક અને વર્ણનાત્મક શાસ્ત્રો એમ બે મુખ્ય વિભાગ તો આપણે કબુલ કર્યા વિના ચાલે તેમ નથી. ભાવાત્મક શાસ્ત્રોમાં ગણિતશાસ્ત્ર અને તેની શાખાઓ, ગણનાશાસ્ત્ર (Statistics) ન્યાય અને તર્ક-તત્ત્વજ્ઞાન-અને છેવટે પરમાર્થશાસ્ત્ર

(Metaphysics) એટલાનો સમાવેશ કરીશું. વર્ણનાત્મક શાસ્ત્રમાં ભૌતિક સૃષ્ટિ અને જીવમય સૃષ્ટિનાં શાસ્ત્રો એમ બે મુખ્ય વિભાગ પાડીશું. ભૌતિક સૃષ્ટિનાં શાસ્ત્રોમાં ભૌતિકશાસ્ત્ર, રસાયનશાસ્ત્ર, ભૂવિદ્યા, ભૂગોળવિદ્યા, ખગોળવિદ્યા, યંત્રવિદ્યા વગેરે આવી જાય છે. જીવમય સૃષ્ટિનાં શાસ્ત્રોમાં પ્રાણીવિદ્યા, વનસ્પતિવિદ્યા તેમ જ માનસશાસ્ત્ર અને સમાજશાસ્ત્ર એ મુખ્ય ગણાય છે.

ભાવાત્મક વિજ્ઞાન

વિજ્ઞાનના ભાવાત્મક અને વર્ણનાત્મક એ બે મુખ્ય વિભાગમાં ભાવાત્મક (Abstract) અને વર્ણનાત્મક (Concrete) એ શબ્દનો અર્થ સ્પષ્ટ કરવાની જરૂર છે. મનુષ્યને થતા જ્ઞાનના બે મુખ્ય વિભાગ પાડી શકાય; એક તો વસ્તુઓનું વર્ણનાત્મક જ્ઞાન; દાખલા તરીકે ચાર પગવાળી ગાય જોવાથી તેનું વર્ણન આપણા મનને પહોંચી શકે છે. બીજું, જ્ઞાનના ભાવ કેવી રીતે આપણને પ્રાપ્ત થાય છે, ગાયનો વિચાર શી રીતે આપણા મનને પહોંચે છે, તે પદ્ધતિનું જ્ઞાન. વર્ણનાત્મક જ્ઞાનમાં આપણા અનુભવ અને અનુભવજન્ય પ્રમેયમાંથી થતાં અનુમાનનો સમાવેશ થાય છે. બીજી તરફથી ભાવાત્મક જ્ઞાનમાં અનુમાનની પદ્ધતિ, અન્વેષણનાં નવીન સાધનો, અને વિજ્ઞાનના નિર્ણયની સંપૂર્ણતા અને વાસ્તવિકતા વગેરેની પરીક્ષા અને વિવેચનનો સમાવેશ થાય છે.

સાધારણ રીતે કાલ અને દિક્ એ બે દૃષ્ટિએ આપણા અનુભવો જીદા પડે છે. હવે કાલ અને દિક્ના ભિન્ન ભિન્ન ભાવો સ્વતંત્ર હોઈ શકે અથવા તો દિક્ અને કાલ બંનેને લાગુ પડે તેવા સામાન્ય સંબંધો પણ ઉદ્ભવી શકે. આવા જ્ઞાનબોધનના સામાન્ય સંબંધો ગુણવાચક અથવા સંખ્યાવાચક હોઈ શકે અને તે પ્રમાણે વિજ્ઞાનની જીદી જીદી શાખાઓ નીકળે છે. (૧) ગુણવાચક સંબંધોનું વિવેચન ન્યાયશાસ્ત્રમાં થાય છે, અને તે વિવેચનમાં પદાર્થોના સાધર્મ્ય અને વૈધર્મ્યના બોધનના નિયમો, અથવા તો વિચારના નિયમોનું શોધન

થાય છે. આ નિયમો ઉપરાંત વિચારનાં નવાં ઉપકરણોના અને જ્ઞાનની પદ્ધતિના સંશોધનને માટે પદ્ધતિશાસ્ત્ર Methodology નો વિષય પણ જીદો પડે છે. આવા સંબંધોમાં વિવેચન અને નિર્ણય થયા પછી પણ જ્ઞાન માત્રની યથાર્થતાની પરીક્ષા કરવાને માટે પરમાર્થ શાસ્ત્ર Metaphysics ની જરૂર પડે છે. આ સમૂહનાં સઘળાં શાસ્ત્રો શીલસુરી-તત્ત્વજ્ઞાન-Philosophy ના સામાન્ય નામથી ઓળખાય છે. (૨) સંખ્યાવાચક સંબંધોમાં નિશ્ચિત સંખ્યા અને અનિશ્ચિત અથવા ચલિત સંખ્યા એ એ પ્રકાર પ્રાપ્ત થાય છે. નિશ્ચિત સંખ્યાની વિદ્યામાં અકલ્પિત, અક્ષરગણિત એ એ વિષયો તો પ્રસિદ્ધ છે. પરંતુ પરિમાણની માપણી કેવી રીતે થાય છે અને કેવા પ્રકારની અને કેટલી ભૂલ થવાનો સંભવ છે તે સંબંધી આપણે જાણવું જોઈએ. આ ઉપરથી સાંભવિક Probable અને સરેરાશ Average પરિમાણોના વિવેચનની જરૂર પડે છે. અને તે દરેક પ્રશ્નને માટે તે ઉપરથી માપણીના સિદ્ધાન્ત તેમજ સંભાવનાના સિદ્ધાન્ત, અને ગણનાશાસ્ત્રના મૂળ સિદ્ધાન્ત વગેરે વિષયો ફલિત થાય છે. દરેક વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં જે કાંઈ કાર્યકારણના નિયમની શોધને માટે પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે તેમાં જૂદી જૂદી ઘટનાના સંબંધની સંભાવનાના નિર્ણય માટે ચોક્કસાઈ મેળવવી હોય તો ગણનાશાસ્ત્રની ખાસ મદદ લેવી પડે છે. ઘણીવાર કાર્યકારણનું શોધન એટલે અમુક ઘટનાના પરસ્પર સંબંધમાં કેટલા ટકા સંભાવના રહે છે તે જાણવાનું રહે છે.

તેથી આવા કાર્યમાં બધા સંશોધકોને ગણનાશાસ્ત્રીઓની જરૂર પડે છે. તેવી જ રીતે ચલિત પરિમાણોમાં પણ સ્થાન અને કાલનો અન્તર અને ચલનને લીધે તેના પરસ્પર સંબંધમાં થતા ભેદ (Variation) ના વિવેચન ઉપરથી ફલ (Function) ના સિદ્ધાન્ત અને કલનવિદ્યા Calculus અને

તેના બે વિભાગ—ચલન—કલન Differential અને ચલરાશિકલન Integral—વગેરે વિષયો પ્રાપ્ત થાય છે. (૩) હવે દ્વિગૂના—સ્થાનાંતરના વિશેષ સંબંધ બે રીતે કહી શકાય. એક તો બિંદુઓ, લીટીઓ અને તત્ત્વ-સપાટીના ફક્ત પરસ્પર સંબંધનો જ વિચાર કરીએ અને બીજું તેમના ઉપર અંતર, ક્ષેત્રફળ (Areas) અને ઘનફળ (Volumes) ના પરિમાણનાં માપ લઈ શકીએ. પહેલાંમાં સાદી ભૂમિતિ આવે છે તેની ઉપરથી યંત્રકળાને ઘણી મદદ મળી છે, અને તે રીતે તે વિધાને હજી વધારે ખીલવવામાં આવે છે. ખીલ રીતે Size—કદ, અંતર, ક્ષેત્રફળ અને ઘનફળ માપવામાં ત્રિકોણ-મિતિ* અને +ક્ષેત્રમિતિ નામના ખાસ વિષયોની જરૂર પડે છે. સ્થલ અને કાલ એ બંનેનો અંતર અને ફેર થવાથી ગતિ થાય છે અને ગતિ સંબંધી વિષયો ઘણું એક સ્વતંત્ર શાસ્ત્ર—ગતિવિદ્યા તરીકે ઓળખાય છે. આ બંને વિભાગોનો સંબંધ છેવટે આપેલા કોઈ ઉપરથી સ્પષ્ટ થશે. વિનિયુક્ત વિજ્ઞાનની ઉપશાખાઓ પણ ત્યાંજ દર્શાવવામાં આવી છે.

વર્ણનાત્મક વિજ્ઞાન

ભાવાત્મક જ્ઞાનના વિષયો આપણે જોઈ ગયા. હવે વર્ણનાત્મક શાસ્ત્રો Concrete Sciences તરફ નજર ફેરવીએ. સૃષ્ટિના વર્ણનમાં સજીવ સૃષ્ટિ અને નિર્જીવ અથવા ભૌતિક સૃષ્ટિ એમ બે વિભાગ સ્પષ્ટ પડે છે. સજીવ અને નિર્જીવ સૃષ્ટિ વચ્ચે અંતર કોઈ વખત સાંકડું થઈ જાય છે, અને જગદીશ ચંદ્ર બોસ્ત્રના અન્વેષણ પ્રમાણે સજીવ અને નિર્જીવ વસ્તુઓનું કેટલાએક પ્રકારનું સામ્ય સિદ્ધ થયું છે. તે છતાં બંનેની વચ્ચેનો ભેદ ઘણો જ વિશાળ હોવાથી તે બે શાખાઓને જુદી પાડવી જરૂરની છે. ભૌતિક સૃષ્ટિમાં પણ બે મુખ્ય ભેદ જણાય છે; એક તો દ્રવ્ય (Matter) અને બીજી શક્તિ (Energy). ભૌતિક પદાર્થોનું—તેમના સ્વરૂપનું

* Trigonometry.

x Mensuration.

વર્ણન અને મૂળ પ્રકૃતિના અંધારણના પ્રશ્નોનો એક વિભાગમાં સમાવેશ થાય છે. શક્તિ અને ગતિ, તેમનાં સ્વરૂપ અને તેમની વિભૂતિઓ અને તેમનો વ્યાવહારિક ઉપયોગ વગેરે ચર્ચાવાને માટે જુદા જુદા શાસ્ત્રોની જરૂર પડે છે.

ભૌતિકશાસ્ત્ર

શક્તિ અને તેની વિભૂતિઓના જ્ઞાનને સાધારણ ભૌતિકશાસ્ત્ર Physics નું નામ અપાય છે. ગતિ એ શક્તિનો પ્રથમ અર્થિભાવ હોવાથી, તેમજ શક્તિના માપ અને તુલનાને માટે ગતિ સંબંધીનું સર્વજ્ઞાન આવશ્યક હોવાથી, ભૌતિકશાસ્ત્રમાં ગતિવિદ્યા અગત્યનું સ્થાન ભોગવે છે. ભાવાત્મક વિજ્ઞાનના વિભાગ તરીકે ગતિવિદ્યાનો સંબંધ ગણિતશાસ્ત્ર સાથે પણ ઘાટો છે: ગતિવિદ્યામાંથી, યંત્રવિદ્યા વ્યાવહારિક રુપમાં ફલિત થાય છે. શક્તિની સંબંધી વિભૂતિઓ તરંગ-આન્દોલનના રુપમાં પ્રસરે છે એમ હવે મનાય છે. જેવી રીતે પાણીની સપાટી ઉપરનાં હાલતાં મોજાં-તરંગને લીધે તેની ઉપર તરતી વસ્તુઓ-ઘણે દૂર સુધી જઈ શકે છે તેવી જ રીતે હવામાં અમુક પ્રકારનાં મોજાં અને આન્દોલનો દૂર સુધી જઈ શકે છે, તેથી તોપના ઘડાકા અને સંગીતના ધ્વનિ દૂર સુધી સાંભળી શકાય છે; આ અવાજની ઉત્પત્તિ અને નિયમનનું સંશોધન ધ્વનિશાસ્ત્ર મારફત થાય છે. એક કલ્પનામય, પારદર્શક હવા-ઘથર જેવા પદાર્થમાં જુદા જુદા પ્રકારનાં આન્દોલનો થવાથી પ્રકાશ, ઉષ્મા, વિદ્યુત વગેરે શક્તિનાં રૂપાંતરનો અર્થિભાવ થાય છે. આ દરેક પ્રકારનાં આન્દોલન અને તેમના પરથી ફલિત થતી વિભૂતિઓ અને ઘટનાઓના અભ્યાસને માટે જુદી જુદી શાખાઓ અંધારી જાય છે. ભૌતિક વિદ્યાના ઇતિહાસના પ્રકરણમાં આ વિષે વધારે વિવેચન કરવામાં આવ્યું છે. આપણે પરમાણુ શક્તિના યુગમાં રહીએ છીએ, અને હજુ પણ દ્રવ્ય અને શક્તિનાં મૂલ્યતરણના વાસ્તવિક સંબંધના સંશોધન માટે ભૌતિક વિદ્યાની નવી નવી

શાખાઓ રચાતી જાય છે.

રસાયનશાસ્ત્ર

ભૌતિકશાસ્ત્રનું અંતિમ લક્ષ્ય શક્તિનું વાસ્તવિક સ્વરૂપ સમજવાનું છે; તેવી જ રીતે રસાયનશાસ્ત્રનું અંતિમ લક્ષ્ય પદાર્થનાં સ્વરૂપ અને બંધારણ સમજવાનું છે. શક્તિ અને પદાર્થના અંતિમ સ્વરૂપ વિષે ભૌતિકશાસ્ત્ર અને રસાયનશાસ્ત્ર બંનેને કાંઈક કહેવાનું હોય છે અને તેમની સીમા પરનો કેટલોએક પ્રદેશ બંને શાસ્ત્રોને સામાન્ય ગણી શકાય; અણુ, પરમાણુ, અને વીજબળના સ્વરૂપ અને અંતિમ બંધારણ વિષે બંને શાસ્ત્રોએ સારો પ્રકાશ પાડ્યો છે. દ્રવ્યોનું રાસાયનિક પૃથક્કરણ અને અવિભાજ્ય તત્ત્વોનું સંશોધન, રાસાયનિક સંયોજનના નિયમોનું અન્વેષણ, તેમ જ સૃષ્ટિની દરેક ઘટનાની રાસાયનિક દૃષ્ટિથી તપાસ એ રસાયનશાસ્ત્રનું ખાસ કામ છે. પદાર્થનાં અંતિમ તત્ત્વોના નિર્ણયમાં રસાયનશાસ્ત્રનું ખાસ કામ પડે છે અને આ મૌલિકતાને લીધે દરેક વિજ્ઞાનના અભ્યાસીને રસાયનશાસ્ત્રની થોડી ઘણી પણ જરૂર પડે છે, અને તે ધારણથી વિજ્ઞાનનો એવો કાંઈ પ્રદેશ નહિ હોય કે જ્યાં કાંઈપણ પગલે રસાયનશાસ્ત્રીનું કામ ન પડે.

ખગોલવિદ્યા

સૃષ્ટિવર્ણનમાં પૃથ્વી અને પૃથ્વી બહારની સૃષ્ટિ એ એ સ્પષ્ટ વિભાગ પડે છે. મનુષ્યનું રહેઠાણ પૃથ્વી ઉપર જ થવાથી તે સંબંધી મનુષ્યનું જ્ઞાન વધારે હોય તે સ્વાભાવિક છે; પણ પૃથ્વી બહારની સૃષ્ટિ કાંઈ નહાતી અથવા તો અગત્ય વિનાની ન ગણી શકાય. ખગોલવિદ્યામાં, સૂર્યમંડળ, ધૂમકેતુઓ, નિહારિકા આકાશગંગા, વગેરેનું વર્ણન થાય છે. તે દરેકની ગતિ વિષે હજારો વર્ષથી નિરીક્ષણ થતું આવે છે અને તેની ઉપરથી ગણિતશાસ્ત્રની મદદથી ચોક્કસ નિયમોનું સંશોધન થઈ શક્યું છે.

આ નિયમો એટલી તો ચોકસાઈથી સિદ્ધ કરવામાં આવ્યા છે અને કાર્યકારણનો સંબંધ એવો તો સ્પષ્ટ રીતે સમજાઈ ગયો છે કે અમુક દિવસે અને અમુક પળે ખગોળમાં દેખાતા લગભગ બધા ગ્રહો અને તારાઓની સ્થિતિ ક્યાં હશે તે સંબંધી ચોકસાઈથી કહી શકાય છે. અને તેથી ખગોળવિદ્યાને સુવ્યસ્થિત વિજ્ઞાનશાસ્ત્રોના સમૂહમાં પ્રથમ મૂકવામાં આવે છે.

ખગોળવિદ્યાની પણ વિવિધ શાખાઓ વધતી જાય છે; તેનો ખ્યાલ આપણી પૃથ્વી સંબંધી જ્ઞાનની શાખાઓ ઉપરથી આવશે. ભૂગોળવિદ્યા, હવામાનશાસ્ત્ર, સમુદ્રવિદ્યા, એ ભૂવિદ્યાના વર્ણનાત્મક વિભાગો, ઉપરાંત શિલાઓના સ્વરૂપ અને ઉત્પત્તિના અભ્યાસ માટે શિલાશાસ્ત્ર અને ખનિજવિદ્યા, પૃથ્વીની અંતર સ્થિતિ અને તેનાથી થતા આંતર અને બાહ્ય ફેરફારો (દાખલા તરીકે જ્વાલામુખી અને ધરતીકંપ, અને ડુંગરો અને ખીણોનાં બંધારણ) ના અભ્યાસ માટે ભૂગર્ભવિદ્યા એમ જુદા જુદા વિભાગો પડે છે. વળી પૃથ્વીના જુદા જુદા સ્તરોમાં-થરોમાં-મળી આવતા પ્રાણી-અવશેષો ઉપરથી તે થરોના કાલનો નિર્ણય કરીને પ્રાચીન ભૂવિદ્યાની મદદથી તે સ્તરોને વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવવાનું કામ ભૂસ્તરવિદ્યા કરે છે. ભૂવિદ્યાના વિભાગો ળીણવટથી દર્શાવ્યા તેવી રીતે ખગોળવિદ્યાની ખીણ શાખાઓની ઉપશાખાઓ ગણાવી શકાય.

સજીવસૃષ્ટિ વિજ્ઞાન

ભૌતિકસૃષ્ટિ પછી સજીવસૃષ્ટિનો મહોટો વિભાગ હાથમાં લઈએ. તેમાં વનસ્પતિ અને પ્રાણી એમ બે મહોટા વિભાગ સાધારણ રીતે પડે છે. આ ભેદ સહેલાઈથી કળી શકાય તેમ છે; પ્રાણીઓનું જીવન વનસ્પતિના જીવન કરતાં વધારે સ્વતંત્ર અને ઐચ્છિક એટલે ઇચ્છાશક્તિયુક્ત હોય છે. જે કે પ્રાણીની અને વનસ્પતિની કેટલીએક જાતો એવી મળી આવે છે કે જેમને કયા વર્ગમાં મુકવી એ પ્રશ્ન ઘણો જ વિવાદાસ્પદ રહે છે. તે જાતો સાધારણ વનસ્પતિ

અને પ્રાણી-જાડ અને ઘેર-વચ્ચેનો ફેર આપણે સહેલાઈથી સમજી શકીએ છીએ. આથી જીવવિદ્યાના મુખ્ય વિભાગ વનસ્પતિવિદ્યા અને પ્રાણીવિદ્યા એમ બે પડે છે. જેવી રીતે અચેતન સૃષ્ટિમાં બીજા તારા અને ગ્રહોના કરતાં પૃથ્વી વિષેનું આપણું જ્ઞાન વધારે વિશાળ અને સંપૂર્ણ છે તેવી જ રીતે બીજા પ્રાણીઓ કરતાં મનુષ્યનાં જીવન, ઉત્પત્તિ, અને લય વિષે આપણે વધારે સાચું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરી શક્યા છીએ. આથી મનુષ્યસંબંધી જ્ઞાનની શાખા પ્રાણીવિદ્યાથી દૂર રાખવામાં જ સુગમતા છે.

ચાર સામાન્ય ઉપશાખાઓ

વનસ્પતિ, પ્રાણી અને મનુષ્યસંબંધીનાં જ્ઞાનને જૂદા જૂદા વર્ગમાં રાખવા છતાં પણ સજીવસૃષ્ટિની અભ્યાસની પદ્ધતિના મુખ્ય માર્ગ લગભગ સરખા જ છે. એક નવી વનસ્પતિ અથવા નવું પ્રાણી જોતાં જીવવિદ્યાના અભ્યાસકર્તા જે વિચારો ઉપર ચિંતિત થાય છે તે ઘણું કરીને ચાર જાતના પ્રશ્નોમાં વહેંચી શકાય. (૧) તે શું છે ? તેનો બાહ્યાકાર અને સ્વરૂપ કેવાં છે ? (૨) તે કેવી રીતે જીવે છે ? તેની આંતરરચના અને તેના જીવનવ્યાપાર કેવાં છે ? (૩) તે કેવી રીતે જન્મે છે ? તે પ્રાણીની વ્યક્તિ તરીકેની વૃદ્ધિ અને જાતિની વૃદ્ધિ કેવી રીતે થાય છે ? (૪) તે જીવોની ઉત્ક્રાન્તિ શી રીતે થઈ હશે ? તેમનું મૂળ સ્વરૂપ કેવું હશે અને તેમાંથી તેમનું હાલનું સ્વરૂપ કેવી રીતે ઉત્ક્રાન્ત થયું હશે ? આ ચાર પ્રકારના પ્રશ્નોમાંથી ચાર ઉપશાસ્ત્રો (૧) રચનાશાસ્ત્ર Anatomy (૨) વ્યાપારશાસ્ત્ર Physiology (૩) ગર્ભવિદ્યા Embryology (૪) ઉત્ક્રાન્તિ-વિદ્યા (evolution) ઉદ્ભવે છે. વનસ્પતિશાસ્ત્ર અથવા પ્રાણી-વિદ્યા અથવા મનુષ્યની શારીરવિદ્યા એ દરેકમાં આ ચાર દૃષ્ટિએ મહોટા વિભાગ પડે છે.

માનસશાસ્ત્ર

શારીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીરવ્યાપારશાસ્ત્ર, જાતિવિકાસવિદ્યા,

અને ઉત્ક્રાન્તિવાદ એ ચારેની જુદી જુદી દૃષ્ટિથી દરેક પ્રાણી અને વનસ્પતિનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે. એ આપણે જોયું. પ્રાણીઓની સૃષ્ટિના રાગ તરીકે મનુષ્ય શ્રેષ્ઠ સ્થાન ભોગવે છે, અને તેના સંબંધી જ્ઞાન મેળવવાનાં સાધનો અને સગવડો વધારે હોવાથી મનુષ્યસંબંધી શરીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીરવ્યાપારશાસ્ત્ર, ગર્ભવિદ્યા, સુપ્રજનનવિદ્યા Eugenics મનુષ્યવિદ્યા Anthropology નૃકુલવિદ્યા Ethnology વગેરે વિષયો સારી રીતે ખેડાએલા છે. ખીજાં પ્રાણીઓ કરતાં મનુષ્યનું મન અને માનસિક પ્રવૃત્તિ વિલક્ષણ હોય છે; અને તેના અભ્યાસને માટે વિજ્ઞાનની એક જુદી શાખા કરવી પડી છે. આ શાખાને માનસશાસ્ત્ર કહે છે, તે વિષયમાં મનુષ્યની લાગણીઓ, વૃત્તિઓ, તેના સામાજિક, માનસિક અને ધાર્મિક વિચારોના અભ્યાસનો સમાવેશ થાય છે. એક બાજુથી જ્ઞાન, જાતી અને જ્ઞેયતા અભ્યાસને લેઈને માનસશાસ્ત્ર પરમાર્થશાસ્ત્રની સાથે સંબંધ છે અને બીજી બાજુએ મનુષ્યના માનસિક અને શારીરિક વ્યાપારના સંબંધને લેઈને શરીર વિદ્યાની સાથે સંકલિત છે. મનુષ્યની સર્વ પ્રવૃત્તિઓમાં પશુઓથી ભિન્ન માનુષિકતાનું જે કંઈ દર્શન થાય છે તેનું મુખ્ય કારણ તેના માનસિક વ્યાપારનું છે. આ માનસવ્યાપારના અભ્યાસથી અર્વાચીન મનુષ્યવિદ્યાના દરેક પ્રદેશમાં ફેરફાર થયો છે. તે ફેરફાર વિષે એટલું યાદ રાખવું જોઈએ કે તત્ત્વજ્ઞાનીઓ અને પરમાર્થશાસ્ત્રીઓના પાસમાંથી છૂટીને સ્વતંત્ર થયા પછી જ માનસશાસ્ત્રનો વિકાસ સારો થઈ શક્યો છે. પ્રયોગાત્મક માનસશાસ્ત્ર પર જ હાલના માનસશાસ્ત્રના સિદ્ધાન્તો રચાએલા છે; અને તેથી તેને જીવવિદ્યાની એક શાખા તરીકે મૂકવામાં આવ્યું છે. તેનું બીજું કારણ એ છે કે મનુષ્ય સિવાય બીજાં પ્રાણીઓની માનસિક પ્રવૃત્તિનો અભ્યાસ હવે વિશાળ થતો ગય છે, કૃતરા અને ઘોડાની માનસિક પ્રવૃત્તિ વિષે ઘણા કાળથી સાધારણ વાતો સાંભળવામાં આવે છે; પરંતુ હવે તેા મધમાખ અને કીડી જેવાં નાનાં પ્રાણીઓની માનસિક પ્રવૃત્તિઓનો પણ ચોક્કસ અભ્યાસ થયો છે, અને તેમની સમાજવૃત્તિ

અને સમાજજીવન કેટલેક અંશે આદર્શમય છે એમ સિદ્ધ થયું છે. એકે મહાન્ વિજ્ઞાનીના શબ્દોમાં કહીએ તો ટાંકણીના માથા કરનાં પણુ નાના કદમાં કાઠીના મગજની રચના જેવું ખીજું અમૂલ્ય કાંઈ નથી !
વિનિયુક્ત શાસ્ત્રો

સજીવ સૃષ્ટિજ્ઞાનના ઉપર પ્રમાણે મુખ્ય વિભાગ ત્રેયા, હવે આ મુખ્ય શાસ્ત્રો પરથી વિનિયુક્ત શાસ્ત્રોના સંબંધ વિષે કાંઈક જોઈએ. જેવી રીતે ભૌતિકશાસ્ત્રમાંથી યંત્રવિદ્યા ક્ષિતિ થાય છે તેવી રીતે વનસ્પતિવિદ્યા અને જીવવિદ્યામાંથી ધૃપિશાસ્ત્ર ક્ષિતિ થાય છે, અને તેવી જ રીતે મનુષ્યનાં શરીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીરવ્યાપારશાસ્ત્ર, શરીર-રસાયનવિદ્યા વગેરે શાસ્ત્રોમાંથી વદ્યકશાસ્ત્ર ઉદ્ભવે છે. તેવી જ રીતે મનુષ્યની સામાજિક અને માનસિક પ્રવૃત્તિના અભ્યાસને માટે સમાજ-શાસ્ત્ર, રાજ્યશાસ્ત્ર, પૌરશાસ્ત્ર (Civics), નૃકૃત્તવિદ્યા, અર્થશાસ્ત્ર વગેરે વિનિયુક્ત શાસ્ત્રો ક્ષિતિ થાય છે. મનુષ્યને ઇતિહાસ, ભાષાશાસ્ત્ર અને સાહિત્ય એ પણુ વિજ્ઞાનના વિભાગ છે એમ કેટલા વિજ્ઞાનીઓ દાવો કરે છે. તેમાં ઘણી વાસ્તવિકતા છે એ સ્વીકારવું જોઈએ. કવિતા અને શુદ્ધ સાહિત્યના સર્જન અને વિકાસમાં વિજ્ઞાન ઉપકાર કરી શકે નહીં પરંતુ અમુક પ્રગ્ન, ઉપપ્રગ્ન, ગ્નતિઓ અને ઉપગ્નતિઓનાં ગીતો, કવિતા, સાહિત્ય, ચિત્રકલા, નૃત્યકલા સંગીતકલા વગેરેની ઉત્પત્તિ અને વિકાસ કેવી રીતે કયા પ્રમાણમાં થાય છે તેનો ઇતિહાસ અને તેમાં નવા સર્જન અને નવી કર્તવ્યદિશા કેવા પ્રકારનાં હોવાં જોઈએ તેનો નિર્ણય કેવળ સર્જકોના અહંકાર અને મનીષા ઉપર રાખવાને બદલે, સમાજના લાભ અને પ્રગતિની દૃષ્ટિએ સમાજ-શાસ્ત્રના વૈજ્ઞાનિક ધોરણોનો આશ્રય લઈને જ થવો જોઈએ. વળી સમાજ-વિકાસ, સમાજનિયંત્રણ, સમાજઆયોજનના વિષયોમાં વિજ્ઞાનની દરેક શાખા ઘણી અગત્યની માહિતી અને મદદ આપી શકે છે, તે સ્ત્રીઓના અનુભવથી સિદ્ધ થયું છે. તે પ્રમાણે આ દેશમાં વિજ્ઞાનનો પૂરો લાભ લેવો જોઈએ.

વિજ્ઞાનના વર્ગીકરણ વિષે ઉપરના વિવેચનનો સાર નીચે આપેલા નકશાથી કોઈથી સમજી શકાશે :

विज्ञान

क भावात्मक विज्ञान.

भौतिक सूष्ट्रिविज्ञान.

ख चार्जनात्मक विज्ञान.

सञ्चय सूष्ट्रिविज्ञान.

गुणवाचक संघघो विषे—न्यायशास्त्र, पद्धतिशास्त्र, परमार्थशास्त्र
परिमाणुवाचक संघघो विषे—गणितशास्त्र, अंकगणित,
अक्षरगणित, कलनविद्या वगैरे
द्विग्य अने स्थलना संघघो विषे—भूमिति, क्षेत्रमिति
त्रिकोणमिति. (विनियुक्तशास्त्रो—गतिविद्या, अभ्युत्थगतिविद्या,
नलगतविद्या, उष्मागतिविद्या, वीजगतिविद्या
शक्ति अने तेनी विभूतियो विषे—सामान्य भौतिकशास्त्र,
ध्वनिशास्त्र. उष्माशास्त्र, वीजशास्त्र,
युधकशास्त्र प्रकाशविद्या.

पदार्थना स्वस्व विषे
पार्थिव—भूविद्या, भूगोलविद्या. उचामानविद्या, समुद्र-
विद्या. शिलाविद्या, अनिलविद्या, भूगर्भविद्या.
भूस्तरविद्या. प्राचीनभूविद्या.
अपार्थिव—अगोलविद्या.
सार्वत्रिक—रसायनशास्त्र, अनिलरसायन, प्राणीरसायन.
भौतिकरसायन, धनरसायन, र रंगपट्टरसायन. र

विनियुक्त शास्त्रो—यंत्रविद्या, नौकाशास्त्र, जलनविद्या. धातु-
विद्या, कृषिविद्या, औद्योगिकरसायन,
स्थापत्य. ज्वररसायन.

वनस्पति—वनस्पतिविद्या, वनविद्या, अन्न—उत्पादनविद्या.
प्राणी—प्राणीविद्या, जन्तुविद्या, तुलनात्मक प्राणीविद्या.
(मनुष्येतर)

शारीरिक—शरीररचनाशास्त्र, शरीरव्यापारशास्त्र,
उत्पत्तिशास्त्र, उत्क्रान्तिविद्यार—व्या व्या
उपशास्त्रो सञ्चयसूष्ट्रिविज्ञानना दरेक विला-
जने सामान्य होय छे.

मानसिक—मानसशास्त्र अध्यात्मकविद्या, भौतिकमानस.
सामाजिक—समानशास्त्र, नृकुलविद्या. ३ मनुष्यविद्या, ४
(विनियुक्त शास्त्रो—वैद्यकशास्त्र, औषधविद्या, आरोग्य-
विद्या, सुप्रजननविद्या शिक्षणशास्त्र,
नीतिशास्त्र, कलाशास्त्र, राजन्यशास्त्र,
पौरशास्त्र, अर्थशास्त्र, साहित्य, कविता,
कला नृत्य, संगीत वगैरेनो शास्त्रीय
अध्यास अने संशोधन. आर्योन्न-
विद्या, समाजनियंत्रण.

1. Stereochemistry.
2. Spectroscopy.
3. Ethnology.
4. Anthropology.

વિજ્ઞાનના વાસ્તવિક સ્વરૂપની પિંજાનને માટે વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ જાણવો જોઈએ; વિજ્ઞાનનું હાલનું સ્વરૂપ કેવી રીતે પ્રાપ્ત થયું, અને તે પ્રાપ્ત થતાં પહેલાં તેમાં કેવાં કેવાં ફેરફાર થયાં હતાં, એના દષ્ટિબિંદુમાં કેવા ફેરફાર કેવી રીતે થયો હતો એ સમજ્યા સિવાય વિજ્ઞાનની હાલની સ્થિતિ સમજી શકાય એમ નથી. પ્રાચીન સમયમાં વિજ્ઞાન ધર્મવિદ્યાના તાબામાં ઘણા સમય રહ્યું. ત્યારપછી તત્ત્વજ્ઞાન-તત્ત્વવિદ્યાની ધુંસરી નીચે રહ્યું, તે બંનેની ધુંસરીમાંથી છૂટવાને વિજ્ઞાનને કેટલો સમય લાગ્યો, તેમાં કેટલા વિજ્ઞાનના પૂર્ણરીઝોનું ખલિદાન અપાયું, અને તેમાંથી ધીમે ધીમે વિજ્ઞાનની સ્વતંત્રતા કેવી રીતે જન્મતી ગઈ એ સર્વે હકીકત રસમય અને બોધપ્રદ છે. મનુષ્યના મનનો દર્ષિટકોણ કેવી રીતે ફેરે છે—મનુષ્યના દૈનિકજીવન, ધાર્મિક જીવન અને જ્ઞાનના આદર્શનો પરસ્પર સંબંધ કેવી રીતે ગુંથાય છે, અને તે ગુંથણીમાં વિવિધ પ્રકારની સામગ્રી કેવી રીતે એકત્રિત થાય છે તે સમજવવાને આ ઐતિહાસિક દિગ્દર્શનની ખાસ જરૂર છે.

મનુષ્યજીવનના સાધારણ ઇતિહાસમાં જે સમય અને કાળના વિભાગ કરવામાં આવે છે તેના કરતાં વધારે સાદા અને સરળ વિભાગ આપણે વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં કરીશું. પ્રાચીન સમય અને અર્વાચીન સમય, અને તે બે વચ્ચેનો સંક્રાંતિમય મધ્યકાલીન સમય એ ત્રણ મુખ્ય વિભાગથી જ સંતોષ માનીશું. પ્રાચીન સમયમાં ભારતીય પ્રજાની વિજ્ઞાનસંપત્તિ અપ્રતિમ હતી તેથી “પ્રાચીન હિંદમાં વિજ્ઞાન” એ વિષે જુદું પ્રકરણ પાડ્યું છે. આ ચાર પ્રકરણો ઉપરાંત ખગોલવિદ્યા, ભૌતિકશાસ્ત્રો, અને જીવવિદ્યાના

ઇતિહાસ વિષે ત્રણ જુદાં પ્રકરણ પાડીને આ વિષયને કુલ સાત પ્રકરણમાં વહેંચી નાંખ્યો છે. આ ઐતિહાસિક દ્વિગ્દર્શનમાં સાંપ્રત-કાળ સુધીની વિજ્ઞાનની સ્થિતિનું વર્ણન આપવામાં આવ્યું છે કે જેથી વિજ્ઞાનના અતિમ અને સામાન્ય પ્રશ્નોના વિવેચન માટે આવશ્યક સામગ્રી પણ તૈયાર થાય. આ ઐતિહાસિક દ્વિગ્દર્શનમાં ઉપયોગી થાય તેવી માર્ગસૂચક તિથિઓની યાદી આપવામાં આવી છે, તેથી સ્પષ્ટ થશે કે વિચારની સરળતા માટે વિભાગ પાડવા છતાં પણ સૃષ્ટિનો ઇતિહાસ સળંગ છે. પૃથ્વીના અને મનુષ્યના ઇતિહાસનાં વર્ષો જેતાં વિજ્ઞાનની વ્યાપ્તિવસ્થાનું આપણને કાંઈક ભાન થાય છે. તેથી વિજ્ઞાનનાં પરાક્રમે કરતાં વિજ્ઞાનનું ભવિષ્ય હજી વધારે ઉજ્જવળ છે એમ આશા રાખી શકાય.

આઠ કરોડ વર્ષ પહેલાં—નિર્લવયુગ,

૭ " " " જીવનારભયુગ જેલી-
રીશનો યુગ

ખે " " " પ્રાથમિક જીવનયુગ, દરિયાઈ વીંછીનો યુગ.

ચાર " " " પ્રાથમિક જીવનયુગનો ઉત્તર ભાગ. (માછલી,
મત્સ્યયુગ.)

એક " " " માધ્યમિક જીવનયુગ. (સાપ
પગવાળાં પ્રાણીઓ)

ચાલીસલાખ " અર્વાચીન જીવનયુગ (આંચળવાળાં પ્રાણીઓ)

૭ " " " અર્વાચીન જીવનનો ચારભ.

૫ " " " પ્રથમ દ્વિમયુગ

૫૦ હજાર " " " ચતુર્થ દ્વિમયુગ-નિઅન્ડરથાલ યુગના
મનુષ્ય

૧૫ થી ૩૫ " " " સાંપ્રતકાળના મનુષ્યનું આગમન

૧૫ " " " ઐતિહાસિક કાળની શરૂઆત

ઈ. સ. પૂર્વે ૨૦૦૦, " " " ઋગ્વેદ

- १४०० ,, ,, हिंदमां यद्राशितुं निर्माणं
 १२१० ,, ,, महाभारततुं युद्ध
 ८०० ,, ,, पाणिनि; शक्यसूत्र; धर्मोत्तरी स्थापना;
 होमरतो समय
 ७५० ,, ,, कपिलतो निरीश्वरवाद
 ५५७ गौतमशुद्धतो जन्म; कन्द्युसीअसतो ज्यनकाण
 ५०० ,, ,, अरक-आयुर्वेदना संस्थापकतो काण
 ४०४ ,, ,, हिरोडोसतो जन्म
 ३८२—३२२ ,, ,, अेरिस्टोटल ३०६—२८३ युक्तीउ
 भ. स. पूर्वे ३२३ सिकंदरतुं मृत्यु
 ,, ३२० यद्रगुप्ततो समय
 ,, २७३ अशोक
 ,, २८०—२५० अेरस्टार्कस
 ,, २८७—२१२ आरझीमीडीस
 ४४ जुलीअस सीअरतुं भूत
 भ. स. पक्षी ३० धसुप्रीस्ततुं भूत
 २७—७६ प्कीनी
 ७८—१५० भारत, काशगर, यारकंद, पोतान, वगेरे
 देशना राज कनिष्कतो समय
 १०० सुश्रुततो काण
 ५००-५५० विक्रमादित्य काणिदास वगेरेतो समय
 ५७० महमदतो जन्म
 ४७६-६३० अगोववेत्ता आर्यलट्ट, वराहमिहिर, ब्रह्मगुप्त,
 भर्तृहरि, दंडि अने हर्षतो समय
 ७०० वाग्भट
 १००० कूजेडस-धस्नाम अने धसाध धर्म वच्ये युद्ध
 १०३३ आदमेशनी

- १२१०-१२४७ सारंगदेवनुं संगीत रत्नाकर
 १२१४ भास्कराचार्य
 १२६३ रेजरभेकन प्रयोगात्मक विज्ञानना पितानुं मृत्यु
 १२६५ मार्कोपोलो
 १३५० सारंगधर
 १४४६ छापवानी डगानी शोध. डेक्स्टन १४२२-१४४१
 १४५३ घस्त'भुल तुर्कीना हाथमां
 १४७६-१५४३ डोंपरनीकस
 १४८३-१५४६ मार्टीन ल्युथरनो समय
 १४९२ डालम्पसना हाथे अमेरिकानी शोध
 १४९८ वारकोडीगामा हिन्दमां
 १५१६ { लीओनार्डो ड. वीन्सीनुं मृत्यु
 मेगेलननी पृथ्वीनी प्रदक्षिणा
 १५२६ प्यापर-मोगल वंशनी स्थापना
 १५४३ डोंपरनीकसनुं मृत्यु
 १५६०-१६४७ संगीत हर्षणुना डर्तां हामोहर
 १५६१ गेलीलीओनो जन्म. नेपल्समां विज्ञान सभानी
 स्थापना
 १५७१-१६३० डेक्लर
 १५७८-१६५७ रक्तपरिक्कमणुना शोधक हावेनो समय
 १६२० अंग्रेजे अमोरकामां स'स्थान स्थापे छे.
 १६२६ लॉड' भेकननुं मृत्यु
 १६४२ गेलीलीओनुं मृत्यु. न्यूटननो जन्म
 १६४५ { रोयल सोसायटीनी स्थापना
 ग्रेण्ट' प्यायल
 १६६०-१७३४ इलोयस्टनवाहनो स्थापक स्ट्राड्ल
 १७०७ लीनीअसनो जन्म
 १७२७ न्यूटननुं मृत्यु

- १७३६ नादीरशाहे दिल्ली लूटयुं.
- १७३६-१७६० जेन्मनीन क्रैकलीन
- १७३६-१८१६ वराणयंत्रकार जेम्स वॉट
- १७३३-१८०४ हवानुं पृथक्करण करनार प्रीस्टली
- १७३७-१७६८ जेल्मनी
- १७४५-१७२७ वेल्टा
- १७४६-१८३२ कवि वैज्ञानिक गेटे
- १७५७ प्लासीनुं युद्ध
- १७८१ युरेनसनी शोध
- १७३१-१८१० जलनुं पृथक्करण करनार डेवेंडीश
- १७६४ वेवोयञ्जीअरने क्षांसीनी सग्न
- १७६६-१८४४ अजावाहना प्रतिपादक डॉल्टन
- १७६६-१८३२ प्राणुमिता कुविअर
- १७८१-१८६१ वीजवेत्ता डेरेडे
- १७८१-१८४८ रेल्वेनो स्थापक स्टीवन्सन
- १७८८-१८२७ रसायनवेत्ता डेवी
- १८०६-१८८२ याल्स आरवीन-उत्क्रान्तिवाहना स्थापक
- १८२०-१६०३ उत्क्रान्तिवाहना आचार्य-हर्षट स्पेन्सर
- १८२२-१८६५ पाश्चर
- १८२५-१८६५ लकस्ली
- १८२४-१६०७ वॉड डेवलीन
- १८४६ नेप्युनअनी शोध
- १८५८ अवीनना उत्क्रान्तिवाहनी प्रथम प्रसिद्धि
- १८६३ रासायनिक गुणोमां नियमिततानी शोध
न्युलेंड; मेन्डलीअद.
- १८७६ आधनस्टार्ननो जन्म
- १८६१ प्रकृत्यद्र रोयनो जन्म

- ૧૮૦૪ વાયરલેસના શોધક માર્કોનીનો જન્મ
 ૧૮૯૬ રેડીઅમની શોધ, મેદામ ક્યુરી ૧૮૫૯-૧૯૦૬
 ૧૮૯૦ ગુજરાતમાં કલાલવનની સ્થાપના
 ૧૮૬૪-૧૯૨૧ પ્રો. ત્રિભુવનદાસ કલ્યાણદાસ ગજ્જર
 ૧૯૦૧ પ્લાંકનો કવોન્ટમ-પુનઃવાદ
 ૧૯૦૩ પરમાણુ વિભાજન ર્થરફોર્ડ-વીગ્નાણુવાદ.
 ૧૯૦૯ બેંગલોરમાં વૈજ્ઞાનિક વિદ્યાપીઠની સ્થાપના
 ૧૯૧૨ વિટામીનની શોધ
 ૧૯૧૪ હિંદી વૈજ્ઞાનિક કોન્ગ્રેસની સ્થાપના
 ૧૯૧૬ આઈન્સ્ટાઇનનો સાપેક્ષતાનો સિદ્ધાન્ત
 ૧૯૧૭ સર જગદીશચંદ્ર બોઝે 'પોતાનું' વિજ્ઞાનમંદિર
 દેશને સમર્પણ કર્યું.
 ૧૯૧૯ આઈન્સ્ટાઇનના પ્રકાશવાદની ખ્યાસગ્રહણવેળા
 પ્રાપ્ત થયેલી સિદ્ધિ
 ૧૯૩૦ જનિ-રાગસૂત્રની શોધ
 ૧૯૩૯ વીગ્નાણુ-સૂક્ષ્મદર્શક
 ૧૯૪૦-૪૫ મગજના વાહકાપથી મનના ભૌતિક ગુણોની સિદ્ધિ
 ૧૯૪૦ રાયલ સોસાયટીના પ્રથમ ગુજરાતી સભ્ય ભાભા.
 ૧૯૪૫ પરમાણુ બોમ્બનો હીરોશીમા ઉપર નિર્દય ઉપયોગ
 ૧૯૪૬ પરમાણુશક્તિ નિયમન વિચાર

પ્રાચીન કાળ

મનુષ્યની બુદ્ધિના ઉદ્ભવની સાથે જ વિજ્ઞાનનો જન્મ થયો ગણાય. મનુષ્યજીવનના પ્રારંભથી જ ખીજ પ્રાણીઓની સાથે રહીને તેમની ઉપર વિજ્ય મેળવવાને માટે મનુષ્યના મગજની પળે પળે જરૂર પડતી ખાસ કરીને શારીરિક સંપત્તિ ખીજ પ્રાણીઓ કરતાં ઓછી હોવાને લીધે તેને બુદ્ધિ, અને વિચારશક્તિનો ઉપયોગ કરવો પડતો. તેમાંથી બેલવાની અને ખીજ મનુષ્યો સાથે વાત કરવાની શક્તિની શોધ થઈ; વાણીના પ્રારંભથી પ્રત્યેક મનુષ્યના ભિન્ન અનુભવની નોંધ થવા

લાગી અને આ અનુભવોનો વિનિમય અને સંગ્રહ થવાથી જ્ઞાનની વૃદ્ધિ થવા લાગી. પશુ વિજ્યમાં—શિકારમાં આહારની પ્રાપ્તિમાં—અન્નની ઉત્પત્તિમાં—કૃષિકલામાં—ઘર પાંધવામાં—પહેરવાનાં વસ્ત્રો અને કપડાં પનાવવામાં—પ્રત્યેક ક્ષણે સૃષ્ટિનાં પ્રેરક બલોનો અનુભવ દરેક મનુષ્યને થતો પોતાના સાથીઓના અને પૂર્વજોના અનુભવના સંગ્રહ અને સંગઠન કરીને પોતાને યોગ્ય લાગે તેવા વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો દરેક મનુષ્ય રચે એ સ્વાભાવિક છે: આવા સિદ્ધાન્તો પ્રજ્ઞમાં પ્રચલિત થાય અને તે પ્રજ્ઞના શ્રેષ્ઠ વિદ્વાનો તેને સ્વીકારે તો પછી તેમને સ્થાયી સ્વરૂપ પ્રાપ્ત થાય છે. પૃથ્વીના જુદા જુદા વિભાગમાં રહેલી પ્રજ્ઞો, પોતપોતાની જરૂરીઆતો, હવામાન, અને ભૌગોલિક પરિસ્થિતિ પ્રમાણે સૃષ્ટિજ્ઞાન અને સૃષ્ટિના નિયમોનું પ્રતિપાદન કરે છે. આવી રીતે ખાદીઆ, બેબીલોન, મિસર, ગ્રીસ, હિન્દ, અને ચીન વગેરે દેશની પ્રજ્ઞોએ પોતપોતાના અનુભવ પ્રમાણે જ્ઞાન-ભંડાર તૈયાર કર્યો હતો. આ દરેક દેશનું દૃષ્ટિજ્ઞાન-વિજ્ઞાન જુદા પ્રકારનું હતું; તેમાં શી ભિન્નતા હતી અને કેવી રીતે એ ભિન્નતા પ્રાપ્ત થઈ હતી તે આપણે જોઈએ.

ખાદીઆ

ખાદીઆ દેશના પ્રાચીન ખંડીએર મકાનો, શિલ્પ કૃતિઓ, અને તેમના ઈંટો ઉપર લખાયેલાં પુસ્તકો ઉપરથી તેમની અને તેમની સમીપ રહેનારી પ્રજ્ઞોની સંસ્કૃતિ અને ધર્મ વિષે ઘણું જાણવાનું મળે છે. અંગણિત, આંકના પાડા, ધન અને મૂલના કોષ્ટકો, તે સમયની મારીની ઈંટો ઉપર લખાયેલાં મળી આવે છે; દર્શાવ અને દાદર્શાંશની પદ્ધતિ પ્રચલિત હતી, કૃષિકલાની વૃદ્ધિની સાથે અને દર વર્ષે ફળે એવી વનસ્પતિની રોપણી માટે ઋતુવિભાગ અને પંચાંગની યોજના થઈ હતી; વર્ષ, પાર મહિના, દિવસ, કલાક, મિનિટ અને સેકન્ડ એ કાળના વિભાગની યોજના પણ બેબીલોનની પ્રજ્ઞના સમયથી થઈ હતી એમ મનાય છે. અનાજ

અને ખોરાકને લાયક વનસ્પતિ ઉગાડવાનું પ્રથમ જ્ઞાન ચીન, હિન્દ અને પૂર્વના દેશોમાં હતું; ત્યાંથી ભૂમધ્ય સમુદ્રના પૂર્વ તરફ રહેનાર પ્રજાઓમાં તે જ્ઞાન પ્રસર્યું હતું. તેની સાથે જ સૂર્યની, પૃથ્વીની, તારાઓ ને ત્રહોની ગતિ વિષે બધી પ્રજાઓમાં જ્ઞાન ફેલાવ્યું હતું, કારણ કે ખગોળવિદ્યાના જ્ઞાન સિવાય ઋતુના ફેરફારોનું અને કૃષિકલાના આવશ્યક પંચાંગનું જ્ઞાન અશક્ય હતું. ખાલ્ડીઆની પ્રજાના દેવોની પૂજનમાં પશુપૂજનો અંશ સ્પષ્ટ હતો. આકાશમાં સૂર્યની ગતિના માર્ગને બાર વિભાગમાં વહેંચવાથી થતા વિભાગને રાશિ કહેવામાં આવે છે. તે રાશિને દરેકને દેવનું નામ આપવામાં આવતું અને તે સંજ્ઞાથી આ રાશિઓ ઝોળખાતી. આ સમયથી જ રાશિઓનાં નામ અને ચિત્ર પૃથ્વી ઉપરની બધી પ્રજાઓમાં પ્રચલિત છે. ખાલ્ડીઆની પ્રજામાં ખગોળવિદ્યાનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું. પરંતુ વૈદ્યકમાં તેઓ ઘણા પછાત હતા. વળી તેમના ધાર્મિક વિચાર વિજ્ઞાનના ખરા અભ્યાસને માટે અનુકૂળ નહોતા. તેમના દેવો ભયંકર પશુના રૂપના હતા, તેમનાં ચિત્રો મનુષ્યને ભય ઉપજાવે તેવાં હતાં, અને મનુષ્યના મરણ પછી પણ તેનો કેડો મૂકે નહિ એવા ગણાતા હતા. વિધિના લેખ મિથ્યા કરવાને બદલે સિવાય બીજા કોઈ શક્તિ નથી એવી માન્યતાને લીધે સમસ્ત પ્રજા ધુતારા, બદુગરો, જ્યોતિષીઓ, અને ઢોંગી પાદરી અને પુરોહિતોના દબાણમાં રહેતી. આવા સંતપ્ત ધાર્મિક જીવનમાં વાસ્તવિક તત્ત્વદર્શન અથવા વિજ્ઞાનનો પ્રાદુર્ભાવ થવો અશક્ય હતો.

મિસર

પરંતુ મિસર, ગ્રીસ અને હિન્દના દેવોની કલ્પનામાં મનુષ્ય તરફ દ્રેષ્ટો આવીર્ભાવ જોવામાં આવતો નથી. ત્યાંના દેવો મનુષ્યની મૈત્રી કરવાને અને તેને મદદ કરવાને, જીવનમાં, મરણ વખતે અને મરણ પછી સહાયભૂત થવાને તૈયાર રહેતા ગણાય છે. મિસર દેશનાં-હવામાન-ખાલ્ડીઆના જેટલાં

પ્રતિકૂલ અને તોફાની ગણાય નહિ. નીલ નદીના નિયમિત ભરતીઓટ અને વાર્ષિક પૂરથી નિયમિત રીતે કૃષ્ણપતાનો લાભ મળતો અને હજુ પણ મજે છે. એથી ઉલટું તીગ્રીસ અને યુક્રતીસ નદીઓમાં અનેકવાર થતાં તોફાનથી અને જોરભેર અનિયમિત પૂરથી તેના તટ અસ્થિર અને જોખમ ભરેલા ગણાતા. ભૌગોલિક અને રાજકીય પરિસ્થિતિને લીધે, વિગ્રહથી તેમ જ પ્લેગ, મરકી જેવા દુષ્ટ રોગોના સંતાપથી ખાદડીઆ કરતાં મિસર વધારે મુક્ત રહેતું. વિરોધી પ્રાકૃતિક સંયોગોને લીધે વિરોધી દેવો અને દૈત્યોની કલ્પના પ્રચલિત થાય છે, અને તેથી તેમની કૃપા મેળવવાને યજ્ઞ હોમની અને ખલિદાનની લાંચ આપવાનો, અથવા તો જંદુ અને મંત્રથી છેતરપીંડી કરવાનો રિવાજ પડી જાય છે. પરંતુ જો દેવોને મિત્ર તરીકે ગણવામાં આવે, તો ભૌતિક સૃષ્ટિ અને સૃષ્ટિખળતું જ્ઞાન સંપાદન કરવામાં ઉત્તેજન અને સગવડ મળી આવે એ સ્વાભાવિક છે. ગ્રીકપ્રગ્નમાં અગ્નિના શોધક પ્રોમીથીઅસને કુંગર ઉપરથી ફેંકી દેવામાં આવ્યો હતો; જ્ઞાનના પ્રથમ શોધક આદમને શિક્ષા કરવાનો વિચાર પણ એવી જ વિચારદષ્ટિનું પરિણામ હોઈ શકે. પરંતુ હિન્દના પ્રાચીનતમ સમયમાં પણ જ્ઞાન-પૂજા અપ્રતિમ હતી સંતપ્ત અરણ્યમય પ્રદેશોમાં કૈલાસમાંથી ગંગાના સીતલજલનું આહ્વાહન કરનાર ભગીરથ કુટુંબને અને દેશને તારનાર પ્રભાવશાળી અને પુણ્યશાળી વીર, જ ગણાય છે. હિન્દની પેઠે મિસર દેશમાં પણ દેવો મનુષ્યના જ્ઞાનની વૃદ્ધિમાં મદદ કરવાને તત્પર રહેતા એમ ધારવવામાં આવે છે. તેમનો થોટ (Thot) નામનો દેવ ખધી જાતનાં કામ કરવામાં સંતુષ્ટ અને તત્પર રહેતો. ચંદ્ર-દેવ તરીકે સૃષ્ટિના નિયમ (ઋતુ)ના પાલન કરનાર તરીકે, કાલની ગણતરી કરનાર તરીકે, દિવસ માસ અને વર્ષ વગેરે કાળની નોંધ રાખનાર તરીકે, શબ્દ—અવાજના આધિષ્ઠાતા દેવ તરીકે, પુસ્તકોના નિષ્ણાત ગુરુ તરીકે અને લેખન—કલાના શોધક તરીકે આ દેવ પૂજાતો. જ્ઞાન માત્ર ઈશ્વર અને દેવોની કૃપાથી જ મળી શકે છે એમ ગણાતું. પ્રગ્નના ભૂતકાળની

પ્રાચીનતા ઉપર વિશ્વાસ અને શ્રદ્ધા નહિ હોવાને લીધે ખંધુ' નવું જ્ઞાન ઈશ્વરપ્રણીત ગણાતું. અંગગણિત અને ભૂમિતિમાં મિસર દેશની પ્રજાનું જ્ઞાન ખાલ્ડીઅનના કરતાં ઓછું નહોતું; પરંતુ ખગોળવિદ્યા અને જ્યોતિર્વિદ્યામાં ખાલ્ડીઅના વિદ્વાનો વધારે પ્રવીણ હતા; તેથી ઉગ્રટું ઔષધવિદ્યામાં ખાલ્ડીઅનો જ્ઞાન અને ભુવાજ્ઞતીના ઉપર જ આધાર રાખતા પણ મિસર દેશમાં મૂળથી જ આ વિદ્યાનો પ્રચાર સારો હતો. પુરોહિતો અને પાદરીઓની પાઠશાળાઓમાં વૈદ્યકનો અભ્યાસ થતો, હાડકાં ખેસાડનાર હાડવૈદ્યોને ઉત્તમ શિક્ષણ મળતું, તેમના મૃત શરીર (મમી) ને સાચવી રાખવાના રીવાજથી શરીરની અંદરની રચનાનું અને જીંદી જીંદી ઔષધીઓના ગુણોનું જ્ઞાન સારું હતું. મિસરમાં વૈદ્યકનું જ્ઞાન એટલું ખંધુ' સારું હતું કે તે ત્યાંથી ગ્રીક પ્રજાઓના હાથમાં જઈને યુનાની વૈદ્યકને પુષ્ટિ આપવામાં સાધનમૂલ્ય થયું હતું.

ગ્રીસ

ગ્રીસ અને મિસર દેશની ભૌગોલિક રચના ઉપરથી તેમનો પરસ્પર સંબંધ સારો હોવો જોઈએ એમ અનુમાન થાય છે. આવો સંબંધ હોય કે ન હોય તો પણ ગ્રીસ સંસ્કૃતિમાં ઉચ્ચ લક્ષણો વિષે શંકા છે જ નહિ. તે પ્રજાના ધાર્મિક અભિપ્રાયો, સૃષ્ટિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનના કેટલાએક પ્રશ્નોનો ઉત્તર મેળવવાને કરેલા પ્રયત્નો અને તેમાં કેટલાએક અંશે મળેલો વિજ્ઞાન, અને તે પ્રજાના સાહિત્ય અને પુસ્તકોની રહેલી સંપૂર્ણ નોંધ, એ સર્વેને લીધે તે પ્રજાની શ્રેષ્ઠતા સ્વતઃસિદ્ધ ગણાય છે. મનુષ્યના સૃષ્ટિરચના વિષેના વિચાર જાણવાને માટે તેનો ધર્મ, ધાર્મિક વિચાર, અને દેવોની કલ્પના ઘણી અગત્યની થઈ પડે છે એ પ્રમાણે મિસર અને ખાલ્ડીઅની પ્રજાના ઇતિહાસ ઉપરથી જોયું છે. તેની જ રીતે ગ્રીક દેવો અને ગ્રીક પ્રજાની ઈશ્વરભાવના ઉપરથી ગ્રીસ પ્રજાની માનસિક વિચાર-સૃષ્ટિ, અને ગ્રીસ પ્રજાજીવન ઉપર સારો પ્રકાશ પડે છે. જો કે

પાછળથી તેમનામાં ગર્વ, અંહકાર, સ્વઅંદી વર્તન વગેરે દુર્ગુણો ઉત્પન્ન થયા હતા, તો પણ એક બહાદુર, વીર્યશાળી, વિજયી અને ખુલ્લા દીલવાળી પ્રજાને લાયક શ્રદ્ધા અને આનંદ અને ઉચ્ચ કોટિની પ્રીતિભાવના, તેમજ સૌન્દર્યભાવના, તેમના જીવનમાં વિકસતાં જોવામાં આવતાં. અનુકૂલ હવામાનને લીધે તેમનું જીવન સરળ અને સહેલું હતું; દેશમાં સૌન્દર્ય સર્વત્ર જ્વલંત પ્રકાશતું હતું; અને સાનુકૂલ સમુદ્રતટને લીધે પૃથ્વીના સર્વ ભાગમાંથી વ્યાપાર અને જ્ઞાનનો વિનિમય તેમને સુલભ હતો; વળી ગુલામોની અસંખ્ય સંખ્યાને લીધે તત્ત્વચિંતન, સાહિત્ય અને કલાના ઊંચામાં ઊંચા સ્વરૂપના આવિર્ભાવ માટે આવશ્યક આરામ અને કૂરસદ તેમને મળતાં. આવી પરિસ્થિતિમાં ગ્રીક પ્રજાનો વિજ્ઞાનસંચય ઊંચા પ્રકારનો હોય એમાં નવાઈ નહિ.

ગ્રીક અણુવાદ

ઈસ્વી પૂર્વે ચોથા સદકામાં નૌકાશાસ્ત્ર અને પૃથ્વીપર્યટનનું અનુભવથી એરેસ્ટાર્કસે (૨૮૦ થી ૨૫૦ ઈ. પૂ.) પૃથ્વી ગોળ છે, પોતાની ધરી પર ફરે છે, સૂર્ય પૃથ્વી કરતાં મોટો છે અને સૂર્યમંડળના કેન્દ્રરૂપ છે એમ પ્રતિપાદન કર્યું હતું. પરંતુ એરિસ્ટોટલ વગેરે વિદ્વાનોની પ્રતિકૂળ ટીકાથી આ કલ્પના સ્વીકારાઈ નહોતી. અને ઈ. પૂ. ૧૩૦ માં હીપ્પાર્કસે પૃથ્વીની પાછળ સૂર્ય ફરે છે એ સિદ્ધાન્ત ફરીથી પ્રતિપાદિત કર્યો હતો. ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાઓ હિન્દુશાસ્ત્રોની પંચ મહાભૂતની કલ્પનાને મળતી આવતી, પૃથ્વી, જલ, વાયુ અને અગ્નિ એ ચાર જ તત્ત્વોની કલ્પનાથી દ્રવ્યનું બંધારણ સમજાવવાના પ્રયત્ન કરતા; એક આકર્ષક અને બીજી અપાકર્ષક એવી બે દૈવી શક્તિઓના બળથી આ ચાર તત્ત્વોમાંથી વિવિધ પ્રકારનાં વસ્તુઓ અને પદાર્થો બને છે એમ ધારતા. ભૌતિક પદાર્થો અને દૈવી શક્તિ એ બેની કલ્પના હિન્દુશાસ્ત્રોની પ્રકૃતિ અને પુનુષ, અર્વાચીન વિજ્ઞાનની દ્રવ્ય અને શક્તિની કલ્પનાને મળતી આવે છે. ગ્રીક અણુવાદની

સાથે હિન્દુ અનુવાદની સાદૃશ્યતા સ્પષ્ટ દેખાય છે. વસ્તુઓના રુપ અને ગુણ એ વસ્તુના વસ્તુતત્વનું પરિણામ ગણાતું; ખાંડની મીઠાશ એ ખાંડનો જ ગુણ છે, પાંદડાનો રંગ એ તેનો ગુણ છે; ઘટનું ઘટત્વ એ તેનો ગુણ છે. પરંતુ અણુવાદી ડેમોક્રીટસે આ ગુણનાં કારણ તપાસવાની ઈચ્છાથી જિંડા જીતરીને આ ગુણો અણુઓની રચનાથી ઉત્પન્ન થાય છે એમ પ્રતિપાદન કર્યું. આ અણુઓ શાશ્વત અને અનાદિ છે: તે નાના મોટા હોઈ શકે પરંતુ તે સઘળા એક જ જાતના હોય છે. અણુઓના કદ, બાહ્ય સ્વરૂપ અને એ અંતરસ્થિતિના ભેદને લીધે વસ્તુઓના ગુણના ભેદ ઉત્પન્ન થાય છે.

એરિસ્ટોટલ

એરિસ્ટોટલે (૨૮૪-૨૨૨ ઈ. પૂ.) પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ નહિં મળી શકવાથી આ અણુવાદનો પ્રતિકાર કર્યો. અણુની કલ્પનાની સાથે શૂન્ય અવકાશ (vacuum) ની કલ્પના પણ એરિસ્ટોટલની સમજમાં આવી શકી નહિ અને તેથી ખાલી અવકાશમાં બધા પદાર્થોની પડવાની ગતિ સરખી હોય એ ડેમોક્રીટસના સિદ્ધાન્તને પણ તેણે કબુલ કર્યો નહિ. પદાર્થોનું વજન અને હવામાં પડવાની ગતિનો આધાર તેમની ઘનતા Specific gravity ઉપર છે એ વાતનો સંબંધ પણ તેના સમજવામાં નહિ આવવાથી પદાર્થોની ગતિ તેમના વજન પ્રમાણે વધારે ઓછી થઈ શકે એ માન્યતા તેણે સ્વીકારી હતી. ૧૬૦૦ વર્ષ પછી ગેલીલીઓએ પ્રત્યક્ષ પ્રયોગથી એ સિદ્ધાન્ત ખોટો છે એ બતાવ્યું ત્યાં સુધી આ ખોટી માન્યતા પ્રચલિત રહી હતી. તેવી રીતે એરિસ્ટોટલે પૃથ્વીને સ્થિર રાખીને સૂર્ય ચંદ્રની ગતિનો સિદ્ધાન્ત પ્રતિપાદન કર્યો હતો: અને તેની સત્તાને લીધે ૧૭૦૦ વર્ષ સુધી ખરો સૂર્યસિદ્ધાન્ત સ્વીકારાયો નહોતો. આ પ્રમાણે પ્રાચીન ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાઓના અમુક સત્ય સિદ્ધાન્તોને અસત્ય કરાવીને, અને સત્ય શોધો પ્રગટ થતી અટકાવીને એરિસ્ટોટલે વિજ્ઞાનને કેટલાએક અંશે નુકસાન પહોંચાડ્યું હતું. તે છતાં પણ

તેના પછી લગભગ સત્તરસે વર્ષ સુધી તેનાં પુસ્તકો જ્ઞાનના સંગ્રહ તરીકે અપ્રતિમ ગણાતાં. ખગોળ અને ભૌતિકશાસ્ત્ર સિવાય લગભગ બધા વિષયમાં તેણે પ્રત્યક્ષ પ્રયોગ અને નિરીક્ષણથી તે સમયના જ્ઞાનમાં વધારો કર્યો હતો, શરીરરચનાશાસ્ત્ર, શરીર-વ્યાપારશાસ્ત્ર અને ગર્ભવૃદ્ધિશાસ્ત્ર, દરેકમાં તેણે નવી શોધો-નવું નિરીક્ષણ કર્યું હતું. સોક્રેટીસનો શિષ્ય પ્લેટો અને પ્લેટોનો શિષ્ય એરિસ્ટોટલ એ પરંપરામાં છેલ્લા શિષ્યને માટે આપણું માન વધે છે. કારણ કે તેના મહાન ગુરુઓના કરતાં તેણે વિજ્ઞાનની સમૃદ્ધિ ધણી જ વધારી હતી. તે સિકંદરનો ગુરુ હતો અને સિકંદરે સામ્રાટ થયા પછી તેના અભ્યાસ અને માહિતી માટે અનેક રીતે તેને મદદ આપી હતી, અને દરેક દેશમાંથી તેના પ્રયોગો માટે સામગ્રી અને ખીજી ખાતમી મેળવવા માટે ઉત્તમ સગવડ કરી આપી હતી. અતિમ પ્રશ્નો સંબંધી તર્ક કરવાને બદલે કેવળ જ્ઞાન-પ્રાપ્તિ કરવી એ તેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ હતો, અને આ ઉદ્દેશને લીધે જ તે સોક્રેટીસની માફક અપ્રિય થવા પામ્યો નહોતો.

ખાસ કરીને ભૂમિતિના જ્ઞાન અને ચુકલીડની પદ્ધતિને માટે ગ્રીક પ્રબળ નામ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં અમર રહેશે. દિક્ના કેટલાએક સ્વતઃસિદ્ધ ગુણો અને લક્ષણો ઉપરથી કેટલાએક axioms સ્વતઃસિદ્ધ નિયમોનું પ્રતિપાદન કરીને, સાધારણ ન્યાયશાસ્ત્રની મદદથી જે સ્પષ્ટ અને સરળ રીતે અમુક સિદ્ધાન્તો ચુકલીડે પ્રતિ-પાદન કર્યા છે તેનાં કરતાં સારી ખીજી કોઈ પદ્ધતિ અઘાપિ સુધી કોઈને સૂઝી નથી.

આરકીમેડીસ

આરકીમેડીસે (૨૮૭-૨૧૨ ઈ. પૂ.) પણ અર્વાચીન વિજ્ઞાનને શોભાવે એવા અનેક સિદ્ધાન્તોની શોધ કરી હતી; પદાર્થોની ઘનતા specific gravity ની કલ્પના, અને વસ્તુઓનાં હવામાં અને

પાણીમાં વળનનો સંબંધ, ગુરુત્વમધ્યખિન્દુના સિદ્ધાન્તની કલ્પના વગેરે સિદ્ધાન્તો ઉપરાંત તેનું વ્યાવહારિક પ્રયોગાત્મક જ્ઞાન પ્રસિદ્ધ છે અને તેની શોધકબુદ્ધિ અને વિચક્ષણશક્તિની સાક્ષી પૂરે છે. પૂલી, windlass, catapult, સ્ક્રૂપંપ, પાણીના અને હવાના દબાણથી ચાલતાં અનેક યંત્રો, અને રોમન વહાણોને ઊંચકીને ફેંકી દેવાને માટે જખરદસ્ત ઊંટડા (crane), સૂર્યના પ્રકાશથી વહાણોને ખાળવાને માટે પ્રચંડ આયનાના સમૂહ, આકાશમાં સ્થાયી ખિન્દુ મળી આવે તો પૃથ્વીને પણ ઊંચકવાને માટે “લીવર” (lever) બનાવવાની ઉત્કંઠા, એ સર્વે એની શોધકબુદ્ધિના કીર્તિસ્તંભરૂપે અમર રહેશે; પરંતુ એ બધાં યાંત્રિક રમકડાંઓ અને યંત્રરચના એક નિઃસ્વાર્થી વિજ્ઞાનના ભક્ત તરીકે યોગ્યતાં નહોતાં પરંતુ તેના યાત્રક રાજા હીરોને સંતોષવાની અને રીઝવવાની ઉત્કંઠાનાં પરિણામ હતાં.

રોમન પ્રજા

ગ્રીક પછી રોમન પ્રજાએનું વૈજ્ઞાનિક જ્ઞાન ઘણું જ ઘટી ગયું હતું. રોમનપ્રજામાં રાજ્ય કરવાની દૂરદર્શી શક્તિ, કાયદા અને નિયમો ઘડવાની અપ્રતિમ બુદ્ધિ હોવા છતાં, વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણ અને વૈજ્ઞાનિક વિચારને માટે આવશ્યક તીવ્ર વિવેચકશક્તિનો તેમનામાં, અભાવ હતો; અને તેથી ગ્રીક રાજ્યસત્તાના પરાજય પછી ગ્રીક તત્વવેત્તાઓ રોમ શહેરમાં વસવા આવ્યા પહેલાં રોમન પ્રજામાં વૈજ્ઞાનિક જ્ઞાન ઘણું જ થોડું પ્રાપ્ત થયેલું હતું. તેમની કલા વૈદ્યક અને તેમનું વિજ્ઞાન ગ્રીક પ્રજા તરફથી પ્રાપ્ત થયેલું હતું, તે છતાં તેમનામાં પ્રાકૃતિક સૃષ્ટિ તરફ સાધારણ કુતૂહલ દષ્ટિ નેવામાં આવતી. પ્લીની (૨૭-૭૦ ઈસ્વી.) નામના રોમન વિકાને “સૃષ્ટિજ્ઞાન” વિષે ૩૭ પુસ્તકોમાં તે સમયના વિજ્ઞાનની સર્વે શાખાઓના જ્ઞાનનો સંગ્રહ કર્યો હતો તે આ કુતૂહલદષ્ટિનું પરિણામ હતું. આ કુતૂહલદષ્ટિને લીધે જ પ્લીનીનું મરણ થયું હતું. પોમ્પી

અને હુરકયુંલેનીયમ નામનાં શહેરો વિસુવીઅસના જ્વાળામુખી પર્વતના લાવામાં દબાઈ ગયાં હતાં તે વખતે રહીની રોમન નૌકા-સૈન્યનો ઉપરી હતો: અને લાવા અને જ્વાળામુખીની ઉચ્ચપાથલ જ્વેલાની તીવ્ર ઇચ્છથી તે જમીન ઉપર કિતરીને પર્વતમુખ પાસે ગયો, પણ ત્યાં અચાનક જોસથી રાખ અને લાવા પડવાથી તેમાં દબાઈને મરણ પામ્યો.

ગ્રીસ અને હિન્દનો સંબંધ

ગ્રીસ સંસ્કૃતિ એલેકઝાન્ડ્રીઆમાં ફરીથી સજીવન થઇ હતી, પરંતુ તે થોડા કાળને માટે જ. ઈ. સ. પૂર્વે ૩૨૦ માં સિકંદરે આ શહેરની સ્થાપના કર્યાંથી ગ્રીક સંસ્કૃતિ અને ગ્રીકસાહિત્યનો પ્રચાર ભૂમધ્યસમુદ્રની સમીપના પ્રદેશમાં થવા માંડ્યો હતો; અને થોડા સમય પછી વ્યાપાર અને વ્યવહારને લીધે ખીજી પૌર્વાત્ય પ્રજાઓમાં પણ તેની અસર થઈ હતી. તે છતાં ગ્રીકપ્રજનાં શિષ્ટકાળનો આખો ઇતિહાસ ભાગ્યે ૧૦૦૦ વર્ષ જેટલા સમય સુધી પહોંચતો હશે; યુરોપની ખીજી પ્રાચીન પ્રજાઓની સંસ્કૃતિના ઇતિહાસનો સમય એટલો પણ વિશાળ નહોતો. પરંતુ હિન્દમાં પ્રાચીન વિજ્ઞાનની સમૃદ્ધિ વધારે વિશાળ કાળ ઉપર પથરાયેલી છે. યુરોપની પ્રાચીન પ્રજાઓ કરતાં એશીઆની પ્રાચીન પ્રજાઓના વિજ્ઞાનભંડારની સમૃદ્ધિ વિષે શંકા નથી: છટ્ટા પ્રકરણમાં આ વિચાર વધુ સ્પષ્ટ કરવામાં આવ્યો છે. તેથી અહિં વધારે વિવરણની જરૂર નથી. અત્રે ફક્ત પ્રાચીન ગ્રીક અને હિન્દી પ્રજાઓના જ્ઞાનવિનિમય સંબંધી નીચેનું અવતરણ જ બસ થશે:—Greece has played a part, but by no means a predominant part, in the Civilisation of Ancient India. The evolution of Philosophy, Religion and Mythology has gone along parallel but independent paths. India owes to Greece an

improvement in coinage and Astronomy, but it had begun both; and in Lyric and Epic poetry, in Grammar, art of writing, the Drama, and Mathematics, it had no need to wait for the intervention of the initiative of Hellenism. "*Hellenism in India*" by Gajendranath Banerji." પ્રાચીનહિન્દની સંસ્કૃતિમાં ગ્રીસે કાળે આપ્યો છે પરંતુ તે ઘણા જ થોડો. તત્ત્વજ્ઞાન, ધર્મવિદ્યા અને પુરાણ એ સર્વેનો વિકાસ લગભગ સરખી રીતે પણ સ્વતંત્ર રીતે થયો હતો. ગ્રીક પ્રજા તરફથી ખગોળ-વિદ્યા અને સિક્કા ખનાવવાના હુન્નર વિષે હિન્દને શીખવાનું ઘણું મળ્યું હતું; પરંતુ તે વિષે હિન્દે પહેલાંથી આરંભ તો કર્યો હતો. અને સંગીત, કાવ્યો અને મહાકાવ્યો, વ્યાકરણ, લેખનકલા, નાટ્યકલા, અને ગણિતવિદ્યામાં તો હિન્દને ગ્રીસ તરફથી મદદ કે સૂચનાની જરૂર થે જરૂર ન હતી.



વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

પ્રાચીન હિન્દના ઋષિઓ અને બીજા વિદ્વાનો જ્ઞાનનો મહોટો વારસો મૂકતા ગયા છે. તેમની માનસિક અને ધાર્મિક પ્રવૃત્તિઓ જ્ઞાનના વિવિધ ક્ષેત્રોને રસાળ કર્યાં છે. સાહિત્ય, કવિતા, તત્ત્વજ્ઞાન, ધર્મવિદ્યા એ સર્વે ક્ષેત્રોમાં તેમની માનસિક સમૃદ્ધિની કીર્તિ અમર છે. વિજ્ઞાનમાં પણ તે સમયમાં તેમણે જાંચા પ્રકારની સમૃદ્ધિ સંપાદન કરેલી હતી. તેમની વિજ્ઞાનસૃષ્ટિ કેવા પ્રકારની હતી અને વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓમાં પ્રાચીન હિન્દીઓનાં શાં પરાક્રમો હતાં, તેમણે કેવી ઉન્નતિ સાધી હતી, તે જાણ્યા સિવાય વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન પરિપૂર્ણ ગણાય નહિ.

વિષયની વિલક્ષણતા

આ વિષયની વિલક્ષણતા વિષે એ બોલ કહેવા જરૂરના છે. વિષય વિવાદગ્રસ્ત છે અને ઘણે સ્થળે મતભેદને સ્થાન રહે છે. પ્રાચીન હિન્દુઓનું સ્થાન જેટલું જાંચે મુકાય તેટલું મૂકવું એ દુરાગ્રહથી દૂર રહેવું જેમ મુશ્કેલ છે; તેવી જ રીતે એક સ્વતંત્ર ઇતિહાસકાર અને નિષ્પક્ષપાતી ટીકાકારના દષ્ટિબિન્દુમાંથી ચલિત ન થવું એ પણ મુશ્કેલ છે. હિન્દના ઇતિહાસમાં એક સમય એવો હતો કે હિન્દી ગ્રન્થને જેમ અને તેમ હલકી પાડવામાં અને તેની સંસ્કૃતિની નિન્દા કરવામાં જ યુરોપીય વિદ્વાનો પોતાના કર્તવ્યનું સાક્ષ્ય સમજતા. એ સમય બદલાયો છે. હિન્દની પ્રાચીન સંસ્કૃતિનું જાંચું સ્થાન હવે સ્વીકારાયું છે—પ્રતિવર્ષે વધારે અંશમાં સ્વીકારાતું જાય છે. આવી સ્થિતિમાં અસત્ય કે અત્યુક્તિની આવશ્યકતા છે જ નહિ. પોતાના પૂર્વજોની અપૂર્ણતા અને ખાસ કરીને પ્રાચીન સમયની ભિન્ન પરિસ્થિતિમાં તેમના જ્ઞાનની અપૂર્ણતા

કે વિલક્ષણતા, સ્વીકારવાને કોઈ પણ અર્વાચીન પ્રજ્ઞએ ખચકાવું જોઈએ નહિ. આવી સત્યપ્રેમી માનસિક વૃત્તિ વિના આ વિષયનો વાસ્તવિક અભ્યાસ સંભવતો જ નથી.

પ્રાચીન સાહિત્યમાં સાતત્યનો અભાવ

પ્રાચીન સમયના હિન્દુઓના જ્ઞાનની તે સમયની ખીણ પ્રજ્ઞઓના જ્ઞાનની સાથે તુલના કરવાને બદલે અર્વાચીન જ્ઞાનની સાથે તુલના કરવામાં ઘણી અયોગ્યતા છે એ સ્પષ્ટ છે. પ્રાચીન હિન્દુઓના વિમાનોને અર્વાચીન યૂરોપીય કે અમેરિકન વિમાનોની સાથે સરખાવવા કરતાં, પ્રાચીન સમયની પ્રજ્ઞઓની જ વિમાન તૈયાર કરવાની શક્તિ સાથે સરખાવવામાં વધારે યોગ્યતા રહેલી છે. પ્રાચીન અને અર્વાચીન પરિસ્થિતિ અને પદ્ધતિમાં અનેક પ્રકારની ભિન્નતા છે; અર્વાચીન વિજ્ઞાન ભાગ્યે જ ત્રણસે વર્ષ જૂનું ગણાય, પરંતુ યંત્રકળા અને છાપવાની કળાની શોધને લીધે આ ત્રણસે વર્ષનો ઇતિહાસ લગભગ સંપૂર્ણ રીતે કાંઈપણ ત્રુટિઓ સિવાય મોજુદ છે. પ્રાચીન હિન્દના વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ લગભગ ૫૦૦૦ થી પણ વધારે વર્ષ જેટલા કાળ ઉપર પથરાયેલો છે; તે સમયમાં મોટે ગોખવાની મહેનત ખચાવવાને માટે ટૂંકાં સૂત્રો ખનાવવાની પદ્ધતિ પ્રચલિત હતી. તેમાં પણ લેખનકળા અને મુદ્રણકળાના અભાવને લીધે આ જ્ઞાનનું સાતત્ય જોઈએ તેવી રીતે સાચવી શકાયું નથી. આવાં ટૂંકાં સૂત્રો ઉપરથી અર્વાચીન વિજ્ઞાનના વિગતવાર વર્ણનોની સરખામણી થાય એવી વિગતો ઉપજાવી કાઢવી એ કેવળ તકનું જ કામ ગણાય અને તેને ભાગ્યે જ વિજ્ઞાનનું નામ આપી શકાય.

હિંદુ સંસ્કૃતિનો આધ્યાત્મિક ઝોક

વળી આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે પ્રાચીન હિન્દુઓના સૃષ્ટિજ્ઞાનના આધારરુપ આધ્યાત્મિક જ્ઞાનને અર્વાચીન વિજ્ઞાનમાં સ્થાન છે જ નહિ. અર્વાચીન વિજ્ઞાનની બધી રચના અને વિચારસંકલના:

ધર્મિની કર્તૃત્વભાવના દૂર રાખીને ગોઠવવામાં આવે છે; સૃષ્ટિની ઘટનાના કારણની શોધમાં આ કર્તૃત્વશક્તિનું સ્થાન રહેતું નથી. એ વિચાર પ્રકરણ ત્રીજામાં સ્પષ્ટ કરવામાં આવ્યો છે. તેથી ઉલટું પ્રાચીન હિન્દમાં ધાર્મિક વિચારોનું પ્રાપ્ત્ય એટલું બધું હતું કે લગભગ દરેક ગ્રન્થની શરૂઆતમાં—પછી તે ગ્રંથ ગણિતવિદ્યાનો કે ઔષધવિદ્યા કે રસાયનવિદ્યાનો હોય—મંગળાચરણમાં ધર્મિનું કે કોઈ પણ અધિષ્ઠાતા દેવ કે દેવીનું આહ્વાહન તો હોય જ. તે છતાં પણ મધ્યકાલીન યૂરોપની પેઠે પ્રાચીન હિન્દમાં રાજ્ય કે સમાજ તરફથી અમુક જ મત ખરો છે એવું બુલમથી દબાણ કરવામાં આવતું નહિ; તેથી હિન્દી ધાર્મિક વિચાર અને તત્ત્વજ્ઞાનમાં અપ્રતિમ સ્વતંત્રતા અને વિવિધતા બનેવામાં આવે છે. વૈજ્ઞાનિક અન્વેષકો પણ આવી રીતે સ્વતંત્ર હતા; અને દરેક વિષયમાં પ્રવીણ શોધકો, વિદ્વાનો, તદ્દવિદો, તજજ્ઞો વગેરે પોતપોતાનું કામ કરી શકતા. પરંતુ આખા સમાજનું અધારણ આધ્યાત્મિક હોવાને લીધે અને બધા વિચારકોનું અંતિમ ધ્યેય આધ્યાત્મિક હોવાને લીધે, પ્રાચીન હિન્દના વૈજ્ઞાનિકો પણ આવા વિચારની પ્રબળ અસર નીચે રહેતા; અને અમુક દર્શન, ધર્મ, કે અમુક સંપ્રદાયને અનુકૂલ થાય તેવા જ વિચારો અને પ્રમાણો તરફ તેમનું વલણ રહેતું. તેટલા અંશે વિજ્ઞાનની દરેક શાખાના આધારભૂત નિયમોના શોધનમાં ખામી રહેતી; તેથી અર્વાચીન વિજ્ઞાનની નિયમશોધનની પદ્ધતિ પ્રાચીન હિન્દમાં બહુ પ્રચલિત નહોતી. ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમો કે રાસાયનિક સંયોજનના નિયમો હિન્દમાં નહિ શોધી કઢાવાનું એક કારણ આ ધાર્મિક ભાવનાની ધુંસરી હશે. બીજું કાંઈપણ કારણ હોય કે ન હોય તો પણ એટલું તો સ્પષ્ટ છે કે પ્રાચીન હિન્દના વિજ્ઞાન અને અર્વાચીન વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ અને દષ્ટિબિંદુમાં ઘણી ભિન્નતા છે.

અત્યુક્તિ

પ્રાચીન હિન્દી પ્રજામાં વિજ્ઞાનનો પ્રચાર સારો હતો અને બીજી

પ્રાચીન પ્રજ્ઞઓ કરતાં તેમની સૃષ્ટિ-જ્ઞાનની સમૃદ્ધિ ઊંચા પ્રકારની હતી, એટલું સ્વીકાર્યા પછી, વેદમાં બધું અર્વાચીન વિજ્ઞાન છે, વેદમાં જંતુવિદ્યા (Bacteriology) હાલના જેવા જ સ્વરુપમાં વર્ણવેલી છે, વેદમાં હાલના જેવાં વિમાનો બનાવવાનાં સૂકતો છે, પ્રાચીનકાળમાં રસાયનવિદ્યા કે ઔષધવિદ્યાનું જ્ઞાન સંપૂર્ણ હતું, વગેરે અત્યુક્તિઓથી દૂર રહેવું એ ઈષ્ટ છે. આવી અત્યુક્તિઓના ટેકામાં જે ખોટું પાંડિત્ય ખર્ચવામાં આવે છે તેનો એક નમૂનો અત્રે આપવો યોગ્ય ધારું છું. વેદમાં ઓક્સિજન અને હાયડ્રોજનથી પાણી બની શકે છે એવું લખેલું છે એ સિદ્ધ કરવાને માટે એક લેખકે નીચેની ઋચાનો ઉલ્લેખ કરતાં તેનો ખાસ અર્થ કર્યો હતો:

મિત્રં હુવે પૂતદક્ષં વરુણં ચ રિશાદસં ।

ધિર્યં ઘૃતાર્ચીં સાધન્તા ॥ ઋગ્વેદ ૧. ૨. ૭.

ખાસ અર્થ—એ વસ્તુઓમાંથી પાણી બનાવવાની ઈચ્છા રાખનારે શુદ્ધ અને ખૂબ તપાવેલું હાયડ્રોજન (પૂતદક્ષં મિત્રં) અને ખાઈ જવાની શક્તિવાળું ઓક્સિજન (રિશાદસં વરુણં) લેવું.

સાધારણ અર્થ—પવિત્ર અને દક્ષ (ચતુર) મિત્રદેવને, અને શત્રુઓને ખાઈ જનાર વરુણદેવને ઘી ઝરતી (ઉજ્જવળ) બુદ્ધિ સાધનારા (એ બેને) નિમંત્રું છું.

ઉપરની ઋચાનો સાધારણ અર્થ ક્યાં અને તેમાંથી ખાસ કરીને હાયડ્રોજન (મિત્ર) અને ઓક્સિજન (વરુણ) ની ઉત્પત્તિ ક્યાં? અને તેની સાથે પાણી બનાવવાની ક્રિયાનો સંબંધ ક્યાં? અને ધારો કે કાંઈપણ સંબંધ હોય તો પણ પાણી બનાવવાની ક્રિયાની વિગતોના વર્ણન સિવાય અર્વાચીન શોધની સરખામણી કરવી એ કેટલી અનુચિત છે? પરંતુ ઘૃષ્ટતાની સીમા ભાગ્યે જ હોય છે! આનાથી આગળ વધીને મિત્રાવરુણૌ એ સમાસમાં હાયડ્રોજન (મિત્ર) ના બે અણુઓ અને ઓક્સિજનના એક અણુનું

સૂચન છે એમ કહીને કેટલાક પંડિતો સિદ્ધ કરવા મથે છે કે પાણીના રાસાયનિક બંધારણનું ચોક્કસ જ્ઞાન વેદમાં છે!

પ્રાચીન હિન્દના ઇતિહાસનું વાસ્તવિક અભિમાન દરેક હિન્દીએ રાખવું જોઈએ. પરંતુ ખોટા અભિમાનના આડંબર નીચે અસત્યનો અથવા અત્યુક્તિનો આશ્રય લેવાની લાજવ્યથી સાવધ રહેવું જોઈએ; કારણ કે તેમ કરવાથી નથી વધતી પ્રાચીન હિન્દુઓની પ્રતિષ્ઠા અને નથી વધતું અર્વાચીન હિન્દુઓનું વાસ્તવિક ગૌરવ. જે પ્રાચીન જ્ઞાનનો વારસો આપણને મળ્યો છે તે ટકાવી રાખવાનો અને તેમાં વૃદ્ધિ કરવાની આપણી લાયકાતનો આધાર આપણી મહેનત, ખર્ચ, અભ્યાસ અને પરાક્રમ ઉપર જ રહેશે. સદ્ગત ડૉ. પ્રફુલ્લચંદ્ર શેય કે પ્રો. ગજજીવ પ્રાચીન હિન્દુ રસાયનનો વિચાર માત્ર જ કરીને ખેસી રહ્યા હોત તો દેશને શો લાભ થયો હોત? સ્વર્ગસ્થ રામાનુજમ, સર જગદીશ ચંદ્ર બોસ, સર ચંદ્રશેખર રમણ, સર શાન્તિસ્વરુપ ભટનાગર, મેઘનાદ સાહા, બીરબલ સાહાની અને હોમી ભાલા અને ડૉ. રામન જેવા સમર્થ વિદ્વાનો અર્વાચીન સમયમાં પૃથ્વીના અગ્રગણ્ય વૈજ્ઞાનિકોમાં (F. R. S. શેયલ સોસાયટીના ફેલો તરીકે) હિન્દનું નામ શોભાવે છે. જે દેશના ઇતિહાસમાં આવા ઉજ્જવળ પુત્રોનાં નામ ઝળકે છે અને જે પ્રજના પૂર્વજોએ પણ પોતાના સમકાલીન વિદ્વાનોમાં પોતાનું અપ્રતિમ સ્થાન સ્થાપી તેને બાળવી રાખ્યું હતું તે દેશના પ્રાચીન કે અર્વાચીન ગૌરવની રક્ષાને માટે સત્ય સિવાય બીજા કશાની જરૂર નથી.

અંકગણિત

ગણિતવિદ્યા અને તેની શાખાઓમાં પ્રાચીન હિન્દુઓમાં મેળવેલી પ્રવીણતા વિષે કંઈ શંકા નથી. ગણિતવિદ્યાના ઇતિહાસકાર કુન્નેરીનો નીચેનો અભિપ્રાય પ્રમાણરૂપ ગણી શકાય:

“આપણા સમયના વિજ્ઞાનમાં હિન્દુ ગણિતવિદ્યા કેટલા અંશે પ્રવેશ કરે છે તે નોંધવા યોગ્ય છે. અર્વાચીન સમયના અંકગણિત

અને અંકગણિતનું રુપ અને ભાવ ખંને વાસ્તવિક રીતે ગ્રીક નહિ પણ હિન્દુ શિષ્ટતાની પ્રસાદી છે. ગણિતના સાંકેતિકમાં સર્વથી ઉત્તમ હિન્દુ અંકપદ્ધતિનો, આપણા જેટલી જ સંપૂર્ણતાએ પહોંચેલી હિન્દી અંકગણિતની ક્રિયાઓનો, અને તેમની સુંદર અક્ષરગણિતની રીતોનો વિચાર કરો—અને પછી નિર્ણય કરો કે ગંગાતટનિવાસી બ્રાહ્મણો જેટલી પ્રશંસાને પાત્ર છે. આપણા દુર્ભાગ્યે અનિશ્ચિત પરિમાણોના પૃથક્કરણનાં વિષયમાં હિન્દુઓની જેટલીએક ઉત્તમ શોધો યુરોપમાં ઘણી જ મોડી પહોંચી અને જો એ કે ત્રણ શતકો પહેલાં તે પહોંચી હોત તો તે વધારે ઉપયોગી થઈ પડત.”

ન્યોતિવિદ્યા અને ખગોલવિદ્યામાં વપરાતી ગણતરીના અભ્યાસને લીધે પ્રાચીન હિન્દુઓ ગણતરીમાં એકા હતા. સંખ્યાના ગુણાકાર, ભાગાકાર, અને મૂલશોધનમાં તેમણે પ્રવીણતા મેળવી હતી; વર્ગમૂલ અથવા ધનમૂલ કાઢવું એ તો રમત વાત હતી. હજુપણ દેશી આંક અને દેશી લેખાંતી પદ્ધતિની સરળતા અને ઉપયોગિતા વિષે શંકા નથી; દૈનિક વ્યવહારમાં પણ દેશી “રામ” “પા” “સવાયા” “અઢીઆ” “ઉઠાં” વગેરે આંકની પદ્ધતિથી અને લેખાંતી કુચ્છીથી ઘણા મ્હોટા હિસાબ ટૂંકામાં અને જલદીથી પતાવી શકાય છે. અંકગણિતના મુખ્ય પાયા ૩૫ (૧) સંખ્યાવાચક અંકો—આંકડાંની અને (૨) દશાંશની પદ્ધતિ એ ખંનેની શોધનું માન પ્રાચીન હિન્દુઓને ધટે છે. યુરોપીય ઇતિહાસકારો આ જ્ઞાનના આધ સંપાદકો તરીકે આરબો અને ગ્રીકોને પૂજે છે; પરંતુ પ્રાચીન આરબો અને ગ્રીકો હિન્દુઓ પાસેથી ઘણું શીખ્યા હતા; ઉત્તર યુરોપના જેટલાએક પ્રદેશો સાથે હિન્દને સીધા સંબંધ નહિ હોવાને લીધે પ્રાચીન હિન્દી સંસ્કૃતિનો પ્રચાર યુરોપમાં તે સમયના આરબો, ગ્રીક અને મિસર દેશના વેપારીઓની મારફત જ થયેલો હોવાથી તેવી ખાનિત થાય એ સ્વાભાવિક છે.

અશોકના સમયના કીર્તિસ્તંભોમાં સંખ્યાવાચક અંકોની

ઉપયોગ થયેલો જોવામાં આવે છે, એટલે ઈસ્વીસન પૂર્વે ત્રણસો વર્ષ પહેલાં આ અંકો હિન્દમાં પ્રચલિત હતા. આ અંકો હાલમાં અંગ્રેજીમાં 'અરેબીક અંકો' તરીકે ઓળખાય છે, કારણ કે તેમની શોધ હિન્દમાંથી આરબ વિદ્વાનોની મારફત જ યુરોપીય પ્રગતે મળી હતી. રોમન સંખ્યાંક કરતાં આરબ ગણાતા સંખ્યાંક વધારે સરળ અને સુગમ છે, તેથી યુરોપના ઇતિહાસકો તેના ખૂબ વખાણ કરે છે; કારણ ચાલુ સાલ રોમન અંકોમાં લખી હોયતો MCMXLVII લખવું પડે અને આરબ ગણાતા હિન્દુ અંકોમાં લખવું હોય તો 1947 એમ ટૂંકાણુમાં લખી શકાય. આર્ચલટ (ઇ. સ. ૪૭૬), બ્રહ્મગુપ્ત (ઈ. સ. ૫૮૮-૬૬૦) અને ભાસ્કરાચાર્ય (૧૧૧૪) વગેરે વિદ્વાનોએ દશાંશ રીત વણવેલી છે. છઠ્ઠા સૈકામાં રચાયેલા 'વ્યાસભાષ્ય' માં રાસાયનિક રૂપાંતરને એકડા ઉપર મીંડાં મૂકવાથી થતા રૂપાંતર અને સંખ્યાંતરની સાથે સરખાવવામાં આવ્યું છે. તેથી ડૉ. પ્રજ્ઞેન્દનાથ સીલ અનુમાન કરે છે કે આરબો, અથવા ગ્રીક-સીરીયન પ્રજ્ઞઓના કરતાં ઘણા જ પ્રાચીન સમયમાં હિન્દુઓમાં આ દશાંશપદ્ધતિ પ્રચલિત હતી.

આરબોએ અંકપદ્ધતિ અને ગણનારીતિ વિષે હિન્દુઓ પાસેથી જ્ઞાન મેળવ્યું હતું એ નિઃશંક છે; ખલીફ વાલીદ (ઇ. સ. ૭૦૫-૭૧૫) ના સમય સુધી આરબોને સંખ્યાવાચક અંકોનું જ્ઞાન નહોતું, અને તેઓ અંકોને પદ્ધતિ મૂળાક્ષર વાપરતા. સિંધમાંથી કેટલાએક હિન્દુ વિદ્વાનો ખલીફ મનસુરના દરબારમાં ગયા હતા (ઈ. સ. ૭૭૩) અને હિન્દુ જ્યોતિષ અને ગણિતનું જ્ઞાન આરબોને આપ્યું હતું. ખલિફ મામુન (ઈ. સ. ૮૧૩-૮૩૩) ના સમયમાં પુસ્તકશાળાના ઉપરી મહમદ ખીન મુસાએ ખતાવેલા પુસ્તકનો આધાર લઇને કેાલબ્રુકે અભિપ્રાય આપ્યો છે કે હિન્દુ ગણિતનો આરબોમાં પ્રચાર થયો હતો. હિન્દુ અંકને અરબી ભાષામાં "હિન્દુસા" કહે છે. અને અંકગણિતને "ઇસ્મે

હિન્દુસા” કહે છે. આ ઉપરથી પણ અરબી અંકગણિત સાથે હિન્દુ વિદ્વાનો સંબંધ સ્પષ્ટ સમગ્ર થયે છે. આ જાણ સ્વીકારતાં અલ્બેરની (ઇ. સ. ૧૦૩૩) નામના પ્રસિદ્ધ આરબ વિદ્વાને લખ્યું હતું:—“અમે જે સંખ્યાવાચક સંજ્ઞાઓ વાપરીએ છીએ તે હિન્દુઓમાં વપરાતી સંજ્ઞાઓના ઉત્તમ રૂપે ઉપરથી ઉપજતી કાઢેલી છે.” મુસ્લમા પુસ્તકો ઉપરથી સ્પષ્ટ અમે ઇટાલીના વિદ્વાનોને સંખ્યા અને હિન્દુ અક્ષરગણિતનું જ્ઞાન થયું હશે એમ ધારવાને સખળ કારણ છે. ઇટાલીના લીઆનાર્ડો ડી વીન્સી નામના વિદ્વાને અંકગણિત ઉપર ઇ. સ. ૧૨૦૨ માં પુસ્તક લખીને યુરોપમાં અર્વાચીન અંકગણિતની શરૂઆત કરી. આ સર્વ પ્રચારમાં ઇટાલીની પીસાની પાઠશાળા અને સ્પેનમાં કોર્ડોવાની પાઠશાળાઓના મુસલમાન શિક્ષકો સહાયકારક થયા હતા. આ પ્રમાણે યુરોપમાં અંકગણિતનો પ્રચાર આરબો અને મુસલમાનોની મારફત થયો હતો તે સત્ય છે, પરંતુ તેથી હિન્દુઓના અંકગણિતના જ્ઞાનની શ્રેષ્ઠતા અને પ્રાચીનતા નષ્ટ થતી નથી.

અક્ષરગણિત

અક્ષરગણિત પણ એક પ્રાચીન હિન્દુવિદ્યા છે. ગ્રીક દેશનો આદ્ય અક્ષરગણિતવેત્તા ડાયોફેન્ટસ (ઇ. સ. ૩૬૦) હિન્દમાંથી આ વિદ્યા શીખ્યો હશે એમ કેનેરી દર્શાવે છે. હીથના અભિપ્રાય પ્રમાણે અક્ષરગણિતના સાંકેતિક રુપમાં યુરોપીય પ્રગ્નતા કરતાં હિન્દુઓ આગળ હતા. ખરી rational અને irrational સાંકેતિક સંખ્યાને અંકગણિતની રીતે લાગુ પાડવાની વિદ્યાને અક્ષરગણિતનું નામ આપી શકાય તો તેના મૂળ શોધકો હિન્દુઓ જ હતા એમ હેન્કલનો અભિપ્રાય છે.

પ્રાચીન હિન્દુઓનું અક્ષરગણિત સંબંધીનું ત્રુટક જ્ઞાન વ્યવસ્થિત રૂપમાં મૂકનાર અને તે નવી વિદ્યાના મૂળ સ્થાપક તરીકે

નામ કાઢનાર ગણિતશાસ્ત્રી આર્યભટ પાટલીપુત્રમાં ઇ. સ. ૪૭૬ માં જન્મ્યો હતો. તેથી તેનો કાળ ડાયોફેન્ટસ કરતાં લગભગ એ વર્ષ જેટલો મોડો કહી શકાય; પરંતુ તેની પદ્ધતિ તેમજ પરાક્રમની વિચક્ષણતામાં આ ગ્રીક વિદ્વાનને હિન્દુગણિતશાસ્ત્રીનો ગુરુ કહી શકાય નહિં એમ સ્મૃતિથી સિદ્ધ કયું છે. વળી ડી મોર્ગનના મત પ્રમાણે જે અર્થમાં આ હિન્દુવિદ્વાને અક્ષરગણિતનું નામ આપી શકાય તે અર્થમાં ડાયોફેન્ટસના પુસ્તકને તે નામ આપી શકાય નહિં.

ઇ. સ. પાંચથી બારમા સૈકા સુધીમાં હિન્દુ અક્ષરગણિતમાં ઘણો વિકાસ થવા પામ્યો હતો; હિન્દુઓએ સંપાદન કરેલું જ્ઞાન યુરોપમાં સત્તરમા અને અઠારમા સૈકા સુધી પ્રાપ્ત થયું નહોતું અને તે પણ એક જ વસ્તુને બીજાવાર શોધી કઢાઈ હતી એમ કહી શકાય. આ સમયનું હિન્દુ અક્ષરગણિત અંકગણિતની પેઠે યાકુબ અને મુસાના પુસ્તકોની મારફત આરબોમાં, અને તેમની મારફત મધ્યકાલીન યુરોપમાં પ્રસિદ્ધ થયું હતું. ચીન અને જાપાનમાં પણ ત્યાંના ગણિતશાસ્ત્રીઓ હિન્દુ અક્ષરગણિતનો ઉપયોગ જાણતા હતા.

ભૂમિતિ

વૈદિકકાળમાં યજ્ઞની અને યજ્ઞકુંડ વગેરેની રચનાના વ્યાવહારિક જ્ઞાન ઉપરથી ભૂમિતિના સિદ્ધાંતોનું જ્ઞાન પ્રાચીન ઋષિઓને પ્રાપ્ત થયું હતું. અને આ વિષયમાં સર્વથી પ્રથમ ઉલ્લેખ ઐઠ્યાયન અને આપસ્તમ્બનાં “શુલ્વસૂત્રો” માં મળી આવે છે. આ શુલ્વસૂત્રો ઇસ્વીસન પૂર્વે આઠમા સૈકા જેટલાં પ્રાચીન છે; અને તેમાં મિસર દેશના ભૂમિતિકારોની મદદ મળી હોય તેમ લાગતું નથી. તેમ જ આ સમયની હિન્દુ ભૂમિતિમાં ગ્રીક સંસ્કૃતિની અસર થવા પામી ન હતી એમ હીથનો અભિપ્રાય છે; આ જ્ઞાન કેવળ વ્યાવહારિક ન હતું; તે સમયની લગભગ બધી શાધોમાં વ્યાવહારિક જ્ઞાન ઉપરાંત તર્કબુદ્ધિ અને વિચારશક્તિનો ઉપયોગ થયેલો છે.

પ્રાચીન હિન્દી ભૂમિતિકારોની સંખ્યા નહાની ન હતી. લટ, આર્યભટ્ટ (૪૭૬ ઇ. સ.), ભટ્ટ (૪૯૯), વરાહમિહિર (૫૦૫), બ્રહ્મગુપ્ત, શ્રીધર, મહાવીર (૮૦૫), નહાનો આર્યભટ્ટ (૯૭૦) અને ઉત્પલ (૯૭૦) એ બધા આચાર્યોના ગ્રંથો ઉપરથી ભાસ્કરાચાર્યે (ઈ. સ. ૧૧૧૪) એક પુસ્તક લખેલું છે; તેમાં પ્રાચીન અનુવેષકોના જ્ઞાનને વ્યવસ્થિત અને સારરૂપમાં આણેલું છે. પાંચઠાગોરસના નામે એળખાતો એક સાધારણ સિદ્ધાન્ત “કાટખુણવાળા ત્રિકોણની સામેના ભુજનો વર્ગ કાટખુણના બે ભુજના વર્ગના સરવાળાની બરાબર થાય છે”-ભાસ્કરાચાર્યે એ રીતે સિદ્ધ કર્યો છે; તે બેમાંની એક રીત ઈ. સ. ૧૬૧૬-૧૭૦૩ માં વૅલીસે શોધી કાઢી ત્યાં સુધી યુરોપમાં અજ્ઞાત હતી. ગ્રીક ગણિતશાસ્ત્રીઓના જેટલા જ પરિણામો અને સિદ્ધાન્તો લાવવા છતાં એટલું કમૂલ કરવું પડશે કે ઈ. સ. પૂર્વે ૩૦૬-૨૮૩ ના સમયમાં યુક્લીડે જે પદ્ધતિ અને વ્યવસ્થા ભૂમિતિમાં આણી હતી તે વ્યવસ્થા હિન્દુ ભૂમિતિમાં જેવામાં આવતી નથી. આનું કારણ એ હોઈ શકે કે વૈદિક સમય પછી યજ્ઞોનો રિવાજ બંધ થવાથી અને મૂર્તિપૂજન અને મંદિરોની વ્યવસ્થા થવાથી ભૂમિતિ ભુલાઈ ગઈ હતી.

ત્રિકોણમિતિ

ત્રિકોણમિતિના વિષયમાં ફેટલીએક દિશામાં ગ્રીક કરતાં હિન્દુ ગણિતશાસ્ત્રીઓ આગળ વધેલા હતા; અને ખીજી ફેટલીએક દિશામાં અર્વાચીન ત્રિકોણમિતિમાં અગ્રજ્ઞાન સંપાદન કર્યું હતું. “જ્યા” “કોટિજ્યા” અને “ઉત્ક્રમજ્યા” એ સર્વનાં કોણકો બનાવવામાં હિન્દુઓ પ્રથમ હતા. જ્યાને માટે અંગ્રેજીમાં વપરાતો “સાઇન” શબ્દ સંસ્કૃત ઉપરથી આરબોએ કરેલા અપભ્રંશનું રૂપ લાગે છે. ગ્રીક ગણિતશાસ્ત્રીઓ જ્યાના ઉપયોગથી પરિચિત નહોતા; તેઓ પૂર્ણજ્યા-ચાપકર્ણ-chord ની સહાયથી ગણતરી કરતા, હિન્દુ જ્યોતિષીઓનાં કોણકો ઉપરથી એમ પણ સિદ્ધ થાય છે કે

પ્રાચીન હિન્દુઓને (plane) તલત્રિકોણમિતિ ઉપરાંત ગોલીય (Spherical) ત્રિકોણમિતિનું જ્ઞાન હતું.

કલનવિદ્યા

કલનવિદ્યા calculus અને ચલન-કલનવિદ્યા differential calculus તેમ જ તેનો ખગોલશાસ્ત્ર અને ન્યોર્ટિવિદ્યામાં ઉપયોગ કરવામાં ન્યૂટન (૧૬૪૨-૧૭૨૭) કરતાં ભાસ્કરાચાર્ય (૧૧૧૪) ની શોધ લગભગ પાંચસે વર્ષ જેટલી પ્રાચીન હતી. અર્વાચીન ખગોળવિદ્યામાં ગ્રહના પરિમાણ (magnitude) નું ચલન શોધવામાં વપરાતું સૂત્ર અને તે સૂત્ર સિદ્ધ કરવાની પદ્ધતિ ભાસ્કરાચાર્યની રીતને લગભગ મળતી આવે છે. પ્રજ્ઞેન્દ્રનાથ સીલના અભિપ્રાય પ્રમાણે આર્કીમીડીસ નામના ગ્રીક વિદ્વાનના કરતાં ભાસ્કરાચાર્યની રીત અને પરિણામ અર્વાચીન પદ્ધતિને વધારે મળતાં આવે છે અને તેથી તેને ગ્રીક કરતાં વધારે શ્રેષ્ઠતાનું માન થયે છે.

ખગોલવિદ્યા

મનુષ્યજાતિની દરેક પ્રાચીન પ્રજા પોતપોતાના નિરીક્ષણ અને અનુભવ પ્રમાણે ખગોલનું વર્ણન કર્યું છે. પ્રાચીન સમયના ખાલ્ડીયાની, મીસર દેશની, ચીન અને ગ્રીક દેશની પ્રજાઓએ હિન્દુઓની માફક તારા, ગ્રહ અને સૂર્યની ગતિ સંબંધી થોડુંક જાણ વ્યાવહારિક જ્ઞાન સંપાદન કર્યું હતું, પરંતુ કેવળ નિરીક્ષણ ઉપરાંત વ્યવસ્થાપૂર્વક ગોઠવણ અને વિચારપૂર્વક ચિંતનથી બીજી પ્રજાઓ કરતાં હિન્દુઓએ આ વિષયમાં વધારે પ્રવીણતા મેળવી હતી. હીપાર્કસ (ઈ. સ. પૂર્વ ૧૫૦) અને ટોલેમી (ઈ. સ. ૧૩૯) એ બે યુનાની ખગોલવેત્તાઓના કરતાં હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓનું જ્ઞાન આજે પણ નહીં. તે છતાં પ્રાચીન હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓ બેબીલોનીઓના પાસેથી થયું શીખ્યા હશે એમ મનાય છે. ખાસ કરીને રાશિચક્ર

અને સત્તાવીસ નક્ષત્રોની વ્યવસ્થા તેમની તરફથી મેળવી હશે, પરંતુ કોલબ્રુક અને મેકસમુલર એવો મત દર્શાવે છે કે આકાશના નિત્ય દર્શનથી અને ચંદ્રની ગતિના નિરીક્ષણથી આ પ્રમાણે આકાશનું વિભાજન કરવાનું હિન્દુઓને સ્વતઃ સૂઝ્યું હોય.

હિન્દુ રાશિચક્રની સંજ્ઞા યુનાની સંજ્ઞાઓના અર્થ અને સંજ્ઞાદર્શક પ્રાણીના આકારને મળતી આવે છે. આ સંજ્ઞાઓ આર્યભટ્ટ (ઇ. સ. ૪૭૬) ના પુસ્તકોમાં વપરાઈ છે. તેથી હિન્દુ રાશિચક્ર એખીલોનીઅન નહિં પણ યુનાની પ્રજા તરફથી મળ્યું હશે એમ માનવું વધારે યથ છે. આર્યોને તેમના અઠ્ઠાવીસ “મન્ડીલ” વિષે હિન્દુઓ પાસેથી આઠમા સૈકામાં જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું તે વિષે શંકા રહેતી નથી.

પૃથ્વીની ધરી ઉપરની ગતિનું જ્ઞાન આર્યભટ્ટે પાંચમા સૈકામાં મેળવ્યું હતું: અને સૂર્ય ગ્રહણ અને ચંદ્રગ્રહણના ખરા કારણની સમજૂતી તેણે આપી છે. જો કે પાછળથી આ સમજૂતી રાહુ વગેરેની કલ્પનાથી પૌરાણિક કાળમાં ભુલાઈ ગઈ હતી. આ ઉપરાંત હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓ પૃથ્વીની સરખામણીમાં સૂર્ય અને ચંદ્રનાં કદ (size), ગ્રહના પરિક્રમણ કાળની ગણતરી precession of the equinoxes, અયનચલનની અને બીજી અનેક પ્રકારની ગ્રહ અને તારાઓની ગતિની ગણતરીમાં મેળવેલી ચોકસાઈ એ વિષે તેમના સમયની બીજી પ્રજાઓનું જ્ઞાન જોતાં આપણને અભિમાન અને સંતોષ થાય છે,

યુનાની ખગોળવિદ્યા અને તેના ગુણદોષથી પ્રાચીન હિન્દુ ખગોળવેત્તાઓ પરિચિત હતા તે વિષે શંકા રહેતી નથી: કારણ કે વરાહમિહિર (ઇ. સ. ૫૮૭) યુનાની પ્રજામાં આ વિદ્યા સુવ્યવસ્થિત છે એમ સ્પષ્ટ રીતે ઉલ્લેખ કરે છે. પરંતુ આ ખન્ને પ્રજાઓ તેનો કેટલા અંશે વિનિમય કરી શકી હતી તે વિષે શંકા રહે છે; બર્ગેસના અભિપ્રાય પ્રમાણે હિન્દુ અને યુનાની પ્રજા વચ્ચે પરસ્પર બહુ ઓછો વિનિમય થતો હતો, કારણ કે એ એ

અગ્રત્યોની ગણતરીમાં અને પરિણામોમાં કોઈ પણ સ્થળે સંપૂર્ણ સામ્ય મળતું નથી. હિન્દુઓએ યુનાની પ્રગતી પાસેથી જે કોઈ લીધું હશે તેમાં હિન્દુ શિષ્ટતાનાં તન્નો દાખલ થયા વિના રહ્યાં નથી. દાખલા તરીકે chord આપકણુને બદલે ટ્રેક ટેકાણે sides ન્યાનો ઉપયોગ નોવામાં આવે છે, અને ભૂમિતિના રૂપને બદલે અંગગણિતની રીત વાપરવામાં આવી છે.

ચીનમાં પણ હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓની શ્રેષ્ઠતા સ્વીકારાઈ હતી. હિન્દુ વેધશાળાનાં ઉપકરણો ચીનમાં દાખલ કરવામાં આવ્યાં હતાં એવું દેખાડનાર અવતરણો વર્ણવે બતાવ્યાં છે. [મિકામીની માન્યતા પ્રમાણે ઇ. સ. સાતમા સૈકામાં અને ત્યાર પછી ચીનાઈ સરકારની નોકરીમાં હિન્દુ ખગોલવેત્તાઓ હતા; અને કેટલાએક સંસ્કૃત પુસ્તકોનો ચીનાઈ ભાષામાં તરબુમો કરવામાં આવ્યો હતો; ઇત્સીંગ (૬૮૩-૭૨૭) અને બીજા ચીનાઈ વિદ્વાનોએ કરેલા ચીનાઈ પંચાંગના સુધારામાં હિન્દુ ખગોલવિદ્યાની અસર સ્પષ્ટ નોવામાં આવે છે. તેવી જ રીતે આરબોમાં આઠમા સૈકામાં હિન્દુ ખગોલ-વિદ્યાનો પ્રચાર થયો હતો.

તેમના બહોળા વ્યાપારને લીધે હિન્દુઓને નૌકાશાસ્ત્રનો સારો અનુભવ હતો અને તેને અંગે તારા અને નક્ષત્રોની ગતિ વિષે સારું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું. તારા, ગ્રહો અને નક્ષત્રોનાં નિરીક્ષણોને માટે પ્રાચીન સમયમાં કેવી વેધશાળાઓ હતી તેનો ખ્યાલ જ્યપુરના મહારાજા જ્યસિંહે બાંધેલી વેધશાળાઓ ઉપરથી આવે છે. ઉલ્ગન જ્યપુર, અને કાશીની હિન્દુ વેધશાળાનાં યંત્રો અને ઉપયંત્રો હિન્દુ પદ્ધતિની પ્રયોગાત્મક બાબતની સાક્ષી પૂરે છે. તે છતાં આપણે કબૂલ કરવું પડશે કે પ્રાચીન હિન્દુઓના સમય પછી ખગોલવિદ્યામાં, અને અવૈજ્ઞાનિક ગણાતી જ્યોતિર્વિદ્યામાં પણ અર્વાચીન સમયમાં યુરોપના વિદ્વાનોએ આપણું જ્ઞાન વધુ વધાર્યું છે.

ભૌતિકવિદ્યા

પ્લેટોના નામના અર્વાચીન ભૌતિકશાસ્ત્રીનાં નીચેનાં વાક્યો ગ્રીક ભૌતિકવિદ્યાને માટે લખવામાં આવ્યા હતાં: પરંતુ તે વાક્યો ભૌતિકવિદ્યામાં પ્રાચીન હિન્દુઓના જ્ઞાન વિષે વાપરી શકાય. “પ્રાચીન પ્રજ્ઞઓમાં-ભૌતિકવિદ્યાની વાસ્તવિક પદ્ધતિ પ્રચલિત હતી એમ કહી શકાય નહિ. તે છતાં તેમના પુસ્તકોમાં અનેક ઉન્નત વિચારો, કેટલીએક સુભાગ્યે ખરી પડેલી કલ્પનાઓ અને અનેક દિશામાં પ્રકાશનાં કિરણો જોવામાં આવે છે.”

યુનાની ભૌતિકવિદ્યાની પેઠે હિન્દુ ભૌતિકવિદ્યાનાં પરાક્રમેમાં અને પદ્ધતિમાં તે જ પ્રકારનું સામર્થ્ય અને તેવા જ પ્રકારની અપૂર્ણતા જોવામાં આવે છે. તે છતાં હિન્દુ ભૌતિકશાસ્ત્રના સિદ્ધાન્તો તે સમયની બીજી વિદ્યાઓ પરિણામની સાથે સમકક્ષી અને સમન્વિત હોવાને લીધે વધારે વસ્તુતાવાળા હતા: અને વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણની પદ્ધતિ જો કે એકંતરના મતના જેટલી પ્રયોગપૂર્વક આગમન experimental induction ની નહોતી તે છતાં એરિસ્ટોટલના કેવળ તર્કવાદ કરતાં વધારે પ્રયોગાત્મક હતી. તે ઉપરાંત એટલું પણ કહેવું જોઈ એ કે ત્યાં ત્યાં પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને અવલોકનનાં સાધનો અને સગવડ મળતાં ત્યાં ત્યાં ચોક્કસ વધારે અંશમાં હિન્દી વિજ્ઞાનમાં જોવામાં આવે છે.

પ્રાચીન હિન્દુઓના તત્ત્વજ્ઞાનની શ્રેષ્ઠતા સ્વીકારાઈ છે; અને આધ્યાત્મિક જ્ઞાનની સાથે આધિભૌતિક સૃષ્ટિના નિરૂપણમાં પણ તેઓ પછાત ન હતા. “પુરુષ” અને “પ્રકૃતિ” અર્વાચીન ભૌતિકવિદ્યાનાં શક્તિ અને દ્રવ્ય (Energy અને matter) સાથે અમુક અંશે સરખાવી શકાય. અર્વાચીન જડવાદના મૂળ રૂપ અણુવાદ અને પરમાણુવાદ યુનાની પ્રજ્ઞઓના કરતાં વધારે ઉત્તમ રીતે અને સંપૂર્ણ રીતે હિન્દમાં સમજાવવામાં આવ્યો હતો.

ડીકેશનરી એફ શીલોસોરીમાં આ વિષે લખનાર પ્રો. ફ્રેસેમીંગના અભિપ્રાય પ્રમાણે “આ અણુવાદ યુનાનમાં નહિ પણ પૂર્વના દેશોમાં પ્રથમ ઉદ્ભવ્યો હતો.” કહ્યાદનો વૈશેષિકવાદ અણુવાદની અસંખ્ય હિન્દુ કલ્પનાઓમાંની એક જ છે; પરમાણુ એટલે દ્રવ્યના અવિભાજ્ય કણની કલ્પના અને અણુને અવિનાશી અને શાશ્વત ગણવાની પદ્ધતિ, પ્રાચીન સમયથી જ સૃષ્ટિરચનાના મૌલિક સિદ્ધાન્ત તરીકે સ્વીકારાય છે. જૈન મતમાં પણ અણુઓને અતિસૂક્ષ્મ, શાશ્વત, અને અતિમ ગણવામાં આવે છે: ઉમાસ્વાતિ (ઇ. સ. ૫૦) નામના જૈન વિદ્વાને પરમાણુઓની સંકલના. તેમનું પરસ્પર આકર્ષણ અને તેમાંથી અણુઓનું બંધારણ વગેરે વિષે સારી ચર્ચા કરી છે. ડૉ. પ્રજેન્દ્રનાથ સીલના મત પ્રમાણે એક જ પ્રકારના પ્રાથમિક પરમાણુમાંથી જુદા જુદા પ્રકારનાં તત્ત્વોનાં પરમાણુ ઉત્ક્રાન્ત થવાની માન્યતા જૈનોમાં છે જે બળથી પરમાણુઓની સંકલના થઈને અણુઓ બને છે તે જ પ્રકારના બળથી પરમાણુઓમાંથી તેમ જ અણુઓમાંથી રાસાયણિક સંયોજનથી નવાં સમ્બેલનો-પદાર્થો બને છે. સૃષ્ટિમાં આ પરમાણુઓ સ્વતંત્ર અને અસંયોજિત દશામાં રહી શકે નહિ; અને તેથી ખાસ આવશ્યકતા અને નિયાંતને લીધે સૃષ્ટિનું સર્જન, વર્ધન, અને રૂપાંતર થાય છે. આ વિચારથી જડવાદ અને નાસ્તિકવાદને પોપણ મળે છે એ કહેવાની જરૂર નથી.

કહ્યાદના વૈશેષિક સિદ્ધાન્તમાં, તેમજ જૈન અને યૌદ્ધ મતમાં તેમ જ બીજા તત્ત્વવેત્તાઓના મતમાં પણ દ્રવ્યના સાધારણ ગુણો વિષે વર્ણન જોવામાં આવે છે. સ્થિતિસ્થાપકતા-સ્થૈર્ય, સસકિત-સંઘાત (cohesiveness), અભેદતા, સાંદ્રતા (impenetrability), ચિક્કટતા, સિન્ઘતા (viscosity), પ્રવાહિતા-દ્રવતા (fluidity), છિદ્રમયતા-સૌપિર્ય (porosity) વગેરે દ્રવ્યના ગુણોનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું. વનસ્પતિમાં મૂળથી શાખા

સુધી જીવનરસ sap ના ઉદ્દગમનથી, તેમજ છિદ્રમય વાસણોમાંથી પ્રવાહીઓના થતા વ્યાપન (diffusion) અને અભિસર્પણથી કેશીય ગતિની (capillary motion) સમજાતી આવવામાં આવતી હતી.

દ્રવ્ય અને શક્તિનાં સંરક્ષણ--Conservation of matter and energy--ના સિદ્ધાન્તો પ્રાચીન હિન્દુ ભૌતિક વિદ્યામાં સ્વીકારાયેલા હતા. દ્રવ્ય અને શક્તિને અવિનાશી ગણવામાં આવતાં; તેમનામાં વધઘટ થવા છતાં અને વૃદ્ધિ અને નાશ થવા છતાં, પણ છેવટે તેમની એકંદર માત્રા Quantity સ્થિર રહે છે એમ ધારવામાં આવતું.

ગતિવિદ્યાના સૈદ્ધાન્તિક જ્ઞાનમાં પ્રાચીન હિન્દુઓ પ્રતીણ હતા; પૃથ્વી, સૂર્ય, અને ગ્રહોની ગતિના વ્યાવહારિક અનુભવ ઉપરથી તેમનું જ્ઞાન ફલિત થયું હતું. ગતિમાન પદાર્થની ગતિનું કારણ ગુરુત્વાકર્ષણ છે એમ આર્યભટ્ટ, બ્રહ્મગુપ્ત અને ભાસ્કરાચાર્યના વ્યોતિપના ગ્રંથોમાં મળી આવે છે; પરંતુ ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમો તેમનાથી શોધી કઢાયા નહોતા. પ્રશસ્તપાદભાષ્યના કર્મ-ગ્રંથ વિભાગમાં કર્મ (ગતિ) નું પૃથક્કરણ અને નિરુપણ કરવામાં આવ્યું છે. પરંતુ “ કર્મ ” અને “ ગતિ ” ના દાર્શનિક અને ભૌતિક અર્થમાં ગુચવાડો અને સેગભેગ થવાથી અર્વાચીન દૃષ્ટિએ આ વિવેચન આપણને અત્યારે ઉપયોગી નથી. તે છતાં ગતિની વ્યાખ્યા, ગતિના પ્રકાર, ગતિનાં કારણ, ખલ x ના પ્રકાર, અર્વાચીન-momentum-ની કલ્પનાના જેવી

*જ્ઞમણુ (ચક્રસ્વાળી ગોળ ગતિ), સ્પન્દન (vibratory), કર્મ્પન, અમન (curvilinear), પતન (downward motion), સ્પન્દન (current-fluid), અભિસર્પણુ (capillary motion) એ ગતિના પ્રકાર ગણાતા.

x નોદન pressure, અભિમાન impact, સંસ્કાર momentum
-વેગસ્થ, અને સ્થિતિસ્થાપક; ગુરુત્વ gravity, દ્રવત્વ fluidity.

વેગસ્થ સંસ્કાર-ગતિના ખાસ કારણની કલ્પના, એ સર્વે હિન્દુ વિદ્વાનોની બુદ્ધિ અને તકશક્તિને શોભાવે તેવી છે. ગતિવિદ્યાના સૈદ્ધાન્તિક વિભાગ આપણને મળી આવતાં પુસ્તકો હબ્બુ અપૂર્ણ હોય અને બીજાં પુસ્તકો અને લેખો મળી આવે તો એ વિષયપર હબ્બુ વધારે પ્રકાશ પડી શકે. પરંતુ ગતિવિદ્યાનું પ્રયોગાત્મક અન્વેષણ અને ગેલીલીઓના જોવાનું પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને માપન પ્રાચીન હિન્દુઓમાં થયું હોય એવી સાબિતી નથી એવો ડૉ. સીલનો અભિપ્રાય છે. તેવી જ રીતે ગતિવિદ્યાની સાથે સંબંધ ધરાવતી સ્થિતિવિદ્યા Statics, અને જલસ્થિતિવિદ્યા Hydrostatics તેમજ યંત્રવિદ્યા Engineering ના મૂળ સિદ્ધાન્તોનું અન્વેષણ થયું હોય એમ લાગતું નથી.

ભૌતિકવિદ્યાની લગભગ દરેક શાખામાં પ્રાચીન હિન્દુઓ થોડું વાણીજ્ઞાન મેળવી શક્યા હતા. પ્રકાશ અને ઉષ્મા એ બંને એક જ શક્તિનાં ભિન્ન સ્વરૂપ છે એમ ધણાકની માન્યતા હતી: પૃથ્વી ઉપરની બધી ઉષ્માનું મૂળ સૂર્યમાં છે એમ ઉદયનાચાર્યે સિદ્ધ કર્યું હતું; પ્રકાશ અને ઉષ્માનાં કિરણો પ્રકાશિત અને ઉષ્ણ પદાર્થોમાંથી નીકળતાં સૂક્ષ્મ આણુઓનાં બનેલાં હોય છે એવી વાયસ્પતિ (ઇ. સ. ૮૫૦) ની કલ્પના હતી: પાણીની ઊકળવાની ઘટના બાષ્પભવન અને પાણીની વરાળ થતાં તેનું વજન હલકું થાય છે એ ઘટનાઓ શંકરમિશ્રે સારી રીતે સમજાવી છે. પ્રકાશના વિષયમાં પણ પારદર્શક, અર્ધદર્શક, અને અપારદર્શક વસ્તુઓ અને તેમની છાયા વિષે ઉદ્યોતકરમાં વિવેચન જોવામાં આવે છે. પ્રકાશનાં કિરણોમાં આવર્તન અને પરાવર્તનનો કોણ સરખો રહે છે તે નિયમથી પ્રાચીન યુનાનીની પેઠે પ્રાચીન હિન્દુઓ પણ માહિત હતા: વક્રીભવનની ઘટના ઉદ્યોતકરે સમજાવી છે, અને પ્રકાશનાં કિરણોથી થતી રાસાયનિક ક્રિયાઓ વિષે જ્યન્તે ઉલ્લેખ કર્યો છે; કાચ, ત્રિપાથર્ષ, ગોળ, અને ઇંડાકારના આયનાઓ પ્રયોગોમાં વપરાતા હતા:

અને લેન્સતાલ (લ'બજોળ કાચ) થી ઘાસ અથવા રૂં ધાળી શકાય છે એમ માહિતી હતી. કાચ બનાવવાનો હુન્નર તે વખતે સારી સ્થિતિમાં હતો. પ્લીનીના અભિપ્રાય પ્રમાણે સર્વોત્તમ કાચ તે સમયે હિન્દુઓ બનાવતા: સિંધમાં મોંહેન્જોદેરો નામના સ્થળે મળી આવેલા ઈ. સ. પૂર્વે ત્રણ હજાર વર્ષ જેટલા પ્રાચીન સમયના અવશેષોમાં પણ કાચની બગડીઓ છે.

નાદશાસ્ત્ર acoustics વિષેનું પ્રાચીન હિન્દુઓનું જ્ઞાન જેવું તેવું ન હતું સંગીતનો મૂળ પાયો નાદશાસ્ત્ર અને સ્વરજ્ઞાન ઉપર રચાયેલો છે; પ્રાચીન હિન્દુ સંગીતની નવીનતા અને સંપૂર્ણતા વિષે અર્વાચીન અભ્યાસકાં પણ માનની દૃષ્ટિએ જુએ છે. ધ્વનિ, પ્રતિધ્વનિ, અને ધ્વનિનું વક્રીભવન અને પરાવર્તન વગેરે વિષે તેમને સારું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું હતું. મીમાંસકો અને નૈયૈયિકામાં પણ ધ્વનિનાં ભૌતિક કારણો વિષે વિવેચન બેવામાં આવે છે. નાદ, ધ્વનિ, અને સ્ફેટ એ ત્રણ તરંગોથી ઉત્પન્ન અને વ્યક્ત થાય છે એમ સ્વીકારાતું; કેટલાએકના મત પ્રમાણે આ તરંગો વાયુ-હવા-માં થાય છે અને બીજા કેટલાએકના મતે આ ether-આકાશમાં થાય છે. શબ્દસંતાન-Sound waves ની કલ્પના અને વીચિ-તરંગ-પાણીનાં મોઝા સાથેનું સામ્ય અને શબ્દનાં તારમન્દ્રાદિ ભેદ (Pitch), તીવ્રમન્દ્રાદિ ભેદ (intensity) અને અસાધારણ ધર્મ (quality) એ સંબંધી નિરૂપણ, અને કમ્પસન્ટાનસંસ્કાર momentum of vibration ની નિર્ધારણતાની સાથે ધ્વનિની થતી નિર્ધારણતા અને લયની સમજાતી, શ્રુતિ અને સ્વરના સમ્બંધની સમજાતી, અને સારંગદેવનાં સંગીતરત્નાકર (૧૨૧૦-૧૨૪૭) અને દામોદરનાં સંગીતદર્પણ (૧૫૬૦-૧૬૪૭) જેવાં પુસ્તકો ઉપરથી, પ્રાચીન હિન્દુઓની આ વિષયના જ્ઞાનની સમૃદ્ધિનો ખ્યાલ આવે છે.

અખરથી ઘાસ વગેરે આકર્ષાય છે અને લોખંડની સોય ચુમ્બક તરફ આકર્ષાય છે એ વાત પ્રાચીન હિન્દુઓના જ્ઞાન બહાર ન હતી. હિન્દુ વહાણ ઓંધનારાઓ દૂરના સમુદ્ર માટે બનાવવામાં આવતા.

વહાણમાં લોહચુમ્બક પથરોવાળા ડુંગરોથી હાતિ ન થાય તેટલા માટે લોખંડના ખીલાઓ વાપરતા નહિ. અર્વાચીન હોકાયંત્ર જેવું “મત્સ્યયંત્ર” પ્રાચીન નૌકાઓમાં વપરાતું; અને આજથી એ હજાર વર્ષ પહેલાં જાવા નહકના ખીજા પ્રદેશમાં જનારા હિન્દુ સંસ્થાનીઓની પાસે આવું એક મત્સ્યયંત્ર હતું એવું પ્રો. રાધાકમળ મુકરજીના પુસ્તકમાં વર્ણવેલું છે: આ મત્સ્યયંત્ર માયું અને આંખ ઉત્તર દિશા તરફ હમેશ રહેતું. પરંતુ પ્રાચીન હિન્દુઓએ વીજશાસ્ત્ર અને ચુમ્બકશાસ્ત્રમાં આ યંત્રથી વધારે પ્રગતિ કરી હોય એમ સિદ્ધ થતું નથી.

રસાયનવિદ્યા

પ્રાચીન હિન્દુઓના રાસાયનિક જ્ઞાન સંબંધી પુષ્ટકો લખાયું છે. ડૉ. પ્રફુલ્લચંદ્ર રાયનાં એ પુસ્તકનો અનુવાદ ગુજરાતીમાં રા. ખર્જુન્યરાય મેઢ પાસે ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાયટીએ કરાવેલો છે; તે ઉપરાંત ડૉ. રાયે મદ્રાસ યુનિવર્સિટીમાં આપેલાં એ ઉત્તમ ભાષણોનો અનુવાદ મારા હાથે* થયેલો છે. તેથી આ વિષયમાં વધારે વિગત અહીં આપવાની જરૂર ધારી નથી.

ખીજા દેશોની માફક હિન્દમાં પણ રસાયનવિદ્યા પ્રથમ તો આયુર્વેદનું-ઔષધવિદ્યાનું અંગ હતું અને ઔષધના સંશોધન અને વિશોધનમાં રસાયનિકો મગ્યા રહેતા. યુરોપના મધ્યકાલીન રસાયનિકો પણ સોનું ખનાવવા માટે પારસમણિની અને અમર થવાને માટે જીવનરસની શોધમાં મગ્યા રહેવાને લીધે જ અર્વાચીન રસાયનવિદ્યાનો પાયો નખાયો હતો. ક્રીમીઆગીરી અને રસસિદ્ધિ, એ પણ હિન્દમાં ઘણા સમય સુધી રસાયનિકોને ઉત્તેજક બળ આપતાં. ઇ. સ. ૧૧ થી ૧૪ સૈકા સુધીમાં રસશાસ્ત્ર અને યોગસિદ્ધિ પણ સંખંદ ગણાતાં. પતંજલિએ (ઇ. સ. પૂ. ખીજા સૈકામાં) મોક્ષનો એક માર્ગ રસાયન ગણાવ્યો છે, કારણ કે તેનાથી આયુષ્ય લંબાવી

*હુઓ વિજ્ઞાનવિનોદ, ૪૯ થી ૫૪ ૬૪.

શકાય છે. અમર થઇ શકાય છે અને અમર થયા પછી મોક્ષપ્રાપ્તિની તૈયારીનો અવકાશ મળી શકે છે.

આ પ્રમાણે આયુષ્ય લંબાવવાને માટે અનેક પ્રયત્નો કરતાં ધાતુમય ઔષધોની શોધ થઇ હતી. આરબ અને યુનાની હકીમો આ ધાતુમય ઔષધોથી ઘણા ડરતા. પણ હિન્દુઓનાં પારા અને ખીજા ધાતુઓની ભસ્મોનો સંગ્રહ અપ્રતિમ ગણાતો. એટલું જ નહિ પણ ધાતુવિદ્યા એટલે ખનિજ પદાર્થોમાંથી ધાતુશુદ્ધિની ક્રિયામાં હિન્દુઓએ ખાસ શ્રેષ્ઠતા મેળવી હતી. લોખંડ અને ગજવેલ પકવવામાં તેમની કળાની ખ્યાતિ પશ્ચિમના બધા દેશોમાં પ્રસારેલી હતી, દમાસ્કસની પ્રખ્યાત તરવારો બનાવવાનો હુત્તર ધરાનીઓ હિન્દમાંથી શિખ્યા હતા અને પાછળથી આરબો પણ શિખ્યા હતા. દિલ્હીના કુતુબ-મિનારાની નજીકનો દોઢ હજાર વર્ષ જેટલો પ્રાચીન લોખંડનો સ્તંભ, જગન્નાથપુરીના મ્હોટી લોખંડની પીઠોના આડસરો (ગડરો), સોમનાથના પ્રાચીન મંદિરના નકશીવાળા દરવાજા, નરવારની મ્હોટી તોપો,—એ સર્વે પ્રાચીન હિન્દના વિસ્મૃત કળાના ઉજ્જવલ કીર્તિ-સ્તંભો છે અને અચેતન હોવા છતાં ધાતુવિદ્યામાં મેળવેલી પ્રવીણતાની નિર્ણયાત્મક સાક્ષી પૂરે છે.

ઔષધવિદ્યા

પ્રાચીન સમયથી ત્રિવિધ પ્રજાઓને ઔષધિના શોધન અને તેમના ઉપયોગ વિષે હિન્દુઓ પાસેથી તેમ જ આરબો અને યુનાની હકીમો પાસેથી ઘણું શીખવાનું મળ્યું હતું. યુરોપમાં અર્વાચીન ઔષધવિદ્યા, અને વૈદ્યવિદ્યા ફક્ત ત્રણસે વર્ષ જેટલી જૂની ગણી શકાય; તે પહેલાં યુરોપના લગભગ બધા પ્રદેશોમાં ઔષધોની સાથે તાવીજો, દોરાઓ, અને ખીજા વહેમો રિવાજો પ્રચલિત હતા; કેલમ્બસના અમેરિકાથી પાછા આવ્યા પછી સ્પેનની પ્રજામાં વિસ્ફોટક વગેરે રોજો લગભગ આખી પ્રજામાં ફૂટી નીકળ્યા હતા. આ રોગને ધૃષ્ટિરી કોપ માનવામાં આવતો અને પ્રાર્થના અને દાન

વગેરેથી દ્રાપની શાંતિ કરવાના પ્રયત્ન થતા હતા: વહેમ, અજ્ઞાન, અને અનિશ્ચિતતાના આ સમયમાં હિન્દુઓનું આયુર્વેદ અને ઔષધવિદ્યાનું જ્ઞાન અનેક રીતે શ્રેષ્ઠ હતું. હિન્દુ આયુર્વેદનું જ્ઞાન આરબ અને યુનાની પ્રગ્નઓની મારફત યુરોપમાં પ્રસરવા પામ્યું હતું અને અર્વાચીન વૈદ્યકશાસ્ત્રના ઉદ્ભવમાં આ પ્રાચીન જ્ઞાન ઉપયોગી થઈ પડ્યું હતું; અને તેથી ઐતિહાસિક અને તુલાનાત્મક દૃષ્ટિથી પણ પ્રાચીન હિન્દુઓનાં આ પરાક્રમે માટે તેમને ધન્યવાદ ઘટે છે.

આયુર્વેદના મૂળ ગ્રંથકારો ચરક અને સુશ્રુત લગભગ અઠી-હજાર વર્ષ જેટલા પ્રાચીન છે. ચરક (ઇ. સ. પૂ. ૫૦૦) ઔષધ સંગ્રહ માટે (વખ્યાત છે અને સુશ્રુત (ઇ. સ. ૧૦૦) શસ્ત્રવૈદ્ય તરીકે પ્રસિદ્ધ છે. તેમના પૂર્વના સમયમાં સંગ્રહ થયેલા જ્ઞાનભંડારને મૂર્તિમંત સ્વરૂપ આપીને અને પોતાની નવી શોધોની ચોક્કસ નોંધ રાખીને તેમણે આયુર્વેદની સ્થાપના કરી છે. તેમના પુસ્તકોમાં મળી આવતાં વનસ્પતિ અને ઔષધનાં વર્ણનો, અને રોગની ચિકિત્સા ઉપરથી તેમની પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ કરવાની ટેવ માટે આપણને આશ્ચર્ય અને અભિમાન ઉત્પન્ન થયા વિના રહેતું નથી. જે સમયમાં ગેઝન નામના પ્રાચીન ગ્રીક વિદ્વાનની ખોટી માન્યતાઓના અધકારમાં યુરોપના વૈદ્યો ગોથાં મારતા હતા તે સમયમાં રોગચિકિત્સા અને ઔષધ ઉપચારમાં હિન્દુ વૈદ્યો પ્રવીણ હતા; તેમણે શસ્ત્રવિદ્યામાં પણ નિપુણતા પ્રાપ્ત કરી હતી અને તે સમયનાં પુસ્તકોમાં ૧૨૧ જાતનાં શસ્ત્રોનું વર્ણન કરેલું છે.

ઔષધશાળા અને રોગગ્રહોની પ્રણાલિકા ઇ. સ. પૂ. ત્રીજા સૈકાના સમયથી બંધાયેલી છે: અશોકના સમયના સ્તંભલેખોમાં દાર અને મનુષ્યના રોગનિવારણને માટે ઔષધોનું વર્ણન ન્દેવામાં આવે છે, ત્યારે યુરોપમાં સાતસો વર્ષ પછી જ પહેલી ઇસાઈ ઇસ્પિતાલ ઇસ્વી એથા સૈકામાં કેન્ટન્ટાઇને બંધાવી હતી. યુરોપમાં નવી ગણ્યાની કેટલીકએક ઔષધિઓ પ્રાચીન કાળથી હિન્દમાં વપરાય

છે. ધાતુઓ અને તેમની ભસ્મો પણ પહેલી હિન્દમાં ઔષધ તરીકે વપરાતી શરૂ થઈ હતી. પ્રાચીન ગ્રીક અને રોમન પ્રગ્નઓમાં ધાતુમય ઔષધો ખાહોપચાર તરીકે વપરાતાં; પરંતુ પારા અને ખીજ ધાતુઓનાં ઔષધોની શોધ પહેલાં હિન્દમાં થઈ હતી. ઇસ્વી સાતમા સૈકામાં વરાહમિહિરે પારા અને લોહની ભસ્મોનો ઉલ્લેખ કર્યો છે; તે પહેલાંના સમયના ગ્રંથોમાં ધાતુમય ઔષધોનું વર્ણન છે; આ બધા ગ્રંથોને આરબોએ તરજુમો કરીને રૂષેન દ્વારા યુરોપમાં પ્રસિદ્ધ કર્યા હતા. યુરોપમાં ધાતુમય ઔષધોનો ઉપયોગ પેરેસેલ્સસના સમય પછી જ સોળમા સૈકામાં થયો હતો. પારમા સૈકાના ગ્રીક હકીમોને પણ ત્રિક્ષણા જેવી પ્રાચીન હિન્દુ ઔષધોનું જ્ઞાન હતું; એક્યુએરીઅસનામના ગ્રીક વૈદ્યે ત્રિક્ષણાનું નામ 'ત્રિક્ષેરા પૂર્વા' આપ્યું હતું. હિન્દુ વૈદ્યકમાં સોમલ, લોહ, અને પારદ (પારા) નો ઉપયોગ જોઈને આરબ અને યુનાની હકીમો વિસ્મય પામતા. હજુ પણ આયુર્વેદ કરતાં યુનાની દવાઓમાં આ ધાતુઓ અને ભસ્મો ઘણા જ ઓછા અંશે જોવામાં આવે છે.

શસ્ત્રવિદ્યા

વૈદ્યકની સાથે પ્રાચીન હિન્દુઓએ શસ્ત્રવિદ્યા સારી રીતે ખીજવેલી હતી. શરૂઆતમાં તેો યુદ્ધમાં, ખેતીમાં અને શિકારમાં થતા અકસ્માતમાં તેનો ઉપયોગ સારો થવા પામ્યો હતો; અને તે સમયમાં તીર, કાંટા, શલ્ય, વગેરે શરીરમાં દાખલ થયેલા અનિષ્ટ પદાર્થોને દૂર કાઢવાનું કામ પ્રાથમિક સ્થિતિમાં હશે: કારણ કે શસ્ત્રવિદ્યાને શસ્ત્રવિદ્યા કહેવામાં આવતી.

મુશ્વત (ઈ. સ. ૧૦૦) ના સમય પહેલાં આ શસ્ત્રવિદ્યા સારી સ્થિતિએ પહોંચી હતી; મૃત અને જીવંત પ્રાણીઓને ચીરીને તેમની અંદરની રચના જોવાને તેમ જ જીવંત પ્રાણીઓ ઉપર શસ્ત્રક્રિયા કરવામાં તે સમયે ખાસ નવીનતા ગણાતી નહિ. તે સમયમાં

પૌંદ્ર અને જૈન અહિંસાનો અંધ મત હાલના જેટલો પ્રચલિત થયો નહિ હોય એમ લાગે છે. પરંતુ પાછળથી તે મતની અસરને લીધે આ શસ્ત્રવિદ્યામાં આગળ પ્રગતિ થઈ નહોતી. ઇ. સ. પહેલા સૈકામાં શસ્ત્રવિદ્યાનું જ્ઞાન હિન્દમાં સારી રીતે પ્રસરેલું હતું અને સુશ્રુતનું નીચેનું વાક્ય એક અર્વાચીન શસ્ત્રવૈદ્યને શોભાવે તેવું છે:

“વૈદ્યકમાં શસ્ત્રવિદ્યા સર્વોત્તમ અને શ્રેષ્ઠ સ્થાન ભોગવે છે. કારણ કે તેમાં તક અને યુદ્ધિના દોષ રહી શક્તા નથી અને શુદ્ધ હોવાથી તેનો ઉપયોગ શાશ્વત રહે છે; તે સ્વર્ગની ઉત્તમ પદ્ધતિ છે અને કીર્તિસંપાદન કરવાનું નિશ્ચિત સ્થાન છે.”

હિન્દુ શસ્ત્રવિદ્યામાં ૧૨૦ જાતનાં યંત્રો અને ૨૦ જાતનાં શસ્ત્રોનું વર્ણન છે; તેમનો ઉપયોગ કરતાં શીખવા માટે વિદ્યાર્થીઓને મીણ અને દુધી, કાકડી, વગેરે ફલો આપવામાં આવતાં. આ પ્રમાણે અનુભવ પ્રાપ્ત થયા પછી જ જીવન્ત અને મૃત પ્રાણીઓ ઉપર પ્રયોગ કરવા દેવામાં આવતા. માટે મનુષ્યનાં શરીરનાં વર્ણ શકે તેવા નમુનાઓ ઉપર પાટા બાંધવાનો અનુભવ મેળવતા.

શરીરરચનાશાસ્ત્ર

યુરોપમાં સોળમા અને સત્તરમા સૈકા સુધી આ હુન્નર હખામોના હાથમાં હતો. તેના કરતાં પ્રાચીન હિન્દુ શસ્ત્રવૈદ્યો પોતાની વિદ્યામાં સારી પ્રગતિ કરી શક્યા હતા એ નિઃશંક છે. પ્રાચીન ગ્રીક પ્રગ્નમાં મૃત શરીરની વહેમપૂર્વક પૂજા થતી અને તેથી તેની ઉપર શસ્ત્રવિદ્યાના પ્રયોગના પ્રસંગો લાગ્યે જ મળતા; અને તેથી ગ્રીક વૈદ્યકના પિતા હિપોક્રેટસનું શરીરરચના અને શરીરવ્યાપાર સંબંધીનું જ્ઞાન ઘણું અપૂર્ણ હતું. પરંતુ તે સમયના હિન્દુ વૈદ્યોનું જ્ઞાન, તેમનું નિરીક્ષણ, અવલોકન અને વર્ણન કરવાની ચોકસાઈ વિસ્મયકારક છે. તેમણે ૫૦૦ ખેશીઓનું વર્ણન આપેલું છે: તેમાંથી ૪૦૦ હાથ અને પગ, હથેલી, અને આંગળામાં, ૬૬ શરીરમાં અને

૩૪ ખભાની ઉપરના ભાગમાં દર્શાવેલી છે. તેમની અસ્થિની ગણતરી અને વર્ણન, તેમના સમય અને તેમની વર્ણનની વિલક્ષણ પદ્ધતિ જોતાં, અર્વાચીન અસ્થિવિદ્યાના કરતાં ઓછી ચોક્કસ ગણી શકાય નહિં. હાલમાં મનુષ્યના શરીરની મુખ્ય અસ્થિની સંખ્યા આશરે ખસે ગણાય છે; અને ચરકમાં ૩૬૦ અને સુશ્રુતમાં ૩૦૦ વર્ણવેલી છે. ચરકે દાંતના બેઝીસ મૂળ (સૉકેટ) અને ૨૦ નખતે હાડકાં-અસ્થિ તરીકે ગણ્યાં હતાં તેથી તેની સંખ્યા ૧૦ જેટલી વધારે હતી. હાલની સંખ્યા કરતાં સુશ્રુતની સંખ્યા એકસો જેટલી વધારે હોવાનું કારણ એમ દર્શાવાય છે કે તેણે અસ્થિઓના ટેકા, અને કાર્ટિલેજ ને અસ્થિમાં ગણ્યા હતા *

શરીરવ્યાપાર-શાસ્ત્ર

અન્નપાચનનું વર્ણન પ્રાચીન હિન્દુ વૈદ્યકમાં આપેલું છે; આમાશય (સ્ટમક) માં ખોરાક પહેલાં ગળપણવાળા કદ્દથી મિશ્રિત થાય છે અને ત્યારપછી તેમાંથી અમ્લરસના સંયોગથી તેનું પાચન થાય છે. તેની ઉપર પિત્તના કાર્યથી રસ થાય છે. આ રસનો સ્વાદ કટુ લાગે છે. આ રસના સ્થૂલ અને સૂક્ષ્મ એમ બે ભાગ બને છે. સ્થૂલ ભાગ ધમનીઓ મારફત વ્યાન વાયુથી આખા શરીરમાં પ્રસરે છે; અને સૂક્ષ્મ ભાગ બીજા ધમનીઓ મારફત હૃદય (જેને રસનો ભંડાર ગણવામાં આવે) યકૃત (લીવર) અને પ્લીહા (સ્પ્લીન) માં જાય છે અને ત્યાં રક્તત્વ પ્રાપ્ત કરે છે. સ્થૂલ રસમાંથી વાયુ અને માંસાગ્નિની મદદથી પૃથ્વીમય તત્ત્વોનું માંસ બને છે; અન્નના પૃથ્વી અને આપમય તત્ત્વોમાંથી દેહમાં વાયુની મદદથી મેદ-ચરબી-બને છે; આ મેદના સૂક્ષ્મ અંશોમાંથી પૃથ્વી, વાયુ અને તેજના સંઘાતથી શ્લેષ્મના આવરણમાં કઠિન

* વધુ વિગત માટે જુઓ Dr. Hoernle's studies in the Medicine of Ancient India.

હાડકાં-અસ્થિ બંધાય છે: આ અસ્થિના પોલાણમાં મેદ રહે છે અને તે મેદમાંથી શુક્ર બંધાય છે. આ વર્ણનમાં અપૂર્ણતા અને અચાકસાઇ ઘણી છે અને અર્વાચીન જ્ઞાનની સાથે તેને સરખાવી શકાય નહીં.

રસપરિક્રમણના આ જ્ઞાન ઉપરથી એટલું તો ફલિત થાય છે કે રક્તપરિક્રમણની ગતિ વિષે પ્રાચીન હિન્દુઓને શંકા ન હતી. રસની અને રક્તની ગતિનું કેન્દ્રસ્થાન હૃદય છે એ વાત સ્વીકારાઈ હતી; રક્ત હૃદયમાં શિરાઓ વાટે જાય છે અને તેમાંથી ધમની વાટે શરીરમાં પ્રસરે છે એટલી સાધારણ વાત તે તેમની સમજમાં હતી. પરંતુ તે સિવાય રક્તશુદ્ધિમાં હવા અને ફેફસાંનાં ઉપયોગ સંબંધી તેમનું જ્ઞાન અપૂર્ણ હતું; તે છતાં પણ તે સમયની ખીજ પ્રાચીન પ્રજા કરતાં ઉતરે તેમ ન હતું એમ કહેવામાં અત્યુક્તિ નથી. હૃદયને અગત્યનું સ્થાન આપવામાં પ્રાચીન ઓકોની પેઠે પ્રાચીન હિન્દુઓએ પણ ભૂલ કરી હતી. હૃદયને ફક્ત રક્તાશય તરીકે નહિ પણ પાચન થયેલા રસનો ભંડાર ગણવામાં આવતું અને તેની સાથે ચેતનનું પણ સ્થાન ગણવામાં આવતું. આથી (નવસ સીસ્ટમ) જ્ઞાનતંતુ સસ્થાનનું જ્ઞાન પ્રાચીન ભારતમાં વાસ્તવિક રીતે ખરું ન હતું.

ચરક અને સુશ્રુતમાં હૃદયને મુખ્ય ઈન્દ્રિય અને ચેતનનું સ્થાન કહેવામાં આવ્યું છે; પરંતુ તે સમય પછીનાં તાંત્રિક પુસ્તકોમાં મગજ અથવા તેા બ્રહ્મરંદ્રને મુખ્ય સ્થાન આપવામાં આવ્યું છે તેની સાથે જ્ઞાનતંતુ, નાડી (નર્વ) અને જ્ઞાનતંતુ ચક્રોનું અને તે દરેકની માનસિક સ્થિતિ અને વિચારની સાથેના સંબંધનું વર્ણન મળે છે. યૌગિક સંપ્રદાય પ્રમાણે જીવ-આત્મા મગજના બ્રહ્મરંદ્ર વિભાગમાં (મગજની મધ્યરેખા અને Munroe's foramenની વચ્ચેના સ્થાનમાં) રહે છે અને બ્રહ્મદંડ કરોડના હાડકા-મેરૂ) માં બ્રહ્મનાડી, સુષુમ્ણા નાડી, અને મનોવહા નાડીમાં

રમે છે. સુષુમ્ણાના મધ્ય રજ્જુમાંથી “ ઇડા ” અને “ પિંગલા ” નામની નાડીઓ (જ્ઞાનતંતુઓ) નીકળે છે. આ વર્ણુનનાં દસ ચક્રોમાંથી ત્રણ ચક્રો ખાસ અગત્યનાં છે. એક તો આજ્ઞાચક્રમાંથી ગતિ અને ચલનના ઉપર કાણુ મેળવી શકાય છે, બીજું મનશ્ચક્ર જેમાં જ્ઞાનેન્દ્રિયનાં તંતુઓ-ગંધવહા, રૂપવહા, શબ્દવહા, રસવહા, અને સ્પર્શવહા નાડીઓ એકઠી થાય છે. મનશ્ચક્ર મનોવહા નાડીથી જીવની સાથે સંયુક્ત થાય છે ત્યારે જ સવિકલ્પ જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય છે. આ જ્ઞાનતંતુઓની સંખ્યા એકંદર સાતસો ઉપરની ગણવામાં આવે છે. આ વર્ણુન અર્વાચીન જ્ઞાનતંતુસંસ્થાના વર્ણુનની સાથે સદંતર મળતું આવતું નથી” x તો પણ તેનો કેટલાએક ભાગ ખરો પડે છે એ માટે તે કાળના હિન્દુઓને ધન્યવાદ ઘટે છે. સાધારણુ વૈદ્યકવિદ્યા માટે આ જ્ઞાન ઉપયોગી નહિ હોય પરંતુ યોગીઓ અને યોગના ઉપાસકો હજી પણ એ વિચારપ્રણાલિકાને સત્ય સમજીને ચાલે છે.

સુપ્રજનનવિદ્યા

પ્રાચીન હિન્દુઓ ગર્ભવિદ્યા, ગર્ભપાપણુ, અને ગર્ભવૃદ્ધિ વિષે આણુ જાણુતા હતા: મડદાં ચીરીને અથવા તો ખીજી રીતે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણુ અને અવલોકનથી પ્રાપ્ત કરેલું તેમનું જ્ઞાન અર્વાચીન સમયમાં પણ ખડુ અશુદ્ધ ગણી શકાય નહિ. સુપ્રજનનવિદ્યા અને આનુ-વંશિક સંસ્કારનાં તત્ત્વો પણ તેઓ સારી રીતે સમજ્યા હતા. જ્ઞાતિની શુદ્ધિ જાળવવા માટે અને વિદેશી અને અનાય’ પ્રજાઓને દૂર રાખવાને માટે જ્ઞાતિસંસ્થા ધણી ઉપયોગી થઈ પડી હશે; અનુ-લોમ અને પ્રતિલોમ લક્ષના સિદ્ધાન્ત નીચે સુપ્રજનન વિદ્યાના તત્ત્વોનો ભાસ થાય છે. તે ઉપરાંત ખીજી રિવાજો અને પ્રાણાલિકા, ગર્ભરક્ષણુ અને સુપ્રજની ઉત્પત્તિ માટે અનેક રીતે અનુકૂલ હતા. આ રિવાજો સાંપ્રત કાળમાં કેટલે અંશે ઉપયોગી છે એ વિવાદગ્રસ્ત

x વધુ વિગત માટે જુઓ ડા. ગણુનાથસેનનું પ્રવૃત્તગારીર.

વિષયમાં ન ઉતરતાં આપણે એટલું તો કહી શકીશું કે પ્રાચીન સમયની ખીણ પ્રજાઓ કરતાં હિન્દુ વિદ્વાનોનું આ વિષયનું જ્ઞાન વધારે ઉત્તમ પ્રકારનું હતું.

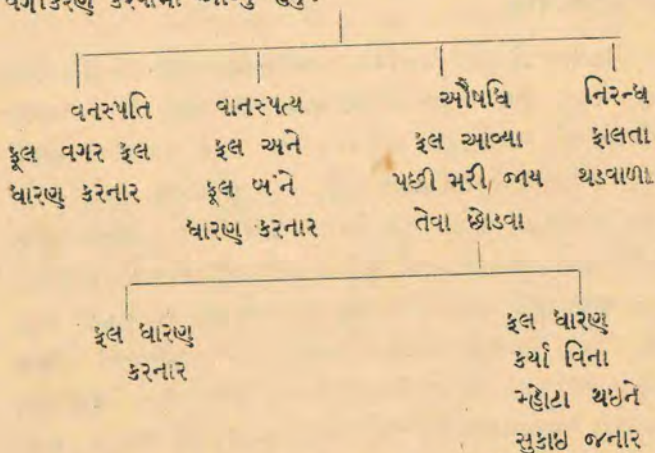
વનસ્પતિવિદ્યા

ઔષધને માટે આવશ્યક વસ્તુઓને રવહસ્તે એકઠી કરવાની પદ્ધતિને લીધે પ્રાચીન હિન્દુ વૈદ્યોનું વનસ્પતિ-વિદ્યાનું જ્ઞાન તે સમયમાં ઉચ્ચ પ્રકારનું હતું.

વૈશેષિક સપ્તદાયના પ્રશસ્તપાદ નીચેનું વર્ગીકરણ કરે છે :

- (૧) તૃણ-ધાસ, (૨) ઔષધિ-ફૂલ થયા પછી સુકાઈ જનારા,
 (૩) લતા-વેલાઓ, (૪) અવતાન-ખાગના ઝાડો અને છોડવા,
 (૫) વૃક્ષો-ફૂલ અને ફલ ધારણ કરનાર, (૬) વનસ્પતિ-ફૂલ વગર ફલ ધારણ કરનાર.

વનસ્પતિઓનું ચરક અને ચક્રપાણિના પુસ્તકોમાં નીચે પ્રમાણે વર્ગીકરણ કરવામાં આવ્યું હતું :



ઉદયન (ઈ. સ. ૯૭૫), વૃક્ષ અને વનસ્પતિમાં જીવન, મરણ, ઊંઘ, જાગરણ, રોગ, દવાની અસર, ખીજમાંથી સજ્જતીય અનુબન્ધ,

અનુકૂલ પદાર્થ તરફની ગતિ, અને પ્રતિકૂલ પદાર્થથી દૂર જવું વગેરે ગુણોનું વર્ણન કરે છે. સૂર્યમુખી પુલની સૂર્ય તરફની ગતિના વિચાર ઉપરથી ઉપજતી કવિતા અને ખીજ અનેક કલ્પનાઓ સંસ્કૃત સાહિત્યમાં પ્રસિદ્ધ છે. સૂર્યની શક્તિ વનસ્પતિઓમાં એકત્રિત થાય છે અને મૃત વૃક્ષોને ખજાનણુ તરીકે વાપરતાં આ સૂર્યશક્તિનો જ ઉપયોગ થાય છે.

વનસ્પતિમાં જીવ હોઈ શકે અને તેમનામાં પ્રાણીજીવનનું સાદસ્ય પ્રાપ્ત થઈ શકે એ વિચાર અર્વાચીન વનસ્પતિવેત્તાઓને કબુલ કરાવવાને માટે સર જગદીશચંદ્ર બોસને વીસ વર્ષ લાગ્યાં; પરંતુ પ્રાચીન હિન્દુઓને લજ્જવતી-લજ્જમણીમાં સંકોચાદિ પરિષ્કુટી ક્રિયા નું જ્ઞાન હતું. વનસ્પતિજીવનનાં લક્ષણોનું વર્ણન કરતાં ગુણરતનાકર નામના જૈન ગ્રંથમાં વનસ્પતિમાં (૧) પાસ્થાવસ્થા, યુવાવસ્થા અને વૃદ્ધાવસ્થા, (૨) નિયમિત વૃદ્ધિ, (૩) નિદ્રા, ગ્નગ્રહ-વસ્થા, (૪) સ્પર્શથી સંકાય અને વિકાસ, અને આધાર (ટેકા) તરફની ગતિ, (૫) ઘા વાગવાથી અને છોલાવાથી સુકાઈ જવું, (૬) આહારની અનુકૂલતા અને પ્રતિકૂલતાની સાથે તેમની વૃદ્ધિ અને મરણ, વ્યાધિ-રોગનિદાન, અને વૃક્ષાયુર્વેદ, વગેરેનું વર્ણન જોવામાં આવે છે. વૃક્ષા, અને વનસ્પતિમાં ચેતના અને અંતઃસંજ્ઞા હોય છે એ તો હિન્દુશાસ્ત્રોમાં સ્વીકારાય છે: તેમનામાં મનુષ્ય અને દુઃખ અનુભવવાની શક્તિ હોય છે પણ તે અતિમંદ અને ગુપ્ત હોય છે. વૃક્ષાસ્તુ ચેતનાવન્તોડપિ તમશ્ચજ્ઞાનતયા શાસ્ત્રોપદેશવિષયા એવ |— અકંપાણિ. પરંતુ તેમની એ ચેતના મનુષ્ય જેવા પ્રાણીના મગજના વિચારો કરતાં ભિન્ન પ્રકારની છે કે કેમ એ એક ઘણો ગૂઢ પ્રશ્ન છે. મનુષ્ય થાકી જાય છે ત્યારે તેના જ્ઞાનતંતુઓ અને મગજમાં જે કાંઈ ફેરફાર થાય છે, તેવા માનસિક વ્યવહાર હજી સુધી સ્પષ્ટ રીતે વનસ્પતિઓમાં જોવામાં આવતા નથી. સર જગદીશચંદ્ર બોસે શરુ કરેલું કામ આ દિશામાં ચાલુ છે અને તેમાંથી હજી ઘણી આશા રખાય છે.

પ્રાણીવિદ્યા

વનસ્પતિવર્ણન સાથે પ્રાણીવર્ણન અને તેમના વર્ગીકરણમંદે પ્રાચીન હિન્દુઓ પ્રવીણ હતા. યજ્ઞમાં અપાતા પ્રાણીઓની આહુતિના રિવાજને લીધે, ખેતીમાં ઢોરના ઉપયોગને લીધે, અને યુદ્ધમાં ઘોડા-ઓના અને હાથીના ઉપયોગને લીધે, તેમ જ માંસ મત્સ્યાદિના ખોરાકમાં અથવા ઔષધમાં ઉપયોગને લીધે, પ્રાણીઓના બહારના વર્ણન અને તેમની અંદરની રચના વગેરેનું જ્ઞાન તેમને સારી રીતે થવા પામ્યું હતું. દૃશ્યજે આપેલું હરણ અને પક્ષીઓનું, તેમના બહારના દેખાવ અને વર્તનનું ચોક્કસ વર્ણન, ઘણા અંશે ખરું છે. સુશ્રુતમાં છ જાતની કીડીઓ (પિપીલિકા), છ જાતની માંખો, પાંચ જાતના મચ્છર, આઠ જાતના કાનખજૂરા, ત્રીસ જાતના વીંછી અને છ જાતના કરોળીઆનું વર્ણન છે. પ્રાણીઓના વર્ગીકરણમાં તેમની જન્મ અને ઉત્પત્તિ પ્રમાણે, અથવા તો તેમની જ્ઞાનેન્દ્રિય, તેમના વર્તન, અને તેમની મનુષ્યને ઉપયોગિતાના ઉપર આધાર રાખવામાં આવતો. ભવિષ્યપુરાણમાં નાગ અને સાપમાં કેવી રીતે પ્રગતી ઉત્પત્તિ થાય છે, કષ્ટ ઋતુમાં ઇંડાં ઉત્પન્ન થાય છે અને કષ્ટ ઋતુમાં ઇંડાનું નર અને માદા ભક્ષણ કરે છે, વગેરેનું વર્ણન છે. ઇંડાં પરિપકવ થતાં તેના લાલ રંગ ઉપરથી નર અને સોનેરી રંગ ઉપરથી સ્ત્રી સર્પની ઉત્પત્તિ કહી શકાય છે. જન્મ્યા પછી સાત દિવસમાં સાપનો રંગ ઘેરો થાય છે અને પંદર દિવસમાં દાંત આવે છે અને બાવીસ દિવસે દાંતમાં ઝેર ઉત્પન્ન થાય છે અને પચાસમી રાત્રે આ ઝેર કાતીલ થાય છે. છ છ મહીને સાપ કાંચળી ઉતારે છે. મનુષ્ય, નોળીઓ, મોર, ચંકાર, ખિલાડી, અને વીંછીથી સાપનું મોત થાય છે; પરંતુ તેમાંથી બચવા પામે તો ૧૨૦ વર્ષ જીવે છે. આ વર્ણન ઉપરથી પ્રાચીન હિન્દુઓનું સૃષ્ટિઅવલોકન અને નિરીક્ષણશક્તિનું આપણને જ્ઞાન થાય છે. પ્રાણીઓના વર્ગીકરણમાં સ્વેદજ (તાપ અને ભેજમાં ઉત્પન્ન થતા), અંડજ (ઇંડાંમાંથી ઉત્પન્ન થતા કૃમિ, કીટ,

કાંડી), ઉદ્ભિન્ન (અવ્યક્ત રૂપમાં ઉત્પન્ન થતા દેડકા પ્રાચુરકાલે [તતઃ મહેશ્વર શુક્રાત્] મગ્ગોદકે જાતઃ, અને જરાયુજ (પ્લેસેન્ટલ) ગર્ભમાંથી ઉત્પન્ન થતા પ્રાણીઓ, ચતુષ્પાદીઓ એ મુખ્ય હતા. આ પ્રાથમિક વર્ગીકરણ ઉપરાંત દૃશ્ય, ઉમાસ્વાતી, નાગાર્જુન, સુશ્રુત વગેરે વિદ્વાનોના વર્ગીકરણના દાખલા ડો. પ્રજેન્દ્રનાથ સીલે આપેલા છે. પરંતુ તે સદગામાં ખાલ વર્ણન સિવાય અંદરની રચના અને અંદરની પ્રવૃત્તિનું વર્ણન આધારભૂત નહિં હોવાથી વાસ્તવિક રીતે અર્વાચીન વિજ્ઞાનમાં તે ઉપયોગી થઈ પડે તેમ નથી. તેથી પ્રાચીન હિન્દુઓને પ્રકૃતિઅધ્યયન, પ્રકૃતિનિરીક્ષણ અને અવલોકન માટે આપણે જેટલો ધન્યવાદ આપીએ તેટલો ધન્યવાદ તેમની પ્રાણીઓની અંતર રચના અને અંતર પ્રવૃત્તિના અભ્યાસને માટે આપી શકાય નહિં; તેનું એક કારણ એ કે તેમનું નિરીક્ષણ અને વર્ણન એક જ દૃષ્ટિથી કરવામાં આવ્યું હતું અને તે તત્ત્વજ્ઞાનની અને ધાર્મિક વિચારના સંઘટનની દૃષ્ટિથી. દરેક વિદ્વાને ધર્મશાસ્ત્ર અને તત્ત્વજ્ઞાનની તદ્દન છુટ્ટું પાડવાની હાલની પદ્ધતિ તે સમયમાં પ્રચલિત ન હતી.

સર્વદેશીય પ્રવીણતા

ઉપરના વિવેચન ઉપરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે પ્રાચીન હિન્દુઓએ એક જ વિષયમાં નહિં પણ વિજ્ઞાનની લગભગ બધી શાખાઓમાં એક સરખા પ્રકારની પ્રવીણતા પ્રાપ્ત કરી હતી. તત્ત્વજ્ઞાન, ગણિતશાસ્ત્ર અને આયુર્વેદનું તેમનું જ્ઞાન બીજી પ્રાચીન પ્રજાઓના કરતાં અપ્રતિમ હતું; અને પાછળથી આરબ, તુર્કી અને સ્પેનીશ પ્રજાઓ મારફત આ જ્ઞાન યુરોપને પહોંચ્યું ન હોત તો મધ્યકાલીન યુરોપના અધકારનો સમય વધારે લંબાયો હોત. વિજ્ઞાનની બધી શાખામાં મેળવેલી પ્રવીણતા ધ્યાનમાં રાખીએ તો પછી ખાલ્ડીઅન, ઈજિપ્શીઅન, ગ્રીક, ફીનીશીઅન, ઍસીરીયન પ્રજાઓના સંસર્ગથી જ હિન્દમાં વિજ્ઞાનનો પાયો નાખાયો હતો એ મત સ્વતઃ તૂટી જાય છે; કારણ કે એક સરખી રીતે હિન્દી વિદ્વાનો પોતાના સ્વતંત્ર અન્વેષણથી એક નહિ

પણ અનેક દિશામાં પ્રકૃતિમાં ગૂઢ સત્યો શોધી કાઢવાને સમર્થ હતા.

ખીજું એક યાદ રાખવાનું છે કે હિંદમાં વિજ્ઞાનનો દીપ અમુક સમય સુધી અગ્રકાને છુટાઈ ગયો નહોતો. વૈદિક સમયથી પૌરાણિક કાળ સુધીના લગભગ ૨૫૦૦ વર્ષ સુધી અને ત્યાર પછી ખીજાં પંદરસો વર્ષ સુધી પણ આ દીપની જ્યોતિનો પ્રકાશ દેશમાં સર્વત્ર પથરાઈ રહ્યો હતો. દેશનો વિસ્તાર વિશાળ હોવા છતાં પણ વિજ્ઞાન-લક્ષ્ણોને આ દીપનો પ્રકાશ બધે પહોંચતો. તેથી ફક્ત કાશી જેવા મહોટાં શહેરોમાં જ નહિ પણ પંજાબમાં તક્ષશીલા, બંગાલામાં નાલન્દા, માળવામાં ઉજ્જયિની અને તેમના જેવા ખીજા અનેક સ્થળોમાં વિદ્વાનો વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણમાં મગ્યા રહેતા. નાલન્દા, વિક્રમશીલા, ઉદ્દણ્ડપુરના ગ્રંથોમાં દસ હજાર વિદ્યાર્થીઓ ભણતા અને તેમને રસાયનશાસ્ત્ર શીખવવામાં આવતું તે વિષે ડૉ. રૈયે ઉલ્લેખ કર્યો છે. ચરક (ઇ. સ. પૂ. ૬૦૦) પંજાબનો રહેવાશી હતો; મુશ્નુત (આશરે ઇ. સ. ૧૦૦) કાશીમાં રહેતો હતો, એમ ધારવામાં આવે છે. વાગ્બટ (આશરે ઇ. સ. ૭૦૦) નું નિવાસસ્થાન સિંધમાં હતું; ચક્રપાણિ (ઇ. સ. ૧૦૫૦) બંગાલી હતો; આર્યભટ્ટ (ઇ. સ. ૪૭૬ માં) પાટલીપુત્રમાં જન્મ્યો હતો અને શાર્દૂલધર (ઇ. સ. ૧૩૫૦) રાજપુતાનામાં રહેતો. તે ઉપરાંત ગુજરાત, મગધ, એરીસા, નેપાલ, તામ્બેટ, હાબ્બણ, કન્નિંગ, અને કૉંકણ પ્રાંતોમાં (પંદર અને સોળમા સૈકામાં) થયેલા વૈજ્ઞાનિકોનાં નામો મળી આવે છે. આવા મહોટા વિસ્તાર ઉપર પથરાઈ ગયેલા વિદ્વાનમંડળમાં દષ્ટિખિન્દુ અને કાર્ય-ક્રમની ભિન્નતા જેવામાં આવે એ સ્વાભાવિક છે. પરંતુ તેથી પ્રાપ્ત થતી વિવિધતા અને નવીનતા હિન્દુ પ્રાચીન વિજ્ઞાનનું એક ખાસ લક્ષણ છે. તેથી ઉલટું વાસ્તવિક સહકાર, ટીકા, અને વિવેચનના અભાવે અપૂર્ણતા વગેરે દોષો જેવામાં આવે છે. તે છતાં પ્રાચીન હિન્દુઆનું વિજ્ઞાન ઊંચા પ્રકારનું હતું, અને આ વારસો મેળવવાને અને સાચવવાને માટે, અને તેને અર્વાચીન સમયને અનુકૂલ રૂપમાં

મૂકવાને માટે ઘણી મહેનત અને ખંતની જરૂર છે. વનસ્પતિ વિદ્યાના એક જ નિયમની અર્વાચીન દૃષ્ટિએ સિદ્ધિ પ્રાપ્ત કરવામાં સર જગદીશ ખોસે પોતાનું આખું જીવન વ્યતીત કર્યું હતું. એવા અનેક વિદ્વાનો ગુજરાતમાં નીપજે અને ગુજરાતનાં વિજ્ઞાનના સાહિત્યમાં અભિવૃદ્ધિ કરે અને [હિન્દુ] પ્રાચીન ગૌરવ અર્વાચીન પદ્ધતિએ સિદ્ધ થાય એવાં ચિન્હો નોંધવાજેવાં છે.

ગુજરાતમાં ૧૧ માં સૈકામાં હેમચંદ્રાચાર્યનો નિવૃત્તિશીલ, સોમનાથપક્ષે દૈહિક નારહેવાસી નાગાજીનનો રસરત્નાકર, રાયકવાળ સોહલનો પારમા સૈકામાં લખાયેલો ગડનિગ્રહ અને ગુણસંગ્રહ એ પુસ્તકો આયુર્વેદના પ્રાચીન ઇતિહાસમાં પ્રસિદ્ધ છે. ચૌરખંદરના વિદ્વાન વનસ્પતિશાસ્ત્રી જયકૃષ્ણ ઇંદ્રજીએ કચ્છના અને ખરડાની વનસ્પતિઓનો શાસ્ત્રીય રીતે અભ્યાસ કરીને અર્વાચીન સમયમાં પણ હિંદી વૈજ્ઞાનિકોની કીર્તિ ઉજ્જવળ રાખી છે. સુખઈની આયુર્વેદ કૉલેજોમાં અને જામનગરના રાજદંપતીના આશ્રયનીયે ગુજરાતમાં આયુર્વેદના ઇતિહાસના સંશોધન માટે ઘણું કાર્ય થઈ રહ્યું છે; અને એકંદર આયુર્વેદને સારી મદદ રાજ્ય તરફથી મળતી શકે થઈ છે. તેનો લાભ લઈને યોગ્ય સંશોધન પદ્ધતિ દ્વારા પ્રાચીન આયુર્વેદને શુદ્ધ વિજ્ઞાનની સાથે રહી શકે તેવા સ્વરૂપમાં અર્વાચીન રીતે સ્થાપવામાં આવશે એવી આશા રાખી શકાય.



વિજ્ઞાનના ઈતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

પ્રાચીન ગ્રીક પ્રગ્નના અસ્ત પછી કલા અને તત્ત્વજ્ઞાનને સમજનારા રસિકો યુરોપમાંથી ઝોછા થઈ ગયા. અને ત્યારપછી રોમનો પણ વિજ્ય અને ધનના મદમાં આગસુ અને લહેરી જીવન ગાળવા લાગ્યા. વિદેશી જંગલી પ્રજાઓના આગમન અને સંસર્ગથી પ્રગ્નની માનસિક શુદ્ધિ દોષિત થતી જતી હતી; અને સતત યુદ્ધોથી સખળ અને પુષ્ટ યુવાનોના મૃત્યુથી, તેમજ જીંચાં અને ઉત્તમ કુટુંબોમાં સડો પેસવાથી પ્રગ્નના ઉત્તમ ગુણો અને સંસ્કાર હલકાં થતાં જતાં હતાં. વળી મેલેરીયાના ઉપદ્રવથી પણ દેશની આખાદી અને પ્રગ્નની સુખશાન્તિ ખંડિત થઈ હતી; ઉત્તર અને ભૂમધ્ય પ્રદેશની, આફ્રીકન અને સેમેટીક ગતની પ્રગ્નઓના સંસ્કારથી ઉત્પન્ન થતી મિશ્ર રોમન પ્રગ્નઓમાં સામાન્ય આદર્શ અને કર્તવ્યદિશાના અભાવને લીધે, તેમ જ રાજ્યનીતિ અને રાજ્યદષ્ટિના અભાવને લીધે, તેમનો નાશ સમીપ આવે અને જ્ઞાનપ્રાપ્તિની ઇચ્છા અને વિજ્ઞાનદષ્ટિ ક્ષીણ થાય એમાં નવાઈ શું ? ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાની શાળાઓ જસ્ટીનીઅન બાદશાહના હુકમથી બંધ કરવામાં આવી એ આ અંધકારનો અવધિ હતો. ઇસ્વી ત્રીજા સૈકા પછી યુરોપમાં લગભગ સર્વત્ર અવ્યવસ્થા અને અંધકારનું સામ્રાજ્ય હતું. ખ્રીસ્તી ધર્મના પ્રથમ અનુયાયીઓ અનૂતી અને ધર્માંધ હતા. અને બાઈબલ અને ખ્રીસ્તી ધર્મની શ્રેષ્ઠતા અને સત્યસિદ્ધિ કરવાને માટે ખરી બાતમી અને ખરૂં સત્ય સંતાડતાં શરમાતા નહિ. આ પરિસ્થિતિમાં સૃષ્ટિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનનો વિકાસ થવો અસંભવિત હતો. ઇસ્વી બીજા સૈકામાં લખાયેલા એક પુસ્તકમાં સૃષ્ટિજ્ઞાનનું વર્ણન બાઈબલની દષ્ટિથી લખાયેલું છે; તેમાં સિંહની બચ્ચાં મુવેલાં જન્મે છે અને ત્રીજે દિવસે સિંહની ગર્જનાથી એ બચ્ચાં સજીવન થાય છે એ અભિપ્રાય પ્રતિપાદન કરવામાં આવેલો છે. આમાં ઇસુના

કોસ ઉપરના મરણ પછી ત્રીજે દિવસે સજીવન થવાના બાઈબલના મતની અસર સ્પષ્ટ દેખાય છે.

ધર્માવતા

આ પ્રમાણે લગભગ ખ્રીસ્તી મતની શરૂઆતના સમયથી જ ધર્માંધપણાની શરૂઆત હતી. ગ્રીક પ્રજાની પડતીની સાથે તેમની ભાષા, તેમનું સાહિત્ય, અને તેમના વિચાર અને તેમનું તત્ત્વજ્ઞાન ભુલાઈ ગયું; અને દરેક ધર્મના અનુયાયીને યોગ્ય લાગે તેવા અને તેમના મતને પુષ્ટિ મળે તેવા રૂપમાં સૃષ્ટિજ્ઞાન સમગ્રવવામાં આવતું. ધાર્મિક વિચારની પુષ્ટિમાં તત્ત્વજ્ઞાન ગ્નેડાયું અને તેની સાથે સૃષ્ટિજ્ઞાનનું સ્વાતંત્ર્ય ડુબ્યું. ધાર્મિક વિચારોને પ્રચલિત કરવા માટે દરેક વિષય ઉપર ટીકા અને ભાષ્ય લખવાનો રિવાજ શરૂ થયો. પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને અનુભવની પદ્ધતિ ભુલાઈ ગઈ. મડોની સંખ્યા વધવાથી ફક્ત તર્ક અને વિચારથી જ સત્યપ્રાપ્તિનાં કાંકાં મારવાનું શરૂ થયું. વાસ્તવિક અન્વેષણને બદલે અશુદ્ધ અને અને અસ્પષ્ટ તર્ક-પ્રણાલિકામાં મગ્ન રહેવાનો રિવાજ પડ્યો; અસ્પષ્ટ વિચાર અને સત્ય વિરુદ્ધ સિદ્ધાંત પ્રચલિત થવા માંડ્યા અને સત્યચિંતન અને સત્યશોધનને બદલે કેવળ વિચાર અને અભિપ્રાયોનો સંગ્રહ કરવામાં જ અને તેના અર્થના સૈદ્ધાન્તિક વિવેચન કરવામાં તે સમયના પડિતો માન અને આનંદ સમજતા થયા. પોતાની બુદ્ધિ અને વિચારમાં શ્રદ્ધા અને વિશ્વાસ નહિ હોવાથી પ્રાચીન સમયના મહાપુરુષોના વચન માત્રને પ્રમાણ માનવામાં અને તે ઉપર સ્વતંત્ર વિચાર કર્યા સિવાય ફક્ત તેમના વચનની સત્તા અને હુકમ પ્રમાણે પોતાના વિચાર અને જીવનનું નિયંત્રણ કરવામાં કૃતકૃત્યતા માનતા થયા. આ પ્રમાણે બીજાના ઉપર આધાર રાખવાની ટેવથી અને પોતાના અભિપ્રાય બાંધવામાં પોતાની બુદ્ધિનો સ્વતંત્ર ઉપયોગ ઓછો થતો હોવાથી, વિરોધીઓ ઉપર ક્રોધ, ઈર્ષ્યા અને જીલમનો પ્રહાર થતો: વિરોધીઓનું દષ્ટિબિંદુ જોવાનું અને તેને નિષ્પક્ષપાતપણે

વિવેકપૂર્વક તપાસવાની પદ્ધતિના અભાવને લીધે નવીન જ્ઞાન અને વિચારની વૃદ્ધિની આશા રાખવી વ્યર્થ હતી. મધ્યકાલીન સમયનું દિગ્દર્શન કરતાં પ્રખ્યાત ખિશપ બહેવલ તે સમયનાં ચાર લક્ષણ દર્શાવે છે: (૧) વિચારની અસ્પષ્ટતા (૨) ટીકા અને ભાષ્ય રચવાની પદ્ધતિ (૩) મતાંધતા (૪) મીસ્ટ્રીસીઝમ-આધ્યાત્મિક વિચાર-મોક્ષના વિચારની પ્રખળતા એ દરેક લક્ષણ તે સમયની પ્રગ્નઓની માનસિક સ્થિતિનું ભાન કરાવે છે.

હિન્દુ સમય સાથે સરખામણી

આમાંનાં કેટલાંએક લક્ષણો ખીજી મધ્યકાલીન પ્રગ્નઓની પેઠે હિન્દુ પ્રગ્નમાં પણ જોવામાં આવતાં. વસ્તુઓનાં સ્વરૂપ વિષે તત્ત્વ જ્ઞાન-દર્શનશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ જોવું-અને વિજ્ઞાનની કેવળ ભૌતિક દૃષ્ટિએ જોવું એ બેમાં ભેદ રહે છે. તેથી વસ્તુઓને પ્રત્યક્ષ જોઈને-તેમના ખાણ સ્વરૂપના પ્રત્યક્ષ અનુભવથી-કરવામાં આવતાં વર્ણન અને કેવળ તાર્કિક દૃષ્ટિથી કરેલા સ્વરૂપના લક્ષણના વર્ણનમાં ફેર પડે છે. દર્શનકારો વસ્તુને પૃથ્વી, તેજ, આપ, વાયુ, અને આકાશના ગુણોની સાથે સરખાવવાનો પ્રયત્ન કરે છે; અને તેથી ઉલટું વિજ્ઞાનીઓ વસ્તુનાં પ્રત્યક્ષ અને ઇન્દ્રિયગોચર લક્ષણો ઉપરાંત વધારે ઉંડાણમાં જવાની ઇચ્છા રાખતા નથી; તેથી વિજ્ઞાનીઓના વસ્તુવર્ણનમાં અને વિચારમાં સ્પષ્ટતા અને સરલતા પ્રાપ્ત થાય છે. કાલ્પનિક પદાર્થો અને લક્ષણોની શોધમાં અસ્પષ્ટતા અને સત્યવિરોધનો સંભવ રહે છે; નવું જ્ઞાન-નવી વિચારસૃષ્ટિ-શોધવાને બદલે ફક્ત જુના વિચારો, જુના આચાર્યો અને તત્ત્વચિંતકો ઉપર જ આધાર રાખીને, તેમને સમજવાને જહાને મ્હોટી મ્હોટી ટીકાઓ રચવામાં જ સંતોષ માનવાની પદ્ધતિથી લાભ કરતાં હાનિ વધારે છે. સ્વતંત્ર વિચાર કરવાની અને સ્વતંત્ર અન્વેષણની ટેવના અભાવને લીધે ધર્માંધતા-મતાંધતા-અને દોષાંધતાનો પ્રચાર વધી જાય છે. પ્રવૃત્તિ માત્રનું અંતિમ

લક્ષ્યમિંદુ મોક્ષની ઇચ્છા ગણવામાં આવે, અને તેની સાથે ઐહિક પદાર્થો અને ઐહિક સુખની અવગણના કરવામાં આવે, તો ભૌતિક સૃષ્ટિજ્ઞાન અને પદાર્થજ્ઞાન અને સૃષ્ટિના ભૌતિક ખળોનું જ્ઞાન મળવું અશક્ય થઈ પડે. હિન્દુ સંસ્કૃતિમાં અતિમ લક્ષ્યમિંદુ-ધર્મ, અર્થ, કામ, મોક્ષ એ ચારે સાથે રાખેલા હોવાથી તત્ત્વચિંતનની સાથે સાથે ભૌતિક સંપત્તિનો ધણાએક અંશે વિકાસ થઈ શક્યો હતો. પરંતુ યુરોપના મધ્યકાલીન સમયમાં ચારે તરફથી અધકાર પ્રસરી રહ્યો હતો; ભૌતિક વિષયોમાં પણ નવા જ્ઞાનનાં દ્વાર બંધ હતાં. કારણ કે મોક્ષની તીવ્ર ઇચ્છાથી સમાજની મહાન્ વ્યક્તિઓ મઠોમાં ધર્મસેવામાં જ મગ્ન રહેતી; અને તેથી જેમ મઠોની સત્તા, ધન, અને આબરૂમાં દિનપ્રતિદિન વૃદ્ધિ જ થતી તેમ તેમ તેમની ધર્માધતામાં અને મતપરાયણતામાં એથી પુષ્ટિ મળતી. પરંતુ તેથી સમાજની વૃદ્ધિ અને વિકાસને માટે આવશ્યક નવા દૃષ્ટિમિન્દુના અંકુરો સ્પુરવાને પ્રસંગ મળ્યા નહિ.

આરબ સંસ્કૃતિ

ગ્રીક પ્રજાઓના જ્ઞાનથી યુરોપના મહાધિકારીઓ લગભગ આઠસે વર્ષ સુધી અજ્ઞાન રહ્યા હતા. મહાન ગ્રીક તત્ત્વવેત્તા એરિસ્ટોટલના પૂરા પુસ્તકોનો લેટીનમાં અનુવાદ ઇ. સ. ૧૨૧૦-૧૨૨૫ સુધી થયો ન હતો. ત્યાર પહેલાં ધર્માધિકારીઓ અને મહાધિકારીઓ, અને પ્રાચીન સાહિત્યના અભ્યાસી પંડિતોના હાથમાં જ જ્ઞાન માત્રનો ઈર્ગિરો રહ્યો હતો. ઇસ્લામની સ્થાપના અને વિજયથી અજ્ઞાન દૂર થવાના કાંઈ પ્રસંગો મળ્યા હતા. હિંદુ વિજ્ઞાન, હિંદુ સંખ્યાંકો, અને હિંદુ ગણિત આરબ વેપારીઓ અને લશ્કરની મારફત યુરોપમાં દાખલ થયાં. એલેક્ઝાન્ડ્રીઆ, કેરો, સ્પેન, કોર્ડોવા વગેરે સ્થળોના સંબંધને લીધે આ જ્ઞાન યુરોપમાં પ્રસરતું થયું. આરબ રાજ્યની અને ખાસ કરીને મૂર સંસ્થાનોની પાઠશાળાઓથી ઘણું નવું જ્ઞાન યુરોપમાં ફેલાયું. રોમન સંખ્યાંકની

કઠંગી પદ્ધતિ આ સમયમાં જ બદલાઈ ગઈ અને હિંદુ સંખ્યાક પદ્ધતિ સર્વત્ર દાખલ થઈ. આ આરબ્બ જ્ઞાન ઉપરાંત એરિસ્ટોટલનાં પુસ્તકોનો પ્રચાર થતાં તેરમા સૈકાના પંડિતો અને ધર્માધિકારીઓની માનસિક વ્યૂહરચનામાં ઘણો ફેરફાર થયો હતો. કેટલાએક પાદરીઓ તરફથી એરિસ્ટોટલની પ્રત્યક્ષ જ્ઞાનની પ્રયોગાત્મક જ્ઞાન મેળવવાની પદ્ધતિ તરફ તિરસ્કાર દર્શાવવામાં આવતો; અને તેના પરિણામે આબેલાઈ જેવા સ્વતંત્ર વિચારકને પગવવામાં આવ્યો હતો. એરિસ્ટોટલમાં આપણને અત્યારે અપૂર્ણતા અને દોષ ઘણાએ લાગે તોપણ તે સમયના અધિકાર અને અજ્ઞાનનાં આવરણો ભેદવાને માટે તેના કરતાં ખીણ કાઢી તત્ત્વવેત્તાનાં પુસ્તકો વધારે ઉપયોગી થઈ પડે તેમ ન હતાં અને તેથી તેના પુસ્તકોનું સેડીનમાં અવતરણ થવાથી તે સમયના સૃષ્ટિજ્ઞાન, તત્ત્વજ્ઞાન અને વિચાર-પદ્ધતિમાં વિપ્લવમય ફેરફારો થયા હતા. અને તેથી જ ૧૨૦૬ માં એરિસ્ટોટલનાં પુસ્તકો સામે પારીસની પ્રાંતિક સભા તરફથી ક્રોધમય નિષેધ દર્શાવવામાં આવ્યો હતો; પરંતુ નવીન જ્ઞાનપ્રાપ્તિનો જુસ્સો અનિવાર્ય અને રોકી શકાય નહિ તેવો હોવાથી ૧૨૫૫ માં પારીસની યુનિવર્સિટી તરફથી આ નિષેધ દૂર કરવામાં આવ્યો હતો.

થોમસ એકવીનસ

આરબ્બ વિજ્ઞાન અને એરિસ્ટોટલના તત્ત્વજ્ઞાનના સંમિશ્રણથી યુરોપમાં સુદ્ધિવાદના નવાં અંકુરો પુટવા લાગ્યા. કેવલ તર્ક અને વિતંડાવાદને બદલે વિવેકપૂર્વક વિવેચનની પદ્ધતિ તરફ અને શબ્દપ્રમાણને બદલે એરિસ્ટોટલની પ્રત્યક્ષ પ્રમાણની પદ્ધતિની ઉત્તમતા તરફ વિચારકોનું ધ્યાન ખેંચવા લાગ્યું. ધાર્મિક વિવેચનમાં પણ આ પદ્ધતિ પ્રમાણે વિચારસંકલના ગોઠવવાની અગત્ય સ્વીકારવા લાગી. એક ઈટાલીઅન ઉમરાવ કુટુંબમાં જન્મેલો પાદરી થોમસ એકવીનસ (૧૨૨૫-૧૨૭૪) ખ્રીસ્તી શાસ્ત્રો અને એરિસ્ટોટલનાં

તત્ત્વજ્ઞાન અને ભૌતિક વિદ્યાનું સમાધાન કરવા તત્પર થયે; અને ધર્મવિદ્યા અને તત્ત્વજ્ઞાનનો વિરોધ સમાવવાને કરેલા તેના પ્રયત્નો થોડા અશે સફળ થયા હતા. તેણે પોતાનો મત એટલી તો સ્પષ્ટતા અને પ્રતિભાથી સમજાવ્યો કે તેથી 'એરિસ્ટોટલનું' જ્ઞાન અને ખ્રીસ્તી ધર્મનાં તત્ત્વો બંને ઈશ્વરદત્ત જ્ઞાન ગણાવા લાગ્યાં; અને તેથી તે બેમાંથી એક ઉપર ટીકા અથવા વિવેચન કરવું અશક્ય થઈ પડ્યું. ટોલેમીના વાદ પ્રમાણે વિશ્વનું મધ્યબિંદુ પૃથ્વી છે અને બધા તારકો, ગ્રહો અને સૂર્ય આ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ મત તેણે એરિસ્ટોટલના પ્રમાણથી પ્રચલિત કર્યો હતો અને તેણે એવી વિચારસૃષ્ટિ ઉત્પન્ન કરી હતી કે તેથી પ્રાચીન ધર્માધ પડિતોની વિચારપદ્ધતિ તરફ તિરસ્કાર ઉત્પન્ન થયાં; તે છતાં આપણે કબુલ કરવું પડશે કે સૃષ્ટિજ્ઞાન અને ધર્મજ્ઞાનને એકત્રિત કરી નાંખીને એરિસ્ટોટલની માફક એકવીનસે પણ તત્ત્વજ્ઞાન અને ધર્મવિદ્યાની એકતાને નામે તત્ત્વજ્ઞાનની અને વિજ્ઞાનની સ્વતંત્રતા કુબાવી હતી, અને લગભગ ચારસે વર્ષ સુધી એની પદ્ધતિ વિરુદ્ધ ટીકા કરવી એ અશક્ય થઈ પડ્યું હતું.

રોબર્ટ બેકન

આથી ઉલટું અર્વાચીન વિજ્ઞાનના ઉદયમાં સહાયભૂત થાય એવી પ્રવૃત્તિ તે જ સમયના એક અંગ્રેજ પાદરી રોબર્ટ બેકન (૧૨૧૦-૧૨૯૬) ની હતી. તેનાં વિજ્ઞાનનાં પુસ્તકો ઉપરથી તે સમયની માનસિક સ્થિતિનું ભાન થાય છે. પ્રકાશવિદ્યા, પ્રકાશના પરાવર્તન અને વક્રીભવન (રીફ્રેક્શન) ના નિયમોનો તેણે અભ્યાસ કર્યો હતો. તે ઉપરાંત કાયના આયના ત્રિપાર્શ્વ (પ્રીઝમ) અને ગોલાયનક-તાલ-લેન્સ)માંથી પ્રકાશનાં કિરણો કેવી રીતે પસાર થાય છે અને તેનો લાભ લઈને દૂરદર્શક યંત્ર કેવી રીતે બની શકે તેની સમજ તેણે મેળવી હતી. ત્રિકાળદર્શી આયના, ૩ આળવાના કાય, તોપોને માટે દારૂ, લોહચુંબક, કીમીયા એ સઘળાના

વર્ણનમાં થોડી ખરી વિગતો અને ખીજા અનુમાનો અને અગત્ય અભિપ્રાયોનું મિશ્રણ છે. તે છતાં ગણિતવિદ્યા અને ખગોળગણિતમાં તેણે પ્રવીણતા મેળવી હતી; અને પંચાંગ સુધારવાના પ્રયત્ન કર્યા હતા. તે ઉપરાંત બધાં શાસ્ત્રોમાં પ્રયોગાત્મક શાસ્ત્રની અગત્યતા તેણે સ્વીકારી હતી. કેવળ તર્ક અને ન્યાયના નિયમો ઉપર આધાર રાખવા કરતાં તેણે પ્રયોગાત્મક જ્ઞાન શ્રેષ્ઠ અને ભૂલ ન થાય એવું ગણ્યું હતું. સત્ય પ્રાપ્તિનો એકજ માર્ગ છે અને તે પ્રત્યક્ષ પ્રયોગ અને નિરીક્ષણનો છે એ સ્વીકારતાં છતાં પણ સમયનો અને પરિસ્થિતિનો પ્રભાવ એટલો બધો પ્રબળ હતો કે તેના સમયના મધ્યકાલીન પડિતોના કરતાં વધારે જાંચે તે ચઢી શક્યો નહિ. આઠપલ તેના અસલ સ્વરૂપમાં મેળવી શકાય તો તેને સ્વતંત્ર અને અંતિમ પ્રમાણ માનવામાં અને તે સમયની અંધ ધર્મશ્રદ્ધામાં માનવામાં તે ખચકાતો નહિ. તે એમ પણ ધારતો કે જ્ઞાન, વિજ્ઞાન અને તત્ત્વજ્ઞાન માત્રનો મુખ્ય ઉદ્દેશ ધર્મવિદ્યાને સર્વશ્રેષ્ઠ રાણી તરીકે પૂજવાનો અને તેની પૂજાની સામગ્રી એકત્રિત કરવાનો હતો. આ પ્રમાણે એના ધાર્મિક વિચારથી એની માનસિક વૃત્તિ અકલુષિત ન હતી અને તેનાં પુસ્તકોમાં તદ્દન સ્વતંત્ર વિચારોની સાથે તે કાળના વહેમો અને કિલ્લટ અભિપ્રાયોનો અંકુર જોવામાં આવે છે, પરંતુ તે સમય જ એવો કઠિન હતો કે પ્રચલિત ધાર્મિક વિચારથી સ્વતંત્ર અભિપ્રાય દર્શાવવા જ અશક્ય હતા. એકાદ પોપની મહેરબાનીથી રોજર પોતાનાં પુસ્તકો લખી શક્યો હતો; પરંતુ તે પોપના મૃત્યુ પછી તેને કેદમાં નાંખવામાં આવ્યો હતો અને તે પંદર વર્ષ સુધી (૧૨૭૭-૧૨૯૩). આ પ્રમાણે એનું જીવન એના ધર્મના અનુયાયીઓની પજવણીથી કલુષિત થયું હતું; તેવી જ રીતે તેની ઉચ્ચ માનસિક વૃત્તિ પણ તે જમાનાના દોષથી કલંકિત થઈ હતી. તે છતાં એના પુસ્તકો અને એની બુદ્ધિ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં એને અમર સ્થાન અપાવે છે. પ્રયોગાત્મક વિજ્ઞાનનો સ્થાપક અને પિતા તેને ગણી શકાય. ૩૫૮ વર્ષ પછીના એના નામરાશિ લોડ એકનના

માટી'ન દ્યુથર

રૈબર એકનની માનસવૃત્તિ તે સમયના ખીજ તત્ત્વવેતાઓમાં ધીમે ધીમે પ્રગટ થતી જોવામાં આવે છે. એકવીનસે ધર્મ અને તત્ત્વજ્ઞાનની જે એકતા ખતાવી હતી તેમાંથી છૂટવાના તુટક યત્નો થવા માંડ્યા હતા. ડન્સ સ્કૉટસ (૧૨૬૫-૧૩૦૮) નામના એક તત્ત્વવેતાએ ઇશ્વરની સર્વ શક્તિમતાની વિરૂદ્ધ મનુષ્યની સ્વતંત્ર ઇચ્છાનો સિદ્ધાન્ત શિખવવાનો શરૂ કર્યો હતો. વિલીઅમ ઓફ ઓક્સમ (મૃત્યુ ૧૩૪૫) નામના ખીજ અંગ્રેજ વિચારકે પાર્થિવલના અને પાદરીઓના ઘણા મતોની વિરૂદ્ધ ઝુંડો ઉઠાવ્યો હતો, અને તેના પુસ્તકોનો ધર્માધિકારીઓ અને પારીસની યુનિવર્સિટી તરફથી નિષેધ કરવામાં આવ્યો હતો. પરંતુ આ ધર્માધતા બહુ વખત ચાલી નહિ: અને માટી'ન દ્યુથર (૧૪૮૩-૧૫૪૬) ના સામાજિક અને ધાર્મિક વિચારોના પ્રખળ મંથનને લીધે સ્વતંત્રતાના સંગ્રામમાં આ ધર્માધતાને સંહાર થઈ ગયો. મોક્ષની ઇચ્છાથી ઘણા લોકો મંદિરો અને દેવળોને માટે પૈસા આપતા થયા હતા, પોપની મારફત સ્વર્ગ ઉપર નાણાંની ડુંડીઓ વેચાતી અને મૃત્યુ પછી સ્વર્ગમાં આ નાણાંનો ઉપભોગ મળવાની ખાત્રી આપવાને લીધે પોપના ખજાના હમેશ ભરપૂર રહેતા. તે સમયમાં યુરોપમાં બધાયેલા મહોટા મંદિરો અને દેવાલયો જોઈને આપણને આજે આનંદ થાય છે. તે છતાં તે મંદિરો બાંધવાને માટે આવશ્યક ધન મેળવવાની પદ્ધતિને લીધે પોપના મહેલોમાં પ્રસરેલી અનીતિ અને બહારની પ્રજાના અજ્ઞાન અને અધશ્રદ્ધા જોઈને શોક થાય છે. તે દૂર કરવાને માટી'ન દ્યુથર જેવા સુશિક્ષિત અને ધર્મપરાયણ પાદરીની જરૂર હતી, જે કે તેણે વૈજ્ઞાનિક કાર્ય કાંઈ કયું ન હતું પરંતુ ધાર્મિક વિચારની સ્વતંત્રતા સિદ્ધ કરીને, સત્યને માટે દુઃખ સહન કરવાની તત્પરતા દર્શાવીને, બુદ્ધિવાદની અને વિજ્ઞાનવૃત્તિની સ્થાપનાને અનુકૂલ વાતાવરણ તેણે ઉત્પન્ન કર્યું હતું. અને તેથી જ મધ્યકાળના અંતે અને અર્વાચીન વિજ્ઞાનના ઉદયના સમયની સંધ્યાના કાળમાં તેની કીર્તિ ચિરસ્થાયી રહેશે.

પ્રકરણ
૮ મું :

અર્વાચીન સમય-સામાન્ય લક્ષણો

વિજ્ઞાનનું ઐતિહાસિક દિગ્દર્શન (ચાલુ)

ખરૂં જોતાં અર્વાચીન વિજ્ઞાનની શરૂઆત અદ્વારમા અને ઓગણીસમા સૈકામાં થઈ ગણાય. પરંતુ તેનાં મૂળ પંદરમા સૈકામાં નાખાયા હતા. આપણે પ્રાચીન અને મધ્યકાલીન સમયને જૂદા રાખ્યા છે; તે કાળના કરતાં જૂદાં જ લક્ષણો આ અર્વાચીન સમયમાં પ્રાપ્ત થાય છે. પંદરમા સૈકા પછીના લગભગ પાંચસે વર્ષના સમયને જૂદા એક જ વિભાગમાં રાખવામાં કેટલાએક પ્રકારના દોષ છે: તે છતાં તે પહેલાના સમયથી આ સમય અનેક રીતે જૂદા પડે છે. એ ભિન્નતા કેટલીએક રીતે સ્પષ્ટ છે. પ્રથમ તો ધર્મ-વિચારથી તત્ત્વજ્ઞાનને સ્વતંત્ર સ્થાન મળવા માંડ્યું; તત્ત્વાન સ્વતંત્ર થયા પછી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણની પદ્ધતિ પણ સ્વતંત્ર થઈ પ્રાચીન સમયની universal ideas-mental concepts સામાન્ય જાતિ-તત્ત્વની કલ્પનાને બદલે, અને abstract અમૂર્ત વિચારસૃષ્ટિને બદલે, વધારે મૂર્ત વસ્તુઓના વર્ણન અને વિચારની અગત્ય સ્વીકારાવા લાગી. ઘટ અને પટના સ્વરૂપના વર્ણનમાં ઘટત્વ અને પટત્વ જેવા અમૂર્ત વિચારને બદલે ઘટને જોવાની, નીહાળવાની, નિરીક્ષણ કરવાની, તેના ખાલ્લસ્વરૂપ અને ખાલ્લવર્તનની નોંધ કરવાની અગત્ય વધારે તીક્ષ્ણ રીતે જણાવા લાગી. કેવલ અમૂર્ત ભાવો જ સ્થિર છે અને ખાલ્લસ્વરૂપ હલ-માયા છે એ પ્રાચીન વિચાર તત્ત્વજ્ઞાનીઓને પણ ખોટા લાગવા માંડ્યાં. ઇદ્રિયગ્રાહ્ય વસ્તુઓની સત્યતા સાધારણ દષ્ટિએ પણ ખરી લાગવાથી વૈજ્ઞાનિક પ્રયોગની પદ્ધતિની વાસ્તવિકતા જણાવા લાગી. પ્રયોગાત્મક વિજ્ઞાન એ આ સમયની વિલક્ષણતા સૂચવે છે. તેમાં પણ છેલ્લાં પાંચસે વર્ષમાં આ વિલક્ષણતાના કેટલાં અને કેવાં રૂપાંતરો થયાં છે, અને તે કેવી રીતે અને કાના પ્રયત્નોથી રચાયા છે તે જાણવું આવશ્યક છે. આ સમયના વૈજ્ઞાનિક ઇતિહાસની અગત્ય એટલી બધી છે કે

તે સમયના સાધારણ એટલે સામાન્ય લક્ષણો અને વિજ્ઞાનની વિરિધ શાખાઓના ઇતિહાસનું વર્ણન એ ખંતેના જૂદા વિભાગ કરવા યોગ્ય લાગે છે. વિજ્ઞાનની શાખાઓના વિકાસનો વિચાર કરતાં પહેલાં આ સામાન્ય લક્ષણો અને તે સમયની પરિસ્થિતિ સમજવી જોઈએ: કારણ કે પ્રથમ તો વિજ્ઞાન માત્ર એક ગણાતું, પરંતુ અનેક પરિસ્થિતિને લીધે તેની શાખાઓ વધતી ગઈ. તે કાર્યમાં ક્યા લક્ષણો કેટલા અંશે ઉપકારક હતા તે જાણવું ઐતિહાસિક દૃષ્ટિએ અગત્યનું છે.

(૧) ખારમા અને તેરમા સૈકામાં વધેલો મુસાફરીનો શોખ (૨) ઇટલી મારફત યુરોપનું થયેલું જ્ઞાનપુનર્જીવન (૩) છાપવાની કળાની શોધ (૪) છૂટાછવાયા વૈજ્ઞાનિકોને ખદ્દે વૈજ્ઞાનિક સલાઓની મારફત અન્વેષણ કરવાની પ્રથા (૫) મનુષ્યના જ્ઞાનના સાધનોમાં યંત્રકળાથી થયેલી વૃદ્ધિ (૬) વિજ્ઞાનની વધતી જતી લોકપ્રિયતા, (૭) અર્વાચીન વિજ્ઞાનની સાર્વત્રિકતા, એ સાત મુખ્ય લક્ષણોને લીધે અર્વાચીન વિજ્ઞાન પ્રાચીન વિજ્ઞાનથી જૂદું પડે છે: અર્વાચીન વિજ્ઞાનનું વધારે સ્થૂલ સ્વરૂપ જોઈએ તે પહેલાં આ લક્ષણો સંબંધી થોડો વિચાર કરીએ.

મુસાફરીનો શોખ

યુરોપમાં મુસાફરીનો શોખ ઇસ્વી. ખારમા શતકમાં ધણું વધ્યો હતો. પ્રાચીન સમયના વહાણવટીઓ વેપારને માટે ધણું દૂર સુધી જતા હતા: હિન્દ, અરબસ્તાન, મિસર, ગ્રીસ વિગેરે દેશોની સાથેનો યુરોપનો વેપારનો સંબંધ દરિયા માર્ગે હતો એ વાત પ્રસિદ્ધ છે. લાંબી દરિયાઇ મુસાફરીમાં તારા, ગ્રહ, અને નક્ષત્રોને લીધે જ તેમને દિશાનું જ્ઞાન થતું હતું; પરંતુ દિવસના જ્યારે આ તારાઓ દેખાય નહિં અથવા રાત્રે વાદળાં અને ધૂમસમાં તેમની સ્થિતિ જાણાય નહિં તો આ મુસાફરીમાં ઘણી મુશ્કેલી નડતી. હોડાયંત્રની શોધથી આ સંબંધી મુશ્કેલી દૂર થવા પામી હતી;

હોકાયત્ર ચીનમાં પહેલું વપરાતું હતું અને હિંદી વહાણવટીઓ પશ્ચિમ તેનો ઉપયોગ ધણા પ્રાચીન સમયથી જાણતા હતા, એમ ધારવાને કારણે છેક પરંતુ યુરોપમાં આ યત્ર લગભગ ઇ. સ. ૧૩૦૦ સુધી કાઠના જાણવામાં ન હતું. લોહચુંબક ધાતુ ખનિજમાંથી મળી આવે છે અને તેનામાં લોખંડની વસ્તુઓને આકર્ષણ કરવાની શક્તિ રહેલ છે એ અનુવલ ધણાને થયેલો હતો. આ ચુંબકત્વવાળા લોખંડના ટુકડા અથવા સોયને પાણીમાં તરતી રાખવામાં આવે અથવા તે એક અણીદાર ધરી ઉપર ટેકાવવામાં આવે અથવા તે એક ઝીણી દોરીથી અદ્ધર ટાંગવામાં આવે તો તેનો એક છેડો ધણું ખરું ઉત્તરદક્ષિણ દિશામાં જ રહે છે, એ વાતનો અનુભવ નેપલ્સના એક વહાણવટી ફ્રેવીઓ ઝીઓનાને થયો હતો. સોયની ઉપર એક જાડો કાગળ ચોડીને તેની ઉપર સોયના એક છેડાને ઉત્તરની નિશાની કરવામાં આવે તો પછી તેમાંથી ખીણ દિશાઓ ફલિત થાય છે. આ પ્રમાણે દિશાનું જ્ઞાન નકી થયા પછી વહાણવટીઓનું કામ ધણું સહેલું થઈ ગયું છે: આવી રીતે સંજ્ઞ થયા પછી ધનની લાલસાએ કોલમ્બસ, વાસ્કોડીગામ, અને મેગલેન જેવા અડગ વહાણવટીઓ પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરવાના પ્રયત્ન આદરી શક્યા હતા. હિન્દુસ્તાન તરફ જવાના નવા રસ્તાની શોધ કરવા જતાં કોલમ્બસને અમેરિકાની શોધ કરવાનું માન ૧૪૯૨ માં મળ્યું હતું: વાસ્કોડીગામાએ આફ્રીકાના દક્ષિણે થઈને હિન્દ તરફ જવાનો માર્ગ ૧૪૯૮માં શોધી કહાડ્યો હતો: મેગલેનનું વહાણ ૧૫૧૯ માં પૃથ્વીની લગભગ પુરી પ્રદક્ષિણા કરવામાં ફતેહ પામ્યું હતું વહાણવટીઓના આ અનુભવથી સિદ્ધ થયું કે પૃથ્વી ગોળ છે. દરિયાની સપાટી પર દૂર જતાં વહાણ કેવી રીતે અદ્દશ્ય થાય છે અને નજીક આવતાં વહાણ કેવી રીતે ધીમે ધીમે દશ્યમાને થાય છે તે જોતાં જ પૃથ્વી ગોળ હોવી જોઈએ એમ નિશ્ચય થાય છે; તેવી જ રીતે જુદા જુદા ભાગમાં નવા નવા તારા અને નક્ષત્રો જોઈને પૃથ્વી સપાટ નથી એમ ખાત્રી થાય મે, કારણ કે સપાટ જમીન ઉપર આખા

વર્ષમાં એક જાતના તારા અને નક્ષત્રો દેખાવા જોઈએ. આ વહાણવટીઓના અનુભવથી અને માર્કોપોલો અને ટ્રાવર્નીઅર જેવા મુસાફરોનાં વર્ણનોથી વિદ્વાનોની ખાત્રી થવા લાગી કે આપણા વિશ્વ વિષે જાણવાનું ઘણું ખાટું છે અને પ્રાચીન ગણ્યાતા વિદ્વાનોનું જ્ઞાન સર્વાંશે સંપૂર્ણ ન હતું. આ પ્રમાણે નવા જ્ઞાનની કદર થતી ગઈ અને અધિકારનો નાશ થવાની તૈયારી બધી રીતે થવા માંડી.

ઘટલીમાં જ્ઞાનપુનર્જીવન

આજ સમયમાં સાહિત્ય, કવિતા અને પ્રાચીન પુસ્તકોના અભ્યાસ તરફ યુરોપની લગભગ બધી પ્રજાઓનું ધ્યાન ખાસ કરીને ખેંચાયું હતું. તેમાં પણ ઇટાલીના અમુક શહેરોમાં આ કામ ઘણી જ ઉત્તમ રીતે થવા લાગ્યું હતું, કારણ કે તે શહેરોમાં વહાણવટીઓ અને વિદેશી વેપારીઓ અને ખીજા સાહસિક વ્યક્તિઓના સમાગમમાં આવવાથી નવું જ્ઞાન મેળવવું શક્ય થઈ પડ્યું હતું. દેશવિદેશના વેપારથી યુરોપની સમૃદ્ધિની સ્થાપના થઈ હતી: પ્રજાને શાન્તિ અને સંપત્તિ મળવાથી ઉચ્ચજ્ઞાનની પ્રાપ્તિની અભિલાષા પ્રદીપ થઈ હતી. પ્રાચીન ગ્રીસની ઉન્નતિના છેલ્લા બે સૈકામાં ખીજા દેશોની સાથેના યુદ્ધમાં મેળવેલી હુટ અને શુભામોની મદદથી દેશને આરામ અને સ્વસ્થતા પ્રાપ્ત થઈ હતી તેથી ગ્રીક પ્રજા સંસ્કૃતિની ઉચ્ચ પરાકાષ્ટાએ પહોંચવાને શક્તિમાન થઈ હતી. તેવી જ રીતે વેપારથી અને મુસાફરીના લાભથી ઇટલીમાં આ સમયમાં ઉચ્ચ જ્ઞાનના અંકુરો પુટવા લાગ્યા હતાં, અને ત્યારથી આ પુનર્જીવનની શરૂઆત થઈ હતી. પ્રાચીન ગ્રીસમાં રાજકીય અવ્યવસ્થા અને ખીજા કારણોને લીધે આ પ્રગટાએલા જ્ઞાનદીપક ચારે તરફથી આહુતિઓ પુરવામાં આવી, અને “ રેનેસાં ” પછીના સમયમાં આ જ્ઞાનદીપનો પ્રકાશ સતત રીતે પૃથ્વીના સર્વ દેશો ઉપર પડતો આવેલા છે. નિષ્કૃતિને લીધે તેમજ

વધતાં જતાં જ્ઞાનની ઉત્ક્રાંતિને લીધે પાંડિતોની કેવળ દીકાઓ વાંચવાને બદલે પ્રાચીન લેટીન અને ગ્રીક ગ્રંથોની અસલ પ્રતોને અભ્યાસ કરવાની પદ્ધતિ શરૂ થઈ: તેથી મધ્યકાલીન પાંડિતોની યુદ્ધિરોધક પ્રવૃત્તિ તરફ શંકા અને તિરસ્કારની નજરે જોવાનું શરૂ થયું. વહાણુવટીની શોધોથી, ખીજા દેશોના જ્ઞાન વિનિમયથી, અને દીકાકારોની સ્વતંત્ર રીતે અભ્યાસ કરવાની પદ્ધતિથી સાહિત્ય, કલા અને વિજ્ઞાન એ બધા વિષયોમાં યૂરોપમાં નવું ચેતન પ્રાપ્ત થયું.

મુદ્રણ કળા

આજ સમયમાં મુદ્રણ કળાની શોધ (૧૪૬૪) તેમજ કાગળ બનાવવાના હુન્નરની શરૂઆત થઈ. બાઇબલ પહેલીવાર જર્મનીમાં ૧૪૫૫ માં છપાયું; ઇટલીમાં પહેલું છાપખાતું ૧૪૬૫ માં નીકળ્યું; અને ઇંગ્લંડમાં કેકસ્ટને ૧૪૭૪માં પહેલું છાપખાતું કાઢ્યું. પુસ્તકોની નકલ કરવામાં પહેલાં ઘણો જ સમય જતો અને તેથી જ્ઞાનના પ્રચારમાં ઘણી મુશ્કેલી નડતી. પરંતુ છાપવાની સગવડ થયા પછી સેંકડો પુસ્તકો છપાતાં અને વેચાતાં થયાં, પ્રાચીન ગ્રીક પુસ્તકોના અનુવાદ વાંચવાની બધાને સગવડ મળવા લાગી; તેવી જ રીતે નવી નવી શોધો અને મુસાફરીના અહેવાલ દેશપરદેશોના વિદ્વાનોને સહેલથી મળવા લાગ્યા. તેથી સત્ય શોધકોને અને વૈજ્ઞાનિકોને ખીજા દેશમાં શું શું કામ અને વિચાર થાય છે તે સંબંધી જ્ઞાન સહેલથી થવા લાગ્યું. આ પ્રમાણે સ્થાનાંતર ધીમે ધીમે નષ્ટ થવા લાગ્યું અને યૂરોપની બંધી પ્રજાઓના વિદ્વાનોને એક ખીજાની સાથે સંબંધમાં આવવાના પ્રસંગો અને સગવડો વધી ગયાં. હાલના જમાનામાં છાપવાની કળાની શોધ વિષે આપણને જરાયે નવીનતા ન લાગે: પરંતુ પ્રાચીન અને અર્વાચીન કાળની સંખ્યા સમયના ઇતિહાસમાં આ કળાએ કરેલા પરિવર્તનની પ્રબળ અસર વિષે અત્યુક્તિ કરવી અશક્ય છે. છાપવાની કળાને લીધે મનુષ્યના વિચારોને સ્થાયી રૂપ મળે છે અને જો કે શિક્ષા અને ધાતુ ઉપર ભેખોના જેવું દીર્ઘાયુષ્ય સાંપ્રત યુગના

મુદ્રિત પુસ્તકોનું ગણી શકાય નહિ, તે છતાં એ પુસ્તકોની ઘણી નકલો થવાથી અને મુદ્રણ સસ્તું અને સહેલું થવાથી સારા પુસ્તકો, શુભ વિચારો, અને નવી શોધોનો નાશ થવો અશક્ય છે. ધારો કે ભૂકપથી યુરોપ જેવો આખો પ્રદેશ દરિયા નીચે ગરક થઈ જાય, તો પણ અર્વાચીન સંસ્કૃતિનો નાશ થઈ શકે તેમ નથી. શેક્સપીઅર કે મીલ્ટન, ટ્રેનીસન કે ટાગોર, ન્યુટન કે કેલ્વિન, હારવીન કે બ્રોસ એમના પ્રતિભાશાળી પુસ્તકો અમેરિકામાં, આફ્રીકા કે ખ'ડેખ'ડ અને દેશેદેશ સારી સંખ્યામાં મળી આવશે.

વૈજ્ઞાનિક સભાઓની સ્થાપના

છાપખાનાની શોધની સાથે અને છાપેલાં પુસ્તકોના પ્રચારની સાથે વિજ્ઞાનના અભ્યાસને માટે અનુકૂલતા પ્રાપ્ત કરી આપવામાં દરેક યુરોપીય દેશમાં થયેલી વિજ્ઞાન-પરિષદની સ્થાપના ઘણી રીતે સહાયભૂત થઈ હતી. 'કુદરતના ગુપ્ત સત્યો શોધવાની પ્રથમ સભા' નેપલ્સમાં ૧૫૬૦ માં સ્થપાઈ હતી, ત્યાર પછી ફ્લોરેન્સમાં ૧૬૫૧ માં એકેડેમી સ્થપાઈ. ઇંગ્લંડમાં પણ ૧૬૪૫ ની સાલથી એક સભા લંડનમાં મળવા લાગી હતી; ૧૬૪૮ માં યુદ્ધ અને વિગ્રહના સમયમાં સભાસદો ઓકસફર્ડ જઈને રહેવાથી તેઓ ત્યાં મળતા; પરંતુ ૧૬૬૦ માં ફરીથી લંડનમાં મળવા લાગ્યા. ત્યાર પછી ૧૬૬૨ માં તે સભાને રાજના ખાસ (charter) ફરમાનથી 'રોયલ સોસાયટી ઓફ લંડન ફોર પ્રોમોટીંગ નેચરલ નોલેજ' ના નામથી રજીસ્ટર કરવામાં આવી. વૈજ્ઞાનિક કાર્યમાં આ સોસાયટી અને તેના સભાસદો પોતાની કીર્તિ એટલી ઉજ્જવલ અને પ્રદીપ્ત રાખી શક્યા છે. તેના સભાસદ થવાનું માન લેવું અને (F. R. S.) એફ. આર. એસ. ની પદ્વી પ્રાપ્ત કરવી એ વૈજ્ઞાનિકોની ઉચ્ચતમ અભિલાષાઓમાંની એક હોય છે. ફ્રાન્સમાં પણ ૧૬૬૬ માં જ તેવી જ વિજ્ઞાન પરિષદ રાજ્ય યૌદ્ધમાં લુઇએ સ્થાપી હતી; આ 'ફ્રેન્ચ એકેડેમી' ની કીર્તિ પણ ઓછી નથી. જર્મની

અને બીજા દેશોમાં પણ આવી વિજ્ઞાન પરિષદો ધીમે ધીમે સ્થપાઈ હતી. આવી પરિષદો અને સભાઓ વૈજ્ઞાનિક અભિપ્રાય, અને વિચારની સ્પષ્ટતા અને એકતાની સિદ્ધિમાં અનેક રીતે ઉપકારક થઈ પડતી. આ સભાઓની સ્થાપના પછી જ વિજ્ઞાનના વિકાસની ગતિ એકદમ વધી હતી અને તેમ થવામાં તેમનું કાર્ય નહતું ન હતું, કારણ કે પ્રત્યેક પ્રસંગે કે જ્યાં ખાસ કરીતે જીવના મતની વિરુદ્ધ નવું કાંઈક કહેવાનું હોય તો એક વ્યક્તિના કરતા એક સમસ્ત સભાનું વજન વધારે પડે તેમાં આશ્ચર્ય નહિ. ઓનો, રોબર્ટ, બ્રેકન, કે ગેલીલીઓ જેવાના અંગત અભિપ્રાયો માટે તેમને પગવવામાં આવે પરંતુ આ અભિપ્રાયો એક વિદ્વાન મંડળ તરફથી દર્શાવવામાં આવે તો તે મંડળના બધા સભ્યોને પગવવાનું કે શિક્ષા કરવાનું અશક્ય જ થાય. આ રીતે વૈજ્ઞાનિક સભાઓની સ્થાપના વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં ઘણી રીતે લાભકારક થઈ પડી હતી.

યાંત્રિક સાધને, અને સૈદ્ધાન્તિક વિજ્ઞાન

યુરોપમાં સોળમાં, સત્તરમાં અને અઠારમાં સૈકામાં વૈજ્ઞાનિકો ફક્ત નરી આંખે અને સદા નિરીક્ષણથી અનુભવી શકાય એવી જ ઘટનાઓ અભ્યાસ કરી શકતા. ખગોલવિદ્યામાં પહેલું તો ઘણું ખરું કામ નરી આંખે અને વગર દૂરબીને કરવામાં આવ્યું હતું. કેપ્લરની કસના ખગોલસિદ્ધાન્તની સાપિતીમાં દૂરબીનનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો નહોતો; કેપ્લર અને ન્યૂટને પણ દૂરબીનના ઉપયોગના કરતાં ગણિતશાસ્ત્રની મદદથી તારાઓ અને ગ્રહોની ગતિ અને માર્ગ નિર્ણય કર્યા હતા. તે સમયમાં મનુષ્યના સાધારણ અનુભવથી વસ્તુઓ અને ઘટનાની સમજૂતીમાં જ વિજ્ઞાનનું કાર્ય સમાપ્ત થતું હતું. પરંતુ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્ર દૂરબીન અને તેમાંથી દેખાતા દર્શ્યોની છબી પાડી લેવાની કળાથી, તેમજ બીજા અનેક પ્રકારની યાંત્રિક શક્તિઓના જ્ઞાનથી મનુષ્યનું કુદરત અને પ્રકૃતિનું જ્ઞાન હજારો રીતે વધતું ગયું છે. સ્ટીમ એન્જીન (વરાળથી ચાલતું યંત્ર) અને બીજા

યંત્ર), અને ખીજા અનેક યંત્રોની શોધથી જે ઔદ્યોગિક પરિવર્તન યુરોપમાં અનુભવાયું છે અને વિદ્યુત્તત્વી ઘટનાના જ્ઞાનથી વિજ્ઞાનીના ટેલીગ્રાફ, ટેલીફોન, ચાલકયંત્રો, અને તાર વગર સંદેશ મોકલવાની પદ્ધતિ વગેરેથી મનુષ્યને જે આરામ અને સત્તા મળી શકી છે તેની કિંમત આંકવી સહેલી નથી. વિજ્ઞાનનાં આ પરાક્રમે ઔપપત્તિક કહેવાય એટલે કે વિજ્ઞાનનાં પરિણામો ઉપરથી અપરોક્ષ રીતે લાભ થયેલો ગણાય; તેના વર્ણન માટે આપણે વધુ રોકાઈ શકીએ તેમ નથી. પરંતુ એટલું તો કહેવું જોઈએ કે યંત્રકળાની આ શોધોની સાથે આપણું સૈદ્ધાન્તિક જ્ઞાન પણ વધતું જાય છે. દૂરખીનોથી તારા અને ગ્રહોની ગતિ સુનિશ્ચિત થઈ છે; તેમના પાલ્કરૂપ અને અંતર રચના માટે પણ કલ્પનાને બદલે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને અનુભવની ચોક્કસ હકીકતો પ્રાપ્ત કરવામાં આવાં યંત્રો ઘણાં ઉપયોગી થઈ પડ્યાં છે. આજીવોની રચનાના નિશ્ચયમાં પણ આવી યાંત્રિક યુક્તિઓ ઘણી ઉપયોગી થઈ છે. વનસ્પતિઓની વૃદ્ધિ માપનાર ઘણા જ આરીક વર્ધનલેખન યંત્રથી crescograph સર જગદીશચંદ્ર બોસે વનસ્પતિની રચના, વૃદ્ધિ અને ઉત્પત્તિ વિષે નવો જ પ્રકાશ પાડ્યો છે.

વિજ્ઞાનની લોકપ્રિયતા

નવા યુગમાં યાંત્રિક શક્તિના પરાક્રમેને લીધે વિજ્ઞાનની પ્રતિષ્ઠા સાધારણ મનુષ્યની નજરમાં વધી ગઈ છે. અર્વાચીન વિજ્ઞાનની એક વિલક્ષણતા તેની લોકપ્રિયતા છે. વિજ્ઞાનના પ્રચારની સાથે સાધારણ જનસમાજ પણ વિજ્ઞાનની કિંમત અમુક અંશે સમજવા લાગ્યો છે. ન્યૂટન, એકન, ગેલીલીઓ, ડ વી-સી, હાવે વગેરે વૈજ્ઞાનિકો તેમના પુસ્તકો લેટીનમાં લખતા અને તેથી તેમના મંડળ શિષ્યાય સાધારણ પ્રજા આ પુસ્તકથી અજ્ઞાન રહેતી; તેમ કરવાના બે કારણો હતાં, એક તો યુરોપના જૂદા જૂદા વિભાગોના વિદ્વાનોની સામાન્ય ભાષા લેટીન હતી; અને ખીજું, સાધારણ જનસમાજમાં પ્રચલિત મતોથી વિરૂદ્ધ વિચારો સ્વભાષામાં દર્શાવવામાં ધર્માધ

અધિકારીઓના જૂલમનો ભય રહેતો અને વૈજ્ઞાનિક અભિપ્રાયની સ્વતંત્રતા સાચવવી મુશ્કેલ થઈ પડતી પરંતુ એકવાર વિજ્ઞાનના પરાક્રમોની પિછાન થયા પછી જનસમાજ વિજ્ઞાન તરફ ખેંચાવા લાગ્યો, અને ધર્મને બહાને વિજ્ઞાનના પૂજકોને શિક્ષા કરવાનો વિચાર માત્ર અયોગ્ય ગણાયો. દરેક દેશમાં સ્થપાયેલી વિજ્ઞાનની મંડળીઓને લીધે, અને તેમના વિવેચનો પ્રસિદ્ધ રીતે છપાવાથી, સમાજને પણ વિજ્ઞાન સહજ ગ્લાણવાના અને સમજવાનાં સાધનો વધતાં ગયાં. ઓગણીસમા શતકમાં ઔદ્યોગિક પરિવર્તનને પરિણામે, ઇંગ્લંડમાં ઉદ્યોગો અને ધનસંપત્તિની વૃદ્ધિ થઈ હતી; પરંતુ તેની સાથે મજુરોમાં કષ્ટ, રોગ, અને ખીજ અનેક સામાજિક મુશ્કેલીઓ ઉભી થઈ હતી. તે મુશ્કેલીઓ દૂર કરવાને માટે પણ વિજ્ઞાનની જરૂર ઉભી થઈ હતી. આરોગ્યવિદ્યા, સમાજવિદ્યા, ગણનાશાસ્ત્ર, સુખજનનવિદ્યા વગેરે શાખાઓની મારફત યૂરોપમાં મજુરવર્ગ પણ વિજ્ઞાનમાં રસ લેતો થયો. રોસ્કા, હુકરલી, ટીન્ડલ, ફેરેડે, જેવા સમર્થ વૈજ્ઞાનિકોની રસિક વાણીથી તેમના ભાષણો મારફત વિજ્ઞાન ધણું લોકપ્રિય થયું છે. આ લોકપ્રિયતાથી બે પ્રકારના લાભ થાય છે. એક તો વિદ્વાનો અને સામાન્ય પ્રજા વચ્ચેના રોજના વ્યવહારનું આવશ્યકતાથી વિદ્વાનોને ભાષા અને વિચારની સરળતા પ્રાપ્ત કરવી પડે છે. ખીજું જનસમાજના ઉત્તેજનથી વિજ્ઞાનની પ્રગતિને આવશ્યક પ્રેરક બળ, અને સાધન પ્રાપ્ત થાય છે.

વિજ્ઞાનની સાર્વત્રિકતા

વિજ્ઞાનમાં ઔપપત્તિક પરિણામોમાં વ્યવહારના સાધનની સરળતા મુખ્ય છે; તેને લીધે દેશ, કાળ, અંતર, અને ભાષાના અંતરથી દૂર થયાં છે અને વિજ્ઞાનની એકતા અને સર્વતોમુખતા ઉપરાંત વિજ્ઞાનની સાર્વત્રિકતા પણ સિદ્ધ થઈ છે. પ્રાચીન સમયમાં ખાલ્ડીઆ, મિસર, ચીન કે હિન્દના વૈજ્ઞાનિકોના દરેકના અભિપ્રાયો અને સિદ્ધાન્તો જૂઠા હતા, પરંતુ હવે વિજ્ઞાનના નિર્ણયો અને સિદ્ધાન્તો દરેક દેશમાં

એક જ રીતે એક જ રૂપમાં સ્વીકારાય છે અને તે પણ ધણા જ દુર્લભ સમયમાં. એક નવા તારાની, પ્રાણીની કે વનસ્પતિની શોધ, અથવા તે નવા રાસાયણિક તત્ત્વની શોધ અથવા ભૌતિકવિદ્યાના એક નવા નિયમની શોધ થોડા જ સમયમાં પૃથ્વી ઉપર બધી પ્રજાઓમાં પ્રસિદ્ધ થાય છે. રેડીઅમની શોધ, અને એ નવા તત્ત્વમાંથી હીલીઅમ, અને ત્રાંબુ વગેરે બીજાં તત્ત્વોની ઉત્પત્તિની શોધ સ્વીકારાતાં નહિં જોવો જ સમય લાગ્યો હતો. વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિની પ્રજ્ઞાવિકા અને વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિની પ્રતિષ્ઠા એવી સારી રીતે બની છે કે અસત્ય કે ઢોંગ જરાયે ટકી શકતાં નથી. આમ હોવાથી વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણના સ્વીકારમાં દેશ કે પ્રજાના રંગના ભેદને સ્થાન રહેતું નથી. દક્ષિણ આફ્રીકાના અંધ રાજકારણમાં હિંદને સરખા હક ન મળે પણ હિંદી વૈજ્ઞાનિકો તે હવે આખી પૃથ્વીની પ્રજાઓમાં માન પામતા થઈ ગયાં છે. આંતરરાષ્ટ્રીય સભાઓમાં હવે હિંદનાં વૈજ્ઞાનિકોને પુરતું માન અને ઉચ્ચ સ્થાન મળે છે, અને તેમાં દિનપ્રતિદિન વૃદ્ધિ થતી જાય છે.



વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

અર્વાચીન વિજ્ઞાનના ઉદયનો પ્રકાશ પ્રથમ ખગોલવિદ્યા મારફત દેખાયો હતો. ધર્મ અને વિજ્ઞાનનો કલહ પણ પ્રથમ આ વિષયમાં જ ઉત્પન્ન થયો હતો. બાઇબલમાં એકવાર જે લખાઈ ગયું તેજ 'ખરૂં', અને તેનાથી વિરુદ્ધ કાંઈ પણ લખી કે એલી શકાય નહિ એ પ્રથા પડી ગઈ હતી. પૃથ્વી અને ખગોલનાં સ્વરૂપ અને બંધારણ વિષે પ્રચલિત ધર્માર્થ અભિપ્રાયોથી સ્વતંત્ર વિચારોની ઉત્પત્તિ જ અશક્ય હતી. વખતે એવા વિચારો ઉદ્ભવે તો પણ તેમને પ્રકટ કરવાનું, અને પ્રકટ થયા પછી પણ તેનો સ્વીકાર થવાનું કામ બહુ જ મુશ્કેલ હતું. તે છતાં પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને સૈદ્ધાન્તિક વિચાર, દૂરબીન અને ગણિત એ એના સહકારથી ખગોલવિદ્યા સ્વતંત્ર શાસ્ત્ર તરીકે પોતાનું સ્થાન પ્રથમ મેળવી શકી. ગણિતશાસ્ત્રની ચોકસાઈ ખગોલવિદ્યાને ચોક્કસ બનાવે છે: વિજ્ઞાનની નિશ્ચિતતા* વિજ્ઞાનની કાંઈ પણ શાખામાં મળી આવતી હોય તો ખગોલવિદ્યામાં પ્રાપ્ત થાય છે.

લીઓનાર્ડો ડે વીન્સી

યૂરોપમાં અર્વાચીન વિજ્ઞાનના સ્થાપકોમાં લીઓનાર્ડો ડે વીન્સી (૧૪૫૨-૧૫૧૯) એ ઇટાલીઅનનું નામ પ્રતિષ્ઠિત છે. તે એક પ્રસિદ્ધ વકીલનો પુત્ર હતો; અને ગર્ભશ્રીમંત હોવા છતાં વિદ્યા વિલાસી અને મહેનતુ હતો. પોતાના સૌન્દર્યથી તેમ જ રીત-ભાતની શિષ્ટતાથી, તીક્ષ્ણ બુદ્ધિ અને શુદ્ધચારિત્ર્યથી તેણે કલા અને વિજ્ઞાનનાં વિવિધ ક્ષેત્રો પલ્લવિત કર્યાં હતાં. તે રાગ્નઓનો મિત્ર હતો છતાં વિદ્વાનો અને કલાકારોની સાથે સારા સંબંધમાં રહેતો. જગતના ઇતિહાસમાં એના જેવા સર્વ વિદ્યાસંપન્ન અને જ્ઞાનના દરેક ક્ષેત્રમાં પ્રવીણતા પ્રાપ્ત કરનારા જવલ્લે જ

* certainty of Science

મળી આવે છે. તેનું મુખ્ય કાર્ય ચિત્રકાર અને શિશ્પકારનું હતું. પરંતુ ભૌતિકશાસ્ત્ર, ઇજનેરી કલા, યંત્રવિદ્યા, અગોલવિદ્યા, શ્વ-વિદ્યા, તત્ત્વવિદ્યા ઉપરાંત બીજા અનેક વિવેચનોમાં તેણે ખ્યાતિ મેળવી હતી. ધાર્મિક પંજવણીના ત્રાસથી તેણે લખી રાખેલાં ચૌદ પુસ્તકો પ્રસિદ્ધ કર્યાં નહોતા; પરંતુ તેના આ પુસ્તકો તેના શ્વતાં જ પ્રસિદ્ધ થયાં હોત તો પંદરમા અને સોળમા સૈકામાં વિજ્ઞાનને ઇતિહાસ બુદ્ધિ જ રીતે લખાત તે નિર્વિવાદ છે. પ્રાચીન પંડિતો અને ટીકાકારો ઉપર વિશ્વાસ રાખવાને બદલે કુદરતનું પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગાત્મક અનુભવ સિવાય સૃષ્ટિનું વાસ્તવિક જ્ઞાન થઈ શકે જ નહિ એ સાદો સિદ્ધાન્ત તેણે યુરોપમાં પહેલી જ વાર સફળતાથી પ્રતિપાદન કર્યો હતો. તેના જેવા વ્યવહાર-કુશળ અને અનુભવી પુરૂષને ચિત્ર કાઢવામાં, મકાન બાંધવામાં, અથવા તો નવા યંત્રો યોજવામાં પ્રાચીન પંડિતો શુ કહી ગયા છે તે કામમાં આવે તેમ નહોતું અને તેથી જ તેને પ્રાચીન વાતાવરણના ઝેરની અસર લાગી નહોતી. ઇંગ્લંડમાં ફ્રાન્સીસ બેકને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ માટે નવી વિચારપ્રણાલિકા બાંધવાની શરૂઆત કરી તે પહેલાં લીઓનાર્ડો ડે વીન્સીએ પોતાનું કાર્ય તે પદ્ધતિ પ્રમાણે શરૂ કર્યું હતું. યંત્રવિદ્યાના મૂલરૂપ 'લીવર' ના સ્વરૂપ વિષે, જલ અને પ્રવાહી પદાર્થોની ગતિ અને શક્તિના નિયમો વિષે પ્રવાહી વસ્તુઓમાં તરંગો, હવામાં તરંગો, ધ્વનિતરંગો, પ્રકાશતરંગો વગેરે વિષયોમાં તેણે નવી નવી ઘટનાઓનો નિર્દેશ કર્યો છે. એક રીતે અર્વાચીન અગોલવિદ્યાનો તે પિતા ગણી શકાય. પૃથ્વી નાશવંત છે પરંતુ અગોલના અહો દિવ્ય હોવાથી અનંત છે એવા એરિસ્ટોટલના પ્રચલિત વિચારોથી વિરૂદ્ધ થઈ ને તેણે પૃથ્વી અને બીજા અહો વગેરેની ગતિ એક સરખી રીતે નિયમિત છે એ સિદ્ધાન્ત પ્રતિપાદન કર્યો હતો. ભૂવિદ્યા, શરીરરચનાવિદ્યા, શરીરવ્યાપારવિદ્યા, રક્તપરિક્રમણ, આંખની

રચના વગેરે વિષયોમાં પણ લીઓનાર્ડોએ પોતાની પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિનાં ફલોનો સ્વાદ ચાખ્યો હતો. કીમીઓ, ગદ્દ અને જ્યોતિષની વિરૂદ્ધ તેણે ઘણું લખ્યું હતું. સૃષ્ટિનું નિયમન અચુક નિયમસર થાય છે તે વિષે તેણે ખાત્રીપૂર્વક વિચારો દર્શાવ્યા હતા. લીઓનાર્ડો પોતાની અંગત મૈત્રી, રાજદરબાર એને સમાજમાં પ્રતિષ્ઠા વગેરે કારણોને લીધે પોતાના જીવતાં જ વૈજ્ઞાનિક તરીકે સાફ માન પામ્યો હતો.

કોપરનીકસ

લીઓનાર્ડોની માફક તેનો સમકાલીન ખજોલવેતા નેકોલસ કોપરનીકસ (૧૪૭૩-૧૫૪૩) તે સમયની ધર્માધતાથી બચી જવા પામ્યો હતો. તેણે ટોલેમીના પ્રાચીન સિદ્ધાન્તથી વિરૂદ્ધ જર્મને પૃથ્વી સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ સિદ્ધાન્ત પ્રતિપાદન કર્યો. પોપ તરફથી સહિષ્ણુતા અને કાંઈક સહાનુભૂતિ મળ્યા પછી તેનું પુસ્તક છપાવવાની રજા મળી, તે પણ લગભગ તેના મૃત્યુ સમયે જ પરંતુ ઉશ્વરે મનુષ્યને માટે ખાસ બનાવેલી પૃથ્વી સૂર્ય પ્રદક્ષિણા કરે એ વિચાર જ બાઈબલ વિરૂદ્ધ અને મનુષ્યની માનદષ્ટિને હાનિકારક લાગતો હતો ! તેથી પોપરાજ્યમાં ફરી ધર્માધતાનો પ્રચાર થતાં ૧૬૧૬ માં આ પુસ્તકનો નિષેધ કરવામાં આવ્યો, અને તેના “સિદ્ધાન્તો બાઈબલ વિરૂદ્ધ અને ખોટા છે” એવું ખાસ ફરમાન પણ કાઢવામાં આવ્યું. આ નિષેધ લગભગ ૨૦૦ વર્ષ સુધી રહ્યો, અને ઉ. સ. ૧૮૨૨ સુધી કોપરનીકસનો સિદ્ધાન્ત પોપને અને રોમન કેથોલીક પંથીઓને અસ્વિકાર્ય હતો પૃથ્વી સૂર્યમંડળનું મધ્યબિંદુ તરીકે પરંતુ સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ સિદ્ધાન્ત દર્શાવવાને માટે ૧૬૦૦ માં યુનોને જીવતો બાળી મુકવામાં આવ્યો હતો. ગેલીલીઓ (૧૫૬૪-૧૬૮૨) પાસે પણ આવા જ ગુન્હાઓ માટે બળાત્કારથી મારી મંગાવવામા આવી હતી. ગેલીલીઓનો* બીજો અપરાધ એ હતો કે તેણે પદાર્થોની પતનગતિ વિષે

* ગેલીલીઓ અને યુનોના સત્ય માટેના આગ્રહ વિષે જુઓ પ્રકરણ ત્રીજું.

એરિસ્ટોટલની વિરૂદ્ધ મત દર્શાવ્યો હતો: તે ઉપરાંત, પીસાના ટાવર ઉપરથી હલકી અને ભારે વસ્તુ એક જ સાથે નીચે પડે છે એ પ્રત્યક્ષ પ્રયોગથી એરિસ્ટોટલને ખોટો પાડવાનો પ્રયત્ન કર્યો હતો! તેના શત્રુઓએ તેને છેવટ સુધી છોડ્યો નહિ અને તેના જીવનનો અંત:કાળ અંધાપામાં અને ગરીબાઈમાં કાટવો પડ્યો હતો.

કેપ્લર

આ પ્રમાણે અનેક રીતે ત્રાસ પામવા છતાં પણ વિજ્ઞાનના પ્રથમ ભકતો પોતાના કર્તવ્યમાંથી ચલિત થતા નહોતા. ટાઈકો બ્રાહી અને તેના શિષ્ય કેપ્લર (૧૫૭૧-૧૬૩૦) ને આ ત્રાસથી એક ગામથી ખીન્ને ગામ ભટકવું પડતું; આખરે બ્રાહીમીઆના રાજના આશ્રયથી આ ત્રાસ કાંઈક ઓછો થયો હતો. ખગોલવિદ્યાના ઇતિહાસમાં ટાઈકો, કેપ્લર અને ગેલીલીઓ એ ત્રિપુટીનાં નામ અમર રહેશે. તેમનો સ્વભાવ અને તેમનું જીવનકાર્ય લિન્ન લિન્ન પ્રકારનું હોવા છતાં, તેમણે ખગોલવિદ્યાના જ્ઞાનમાં અજબ રીતે વૃદ્ધિ કરી છે. ટાઈકોનું કામ શુષ્ક અને નીરસ હતું. આકાશનું સત્રિદિવમ નિરીક્ષણ કરીને ખગોળ વિષેની બધી હકીકતો અને તથ્યો એકઠાં કરીને નોંધી રાખવાનું કામ ધણાને કંટાળાભરેલું લાગે. પરંતુ આ પ્રમાણે બધી વિગતો એકઠી થઈ ન હોત તો તથ્યો અને સાધનો વિના કેપ્લરના પ્રસિદ્ધ નિયમોની શોધ થઈ શકતી નહિ. ગેલીલીઓ પણ ઉમંગી અને ઉત્સાહી નિરીક્ષણ હતા; આકાશ અને ખગોળના સૌન્દર્યનો એ પરમ પૂજક અને ભકત હતા; અને આ સૌન્દર્ય નિરીક્ષણનો લાભ સાદી ભાષામાં લોકોને સમજાવવામાં આનંદ લેતા. કેપ્લરનીકસનો સૂર્યમધ્યવાદ ખરો છે અને પૃથ્વી સૂર્યની પરિક્રમા કરે છે એ સિદ્ધાન્ત તેણે એવી સરેજતા અને સ્પષ્ટતાથી સમજાવ્યો હતો કે સાધારણ મનુષ્ય પણ પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણથી પોતાની ખાત્રી કરી શકે. તેનાથી 'કેપ્લરનું' કામ જુદા પ્રકારનું હતું. તે ગણિતશાસ્ત્રી હતો અને પોતાની ખુદ્ધિ અને વિચાર શક્તિથી જ પોતાના ગુરુ ટાઈકોએ મેળવેલાં તથ્યો ઉપરથી ત્રણ

૨૨૦
૬૭
૬

નિયમો તારવીને તેમનું સમર્થ રીતે પ્રતિપાદન કર્યું હતું. (૧) ગ્રહોની કક્ષા સાધારણ માન્યતા પ્રમાણે ગોળ એટલે વર્તુલાકાર નથી પરંતુ લંબવર્તુલાકાર ellipse હોય છે. (૨) ગ્રહો સૂર્યની સમીપ હોય ત્યારે તેમની ગતિ વધારે ત્વરિત થાય છે અને સૂર્યથી દૂર હોય છે ત્યારે ગતિ ધીરી પડે છે. (૩) ગ્રહની ગતિનો વેગ તેમની અને સૂર્યની વચ્ચેના અંતરની ઉપર આધાર રાખે છે. આ છેલ્લો નિયમ શોધતાં અને તેને ગણિતથી સિદ્ધ કરતાં કેપ્લરને વર્ષો સુધી મહેનત કરવી પડી હતી અને ત્યારે આ સિદ્ધાંતનું પ્રમાણ તેને સૂઝ્યું, અને બીજા અનેક પ્રયત્નો નિષ્ફળ થયા પછી આ યત્ન સિદ્ધ થયો અને એ સ્વપ્ન જ છે એમ તેણે કેટલાએક સમય સુધી માન્યું હતું. કેપ્લરે, ટાઇકો અને ગેલીલીઓના નિરીક્ષણની નોંધ ઉપરથી તર્કબુદ્ધિ અને ગણિતચાતુર્ય વાપરીને નિયમોનું સંશોધન અને સ્થાપન કર્યું હતું; આ નિયમો ખરા છે એ તેની ખાત્રી થઈ હતી; પરંતુ શા કારણથી તે ખરા પડે છે અને તેનું મૂળ કારણ શું છે તે શોધવાનું માન પચાસ વર્ષ પછી સર આર્થર્ડક ન્યૂટન નામના પ્રતિભાશાળી અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિકને જ ઘટે છે.

એકન અને ડ કાર્ટીઝ

લોડ એકન (૧૫૬૧-૧૬૨૬) નામના અંગ્રેજ વિદ્વાને વિજ્ઞાનની અભ્યાસ પદ્ધતિ સંબંધી નવો પ્રકાશ પાડ્યો હતો; અનુભવસિદ્ધ પ્રત્યક્ષ જ્ઞાન ખરું છે, અને નિયમો સિદ્ધ કરતાં પહેલાં તે વિષયની સઘળી વિગતો-તથો-એકઠા કરવાની આવશ્યકતા વિશે તેણે ખાસ ધ્યાન ખેંચ્યું હતું. ડ કાર્ટીઝ (૧૫૯૬) નામના ફ્રેન્ચ તરવેતાએ તે સમયમાં પ્રત્યક્ષ અનુભવથી સત્ય જાણવાની અને શબ્દપ્રમાણને ન માનવાની નવી પ્રણાલિકા શરૂ કરી હતી. આપણા જ્ઞાનમાં કોઈ પણ અપૂર્ણતા હોય અથવા અનુમાનશૂંભલામાં કોઈ પણ વિષમતા લાગતી હોય તો તે સમયે 'હું જાણું છું' તે કહેવાને બદલે 'આ સંબંધી મારી ખાત્રી નથી' એ કહેવાની

જરૂર છે. આ બંને તત્ત્વવેત્તાઓએ વિજ્ઞાનમાં ખાસ નવી શોધ કરી ન હતી; પરંતુ પ્રાચીન અને પ્રચલિત જ્ઞાનને તપાસીને અને તેમાંથી સત્યસંશોધનની વાસ્તવિક પદ્ધતિનું પ્રતિપાદન કરીને વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં તેમની કીર્તિ સ્થાપી ગયા છે.

ન્યૂટન

જે વર્ષમાં ગેલીલીઓ મરણ પામ્યો તે જ વર્ષમાં ન્યૂટન (૧૬૪૨-૧૭૨૭) નો જન્મ ઈંગ્લંડના એક નાના ગામડામાં થયો હતો. નાનપણથી તેનો બાંધો નાજુક હતો અને તેથી સ્કુલમાં તે આળસુ અને ખેદરકાર રહેતો તે છતાં પણ તેની ઉપર કોઈ દેખાણ કરતું નહિં. રમવાના વખતમાં નહાનાં યાંત્રિક રમકડાં બનાવવાનો તેને શોખ હતો અને પાણીની ઘડીઆળ, ઉંદર ચલાવી શકે તેવી નાની ઘંટી, ખેસનાર માણસ ચલાવી શકે તેવી ગાડી, વગેરે યાંત્રિક કળવાળાં રમકડાં બનાવ્યાં હતાં. ૫૬૨ વર્ષની ઉંમરે તેને ઘરના ખેતરની વ્યવસ્થા કરવા માટે મોકલવામાં આવ્યો હતો; પરંતુ તે સમયે તેનું ચિત્ત ભણવામાં હોવાથી તેને ફરીથી સ્કુલ અને કોલેજમાં મોકલવામાં આવ્યો. તેના પાઠશાળાના અભ્યાસક્રમના અંતે તેણે પોતાના નામથી પ્રસિદ્ધ થયેલી ત્રણ મોટી શોધો સંબંધી વિચાર કરવાનું શરૂ કર્યું હતું. ગણિતવિદ્યામાં (ડિકર-શીઅલ ડેલક્યુલસ) ચલન કલનની પદ્ધતિ-તેણે ૧૬૬૬ માં શોધી કાઢી હતી; પ્રકાશનું (ડીસ્પર્ઝન) વિભાજન થવાથી સૂર્યના શ્વેત પ્રકાશમાંથી સપ્તરંગપટ દેખાય છે તે બતાવીને અને એક ગોળ પાના ઉપર સાત રંગ સાથે સાથે લગાડીને તે ફેરવવાથી તેમાંથી શ્વેત રંગ પાછો ઉત્પન્ન થાય છે તે દેખાડીને તેણે પ્રકાશનાં સ્વરૂપ સંબંધી સંશોધનની શરૂઆત કરી હતી; તેવી જ રીતે નાદ સાહિત્ય હવામાં કેવી રીતે પ્રસરે છે અને તેનાં આદોલનો કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે અને ગતિમાન થાય છે તે સંબંધી પ્રયોગો કરી ગતિના માપનની પદ્ધતિ તેણે

ખતાવી હતી. પરંતુ તેનું સૈથી મહોટું કાર્ય તો ગુરૂત્વાકર્ષણના નિયમના સંશોધનનું હતું.

ગુરૂત્વાકર્ષણ નિયમની શોધ

ચંદ્ર પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા, અને પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહો સૂર્યની પ્રદક્ષિણા શા કારણથી કરે છે તે પ્રશ્નના સંબંધી ન્યુટને ઘણાં વર્ષ સુધી વિચાર કર્યો હતો. આપણે સાધારણ રીતે એક પથ્થર અથવા દડો ગબડાવીએ તો તે ઘણુંખરૂં સીધી દિશામાં જ જાય છે અને છેવટે જમીન સાથે અથડાઇને તેની ગતિ બંધ થાય છે. પરંતુ આ ગ્રહો સીધા એક જ દિશામાં જવાને બદલે સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કેમ કરે છે ? એક વખત ન્યુટન પોતાના બાગમાં બેઠો હતો ત્યાં ઝાડ ઉપરથી એક ફળ નીચે પડતું જોઇને તેને આ પ્રશ્નનો ઉત્તર મળ્યો હતો એ દંતકથાની સત્યતા વિષે હવે શંકા લવાય છે. પરંતુ જેવી રીતે પૃથ્વી એક પડતા ફળ ઉપર આકર્ષણ કરે છે તેવી જ રીતે સૂર્ય બીજા ગ્રહો ઉપર આકર્ષણ કરે અને તેથી જ તે બધાની ગતિ વર્તુલ અથવા બીજા અમુક આકારમાં જ થાય છે એ અનુમાન ફલિત થાય એમાં કાંઈ નવાઈ નથી. એક દોરીને છેડે દડો બાંધીને ફેરવવાથી જેમ તે દડો ગોળ પ્રદક્ષિણા કરે છે તેમ બધા ગ્રહો સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે એ અનુમાન સહેલ છે. પરંતુ વિજ્ઞાનમાં આવાં ખાલી અનુમાનો અથવા તર્કો કામમાં આવી શકે તેમ નથી; અને તેથી પૃથ્વી અને ચંદ્ર, અને પૃથ્વી અને સૂર્ય એ બે વચ્ચેનું ગુરૂત્વાકર્ષણ માપી શકાય અથવા તો તેની ગણતરી કરી શકાય તો જ તે સિદ્ધાન્ત સપ્રમાણ ગણી શકાય. તે વખતે પૃથ્વીના કદની ગણતરીમાં ભુલ હોવાને લીધે ન્યુટનની ગણતરી ખોટી પડી અને ચંદ્રની ગતિ તેની ગણતરી કરતાં ઓછી હતી. જો કે આ ફેર ઘણો ન હતો અને ન્યુટનને પોતાના સિદ્ધાંતની મનમાં ખાતરી હતી તે છતાં પણ તે વિષે તેણે કાંઈ ને કહ્યું નહિ. પરંતુ તેની ગણતરીનાં કાગળીઆં

સાચવીને રાખી મુક્યાં; સોળ વર્ષ પછી એક વખતે રોયલ સોસાયટીની એક સભા વખતે પૃથ્વીના કદની ખરી માપણી નવેસર થઇ છે અને તેથી પૃથ્વીનું કદ ખરી રીતે ધારવા કરતાં વધારે મોટું છે એવું તેણે સાંભળ્યું. તે સાંભળતાંની સાથે જ તેની જીની ગણતરી યાદ આવી અને તેથી તેને ખરો જવાબ મળશે એમ ધારીને તરત જ ઘેર જઈ ને પૃથ્વીના કદનો નવો આંક લઈ તે પોતાની ગણતરી ફરીથી કરવા માંડી. આ ગણતરી ચંદ્રની ખરી ગતિની સાથે મળતી આવે છે અને તેથી પોતાનો ગુસ્તવાકર્ષણનો સિધ્ધાંત ખરો પડે છે એ વિચારથી તે એટલો ખધો પ્રેતસાહિત અને આનંદિત થઈ ગયો કે બાકીની ગણતરી પુરી કરી શક્યો નહિ અને તેને માટે તેને બીજા મિત્રોની મદદ લેવી પડી. આ નિયમ અત્યારે આપણને એટલો ખધો સ્પષ્ટ અને સરલ લાગે છે કે તેને સિદ્ધકરવામાં પડેલી મહેનતનો આપણને ખ્યાલ માત્ર પણ આવી શકતો નથી. ૧૬૮૭ માં જ્યારે આ બંધી ગણતરી સાથે ન્યુટનની શોધ બહાર પડી ત્યારે આખી દુનિયાના વિદ્વાનોમાંથી ભાગ્યે જ આઠ માણસો તેને સમજવાને શક્તિમાન હતા. આ નિયમથી દ્વિતિય થતા બીજા અનેક સિધ્ધાંતો અને ઉપસિધ્ધાંતો ઘણા જ ઉપયોગી છે પરંતુ તે સંબંધી લંબાણથી ત્રિવેચન કરવું અસ્થાને છે.

ન્યુટનની જીંદગીનું બીજું બધું કાર્ય આ શોધ આગળ મોળું દેખાય છે. પરંતુ તેની વિજ્ઞાનપ્રીતિ, કામ કરવાની ધીરજ અને ખંત, અને ખરા સત્ય ભક્તને છાજે તેવા બીજા અનેક લક્ષણોથી એવું જીવન અલંકૃત હતું. વર્ષો સુધીની મહેનતના કાગળીઆ ઉપર સળગતી મીણબત્તી પાડી નાંખીને તેને ભસ્મ કરનાર પોતાના કુતરા ઉપર ગુસ્સાને બદલે “ડાયમંડ! ડાયમંડ! તહે શું નુકશાન કર્યું છે તેનો તને જરાયે ખ્યાલ નથી” એટલા જ શબ્દો બોલીને મારી આપનારનાં ધૈર્ય અને શાંતિ માટે શું કહેવું? તે ૮૫ વર્ષની વૃદ્ધ વયે અવસાન પામ્યો તે સમયે પ્રજામાં,

રાજ્યદરખાસમાં, અને વૈજ્ઞાનિકોમાં માનથી પૂજાતો હતો; તે છતાં તેની નમ્રતા કેટલી બધી તે વિષે પૃ. ૪૯ માં ઉલ્લેખ કર્યો છે.

નેપ્ચ્યુનની શોધ

નેપ્ચ્યુનને સૈદ્ધાન્તિક ખગોલવિદ્યાની સ્થાપના કરીને તારા અને ગ્રહોની ગતિની કુચી રૂપ ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ બતાવ્યો હતો. ત્યારપછી પણ લાગ્રાન્જ અને લાપ્લાસે આ સિદ્ધાન્તને ગણિતશાસ્ત્રની મદદથી વધુ ખીલવીને જેમની ગતિ સમજી શકાય એવી નહોતી તેવા ગ્રહોની અનિયમિત ગતિ પણ સમજાવીને ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ વધુ સખળ રીતે પ્રતિપાદન કર્યો હતો. આ ગણિતવેત્તાઓની મદદથી ખગોલવિદ્યા એક ચોક્કસ વિજ્ઞાન લેખાવા લાગ્યું; અને ચોક્કસાઇ અને નિયમ વિરુદ્ધ કાંઈ પણ ઘટના જોવામાં આવે તો તેનું કોઈ અદૃશ્ય કારણ શોધવાની પણ હિંમત આવી. નેપ્ચ્યુન નામના નવા ગ્રહની શોધ (૧૮૪૬) એ અર્વાચીન ખગોલવિદ્યાનાં પરાક્રમની પ્રસાદી છે. યુરેનસ ગ્રહની શોધ (૧૭૮૧) પોતાના નવા દૂરથી નવતી હુશીયે કરી હતી તે શોધને માટે તેને રાજ્ય તરફથી ઘર અને પેન્શન મળ્યાં હતાં. પ્રાચીન સમયમાં (યુરેનસ ગ્રહ નથી પણ) તારો છે એમ મનાતું હતું; અને તેની ગતિની જીની નોંધ મળી આવતાં જ તેની કક્ષા પાંધવામાં આવી. આ કક્ષા આગળપાછળના ખીજ તારા અને ગ્રહોના આકર્ષણની ગણતરી લેવા છતાં પણ અનિયમિત દેખાઈ. તેથી એમ લાગ્યું કે ક્યાં તો પહેલાના ખગોલવેત્તાઓની નોંધ ખોટી હતી અથવા તો કોઈ અદૃશ્ય અને અજ્ઞાન ગ્રહ અથવા તારાના આકર્ષણને લીધે તેની કક્ષા આટલી બધી અનિયમિત થતી હતી. આ પ્રશ્ન પર એક અંગ્રેજ એડમ્સ અને એક ફ્રેન્ચ લાવેરીઅર એમ બે ગણિતશાસ્ત્રીઓ સ્વતંત્ર રીતે કામ કરતા હતા. પહેલાં તો સૂર્ય અને બધા ગ્રહોના આકર્ષણની ગણતરી કરીને તેમની ગતિની સાથે યુરેનસની ગતિના જુદા જુદા સ્થાને કેવી અને કેટલી અસર થાય તે ગણવાતું

હતું; પછી ચુરેનસની નિરીક્ષિત કક્ષામાંથી કેટલું વિપથગમન થાય છે તે ગણીને તેને આકર્ષનાર નવો ગ્રહ કેટલો દૂર હોવો જોઈએ તેની ગણતરી કરવાની હતી. ખન્ને ગણિતશાસ્ત્રીઓએ સ્વતંત્ર રીતે કરેલી ગણતરી લગભગ સરખી આવી અને તેથી તે જગ્યાએ શોધ કરવાને ખગોલવેત્તાઓને વિનંતી કરવામાં આવી. દૂરબીનથી તે નિર્ણયિત સ્થાને ખારીકાઈથી જોવાથી આ ગ્રહના પહેલીવાર દર્શન થયાં અને તેનું નામ નેપ્ચ્યુન પાડવામાં આવ્યું. આ શોધની ખગોલવેત્તાઓને ઘણો આનંદ થયો. કારણ કે ખગોલવિદ્યાની પ્રતિષ્ઠા સુસ્થાપિત થઈ. પોતાના ધરમાં બેસીને ચુરેનસની ગતિની કાંઈક અનિયમિતતા ઉપરથી ફક્ત ગણતરી કરીને હજારો માઇલો દૂર આવેલા અજ્ઞાત અને અદૃશ્ય ગ્રહની શોધ કરવી એ ખગોલવિદ્યાની ચોકસાઈની નહાની નિશાની નથી. આ શોધથી ખગોલવિદ્યાની મહત્તા અને વિજ્ઞાનની પ્રતિષ્ઠા એ ખન્નેની સ્થાપના થયા ઉપરાંત ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમનું સખળ સમર્થન થયું ગણાય. કારણ કે ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણની કલ્પનાના સિદ્ધાન્તનું રહસ્ય સમજાવનાર નિયમનું વધારે સચોટ રીતે સાબિતી મળવી મુશ્કેલ છે. સૂર્યમંડળમાંનું દરેક દરેક અણુ એકબીજાને આકર્ષે છે અને આ આકર્ષણખળ તેમની માત્રાના ગુણકના પ્રમાણમાં અને તેમની વચ્ચેના અંતરના વર્ગના ઉલટા પ્રમાણમાં હોય છે, એ ન્યૂટનનો સાદો નિયમ નેપ્ચ્યુનની શોધથી સુસિદ્ધ થયો.

આઇન્સ્ટાઇન

તે છતાં પણ ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમોનું રહસ્ય ખદલાવવાનું જાય છે. સાધારણ પૃથ્વી પર ઘટના અને પૃથ્વી ઉપરની ગતિ વગેરેને વિષે ન્યૂટનના નિયમો સાફ કામ આપે. પરંતુ અવકાશમાં મોટા કદના ગ્રહોની ગતિ અને મહોટી કક્ષાઓની ગણતરીમાં અને પ્રકાશની ગતિ જેવી ત્વરિત ગણતરીમાં એ નિયમોમાં ત્રુટિઓ દેખાઈ છે. તેથી જો કે ન્યૂટનના નિયમો તદ્દન ખોટા ઠરતા નથી; પરંતુ તેમાં સહેજસહેજ ફેરફાર કરવાની જરૂર પડી છે. સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરનાર

અહોની ગતિની કક્ષા સ્થિર રહેતી નથી; પરંતુ જરા લંબાય છે અને તેથી કક્ષા ચલિત થાય છે. બુધની કક્ષા વિષે આ પ્રમાણે ચોક્કસ જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું છે; આ ચલનના બધાં કારણો તપાસવા છતાં પણ ૪૨ અંશ જેટલા ફેરફારનું કારણ ન્યૂટનના નિયમોથી મળી શકતું નથી. પરંતુ આઈન્સ્ટાઈન નામના સ્વીસ યાહુદી પ્રોફેસરે બ્લીનમાં આ વિષે તલસ્પર્શી શોધખોળ કરી છે તેથી સંતોષકારક જવાબ મળે છે. તેની કલ્પના પ્રમાણે દરેક પદાર્થની ગતિને લીધે તેનામાં અમુક પ્રકારનાં પ્રવહન (સ્ટ્રેન) ઉત્પન્ન થાય છે; તેને લીધે કક્ષાનું રૂપ બદલાય છે. આ પ્રમાણે કક્ષાની ચલનની ગણતરી કરવાથી બુધની કક્ષાની સંપૂર્ણ સમજાતી મળે છે. આમ એકવાર આઈન્સ્ટાઈનની કલ્પનાનું પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ સિદ્ધ થવાથી તેની કલ્પનાની ખીણ દિશાઓ તરફ પણ ધ્યાન ખેંચવા લાગ્યું.

સાપેક્ષતા અને ચોથું પરિમાણ

ગતિને લીધે પદાર્થોમાં ગતિની દિશામાં (સ્ટ્રેન) પ્રવહન ઉત્પન્ન થાય છે. એટલે વસ્તુઓ જરા લાંબી થતી જાય છે. એ કલ્પના સમજવાને માટે ચાર પરિમાણનું સ્વરૂપ સમજવાની જરૂર છે. ન્યૂટન અને ખીજા ગતિશાસ્ત્રીઓએ ગતિને કાળથી સ્વતંત્ર માની હતી; પદાર્થોની ગતિ દિઠ્ઠ અથવા અવકાશ ઉપર જ થાય છે અને તેનું માપ કાલ જેવા સ્વતંત્ર પરિમાણથી માપી શકાય એ ન્યૂટનની કલ્પના હવે જરા ખોટી પડી છે. ગતિ માત્ર સાપેક્ષ છે; અને જેમ આપણે પદાર્થોની ઉંચાઈ, લંબાઈ અને પહોળાઈ માપ્યા શિવાય તેનું સ્વતંત્ર સ્થાન નિર્ણય કરી શકીએ નહિ તેવી જ રીતે એ ત્રણ પરિમાણોનો કાળ સાથેનો સંબંધ નિર્દિષ્ટ થાય નહિ ત્યાં સુધી આપણું જ્ઞાન ચોક્કસ કહેવાય નહિ; કારણ કે કાળ અને દિઠ્ઠ એ બે પ્રાથમિક પરિમાણોથી વિયુક્ત કાંઈ પણ વસ્તુ રહી શકે જ નહિ. ગતિ, દિઠ્ઠ અને કાળ એ બંનેથી

સાપેક્ષ હોય છે—ટ્રેનની ગતિ પાટા નીચેની જમીન સ્થિર હોય તો જ દેખાય છે: આ સાપેક્ષતાનો સિદ્ધાન્ત પ્રાચીન સમયના તત્ત્વવેતાઓને અજાન ન હતો. જ્ઞાન માત્ર આપણા મનથી સાપેક્ષ છે—ગતિ માત્ર અમુક વસ્તુની સરખામણીમાં જ છે. પૃથ્વીની ભ્રમણગતિ શનિ કે ગુરુ કરતાં અડધી જ છે અને તેથી શનિ કે ગુરુના ગ્રહ ઉપર છેવટનો દિવસ પૃથ્વીના દિવસ કરતાં અડધો જ છે—બુધનું વર્ષ આપણા વર્ષ કરતાં ચોથા ભાગનું જ છે; પરંતુ નેપ્ચ્યુનનું વર્ષ આપણા કરતાં ૧૬૪ ગણું મ્હોટું છે—પણ બુધ કે નેપ્ચ્યુનનું ઉપર રહેનારથી આપણા વિષે તેથી ઉલટો જ અભિપ્રાય આવે. આવા સાપેક્ષ વિચાર ઉચ્ચ ખગોલગણિતમાં પણ આવશ્યક છે એમ આઇન્સ્ટાઇને સિદ્ધ કર્યું છે. દિક્ અને કાળ સ્વતંત્ર નથી; પરંતુ સંયુક્ત અને સાપેક્ષ છે અને તેથી લાંબુ, પહોળું, ઉંચુ એ ત્રણ વિશેષણ ઉપરાંત વહેલું મોટું એ ચોથું વિશેષણ—પરિમાણ પણ અવશ્યનું છે.

આ પ્રમાણે ચોથા પરિમાણની ઝાંખી કર્યા પછી આઇન્સ્ટાઇનનો ઇથર અને પ્રકાશ વિષેનો અભિપ્રાય નેઇએ. ન્યૂટનની પ્રકાશની કલ્પના પ્રમાણે પ્રકાશનો કણો-રજકણોને લીધે પ્રકાશ પ્રસરે છે; પરંતુ કુકોના પ્રયોગોથી આ કલ્પના ખોટી ઠરી હતી અને હ્યુન્સની તરંગકલ્પના સ્વીકારાઈ હતી. જેમ પાણીમાં મોઝાં થવાથી જલતરંગો દેખાય છે, અને જેમ હવામાં મોઝાં થવાથી ધ્વનિ પ્રસરે છે, તેવી જ રીતે ઇથર નામના કાલ્પનિક દ્રવ્યમાં થતા તરંગો વડે પ્રકાશ પ્રસરે છે. આ ઇથર શું છે તે સમજી શકાતું નથી; ઘણા ભૌતિકશાસ્ત્રીઓ તેને કાલ્પનિક દ્રવ્ય સિવાય વધારે કંઈ માનતા નથી. પરંતુ સર આલીવર લૉજ જેવાને મન તો ઇથર એ પ્રહનું સ્વરૂપ છે—અને મનુષ્યનો આત્મા તેમાં જ લય પામે છે અથવા વિહરે છે. પણ આઇન્સ્ટાઇનની કલ્પના પ્રમાણે તો પ્રકાશના પ્રસરણને માટે ઇથર જેવા દ્રવ્યની જરૂર જ નથી.

પ્રકાશની ગતિ કેવળ સીધી લીંટીમાં થતી નથી. પરંતુ પ્રકાશના કણો, દ્રવ્યના કણોની અને વિદ્યુતના કણોની પેઠે ગુરુત્વાકર્ષણના બળથી ખેંચાય છે. પ્રકાશના કણોનું વજન હોય છે, અને તેમ હોય તો તે વજન ઉપર ગુરુત્વાકર્ષણની અસર થવાથી પ્રકાશના કિરણોની ગતિ બદલાઈ જાય. વિદ્યુતના કણો ઉપર ચુંબકતાવની અસર થવાથી તે કણોનો ગતિપથ બદલાઈ જાય છે એવું પ્રયોગથી સિદ્ધ થયું છે. તેવીજ રીતે પ્રકાશના કિરણો ઉપર ગુરુત્વાકર્ષણની કેવી અસર થાય છે તેની ગણતરી આધાર-સ્ટાઇનને કરી હતી. તે ગણતરી સિદ્ધ કરવાને માટે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણની જરૂર હતી; સને ૧૯૧૬ના ખગ્રાસ ગ્રહણ વખતે આ નિરીક્ષણની ગોઠવણ કરવામાં આવી હતી. આ નિરીક્ષણ વિષે વધારે સમજાવતી આપવાની જરૂર છે.

એક એવી સ્થિતિનો તારો શોધી કાઢવામાં આવ્યો હતો કે જેના કિરણો સૂર્યની બરાબર નીચે થઈને આવતાં હોય. હવે કિરણોની ગતિ તદ્દન સીધી રહેતી હોય અને તેની ઉપર સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણની જરા પણ અસર થતી ન હોય—તો તે કિરણો અ-બ ની લીટી ઉપર થઈને પૃથ્વી ઉપર દેખાશે. પરંતુ જે સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણથી આ કિરણોનો પથ ચલિત થતો હોય તો એ કિરણો આપણને પૃથ્વી ઉપર બ" ઠેકાણે દેખાશે અને તેથી તારાની સ્થિતિ અ" ઠેકાણે હોય એમ લાગશે. આ પ્રમાણે તારાનું સ્થાન બદલાય છે કે કેમ તે જોવાને માટે અને તે સ્થાન કેટલું બદલાય છે તે નક્કી કરવાને માટે ઘણા ખર્ચે અગ્રેજ વૈજ્ઞાનિક મંડળોએ આગ્રીવ અને આફ્રીકા એ દેશમાં જ્યાં ખગ્રાસ ગ્રહણ દેખાવાનું હતું ત્યાં પ્રવીણ વિદ્વાનોને મોકલ્યા હતા; અને ગ્રહણ વખતે સૂર્યની નજીકના તારાનાં (ફોટોગ્રાફ) ચિત્ર લઈ લીધાં હતાં. તે જ સ્થળેથી બે માસ પછી ફોટોગ્રાફ લેવામાં આવ્યા હતા. તે વખતે સુર્ય સમીપમાં નહોતો; આ બંને ચિત્રોની ખાંડીકાઈથી સરખામણી કરીને ઘણી મહેનતે ગણિતશાસ્ત્રીઓ અને ખગોળશાસ્ત્રીઓએ આ નિરીક્ષણનો નિર્ણય કર્યો.



સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે પ્રકાશનો પથ બદલાઈ જાય છે, એ ઉપરાંત આઈન્સ્ટાઇનની કલ્પના ખરી છે, તે પણ નિશ્ચયાત્મક રીતે સિદ્ધ થયું. (૧) જે પ્રકાશની તરંગવાહિની કલ્પના ખરી હોય અને વજન કે ગુરુત્વાકર્ષણની વ્યસર ન હોય તો ઉપરના તારાના પ્રકાશના કિરણનો પથ જરા પણ ચલિત થાય નહિ. (૨) ન્યુટનની કલ્પના પ્રમાણે પ્રકાશના કિરણો જરા પણ ચલિત થયા હોય તો તે ૦.૬૫ અંશ કરતાં વધારે નહિ. (૩) આઈન્સ્ટાઇનની કલ્પના ખરી હોય અને પ્રકાશને વજન હોય તો નવી ગુરુત્વાકર્ષણની ગણતરી પ્રમાણે તેમાં ૧.૭૫ અંશ જેટલું ચલન થાય. ઉપરના ગ્રહણના નિરીક્ષણના પરિણામે આ ચલનની સરેરાશ સંખ્યા ૧.૮૦ નિશ્ચિત થઈ હતી. તેથી આઈન્સ્ટાઇનની નવી કલ્પના સિદ્ધ થઈ અને વિશ્વના વિખ્યાત વૈજ્ઞાનિકોમાં તેનું નામ તેના જીવતાં જ સ્થાપિત થયું. સર જે. જે. થોમસનના શબ્દોમાં કહીએ તો “ન્યુટનના સમય પછી ગુરુત્વાકર્ષણના સિદ્ધાન્તના વિષયમાં નવો પ્રકાશ આજના જેવો કોઈ વખત પડ્યો નથી. આઈન્સ્ટાઇનના સિદ્ધાન્તો એ મનુષ્યની વિચારશક્તિના ઉત્તમમાં ઉત્તમ પરાક્રમનું પરિણામ છે.”

આઈન્સ્ટાઇનના સાપેક્ષતાવાદની ખીજી આવૃત્તિ તેણે દસ વર્ષ પછી ધણા ફેરફાર સાથે બહાર પાડી. પહેલા સિદ્ધાન્ત મર્યાદિત હતો અને ખીજા સિદ્ધાન્તને સામાન્ય અને સર્વમાન્ય સાપેક્ષતાવાદ

કહેવામાં આવ્યો. એથી પરિમાણની શોધ ઉપરાંત ન્યૂટનના ગતિવાદ-
માં અને ચુકલીડની ભૂમિતિની પદ્ધતિમાં વિપ્લવમય ફેરફારો થયા
છે. જૂના વિચાર પ્રમાણે ગતિ સીધી લીંટીમાં જ થાય છે એમ
મનાતું પણ નવી ભૂમિતિ પ્રમાણે ગતિની દિશા વિવિધ હોઈ શકે
છે, અને વર્તુલમય પણ હોય છે. વળી આ નવા સિધ્ધાન્ત પ્રમાણે
દ્રવ્ય અને શક્તિનું રૂપાંતર બંને દિશામાં થઈ શકે છે—સૂર્ય અને
ગ્રહોમાંથી નીકળતી ઉષ્માથી તે ઠંડા પડતા જાય છે એટલું જ નહીં
પણ અંદરના વાયુરુપ પદાર્થોમાંથી સંગીન પદાર્થો ઉત્પન્ન થતાં
ઉષ્મા પણ ઉત્પન્ન થાય છે અને અને દ્રવ્યો પણ બંધાય છે.
સાપેક્ષતાવાદથી વીજ-ચુંબકત્વની ઘટનાની સંપૂર્ણ સમજૂતિ મળી
નથી. પરંતુ ઉષ્મા અને પ્રકાશ તેમજ વિશ્વની વધતી જતી સરહ-
દોની ઘટનાની સમજૂતિ સારી રીતે મળી છે. વિશ્વનું બંધારણ
વિકસતું જાય છે—જડ અને વિકાસ વગરનું વિશ્વ નાશ પામવું
જોઈએ એવી ગણતરી છે—આ વિકસતા વિશ્વમાં પ્રકાશ કિરણ કરોડો
વર્ષ સુધી લાખો માઈલની ઝડપની મુસાફરી કરે તો પણ તેનો અંત
પામી શકે તેમ નથી. વિશ્વ અનંત છે એટલું જ નહીં પરંતુ
અનંતતા પણ વિકસતી જાય છે એ અર્વાચીન વિજ્ઞાન વિચાર
પ્રાચીન હિંદુ અનંતતાની પણ આગળ જાય છે.



વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

પાંચમહાભૂતની કલ્પના

ભૌતિકશાસ્ત્રોમાં રસાયનવિદ્યા અને ભૌતિકવિદ્યા (ફીઝિક્સ) એ એનો સમાવેશ કરીશું. એ એ વિદ્યાની પ્રગતિ ઘણી રીતે સંબંધ અને સમન્વિત છે. સૃષ્ટિનું બંધારણ પાંચમહાભૂતથી રચાયેલું છે અને અગ્નિ, જલ, વાયુ, પૃથ્વી અને આકાશ એ પાંચ તત્ત્વોમાંથી સર્વ ભૌતિક વસ્તુઓ રચાય છે એ પ્રાચીન હિન્દુ સિદ્ધાન્ત બીજા દેશોમાં પણ જૂદા રુપમાં પ્રચલિત હતો. યૂરોપમાં પ્રાચીન સમયથી પહેલાં ચાર તત્ત્વોને પ્રાથમિક ગણવામાં આવતાં. પરંતુ ઔષધવિદ્યાના અનુભવ પ્રાપ્ત થયા પછી રસાયનવિદ્યાનો વિકાસ શરૂ થયો. અમર થવાને માટે “અકસીર” “જીવનરસ”ની શોધમાં, અને સોતું બનાવવાને માટે પારસમણિની શોધમાં, પ્રાચીન અને મધ્યકાલીન રસાયનિકોએ ઘણી મહેનત કરી હતી: અને તેમની મહેનતમાંથી અર્વાચીન રસાયનવિદ્યાનાં મૂળ બંધાયાં હતાં. સાધારણ રીતે મધ્યકાલીન સમયમાં રસાયનવિદ્યા વિષે અરબોત્ત્ત્વ નામ પ્રથમ ગણાય છે. પરંતુ સર પ્રફુલ્લચંદ્ર રૈયની શોધ ઉપરથી હવે સિધ્ધ થયું છે કે આરબોએ રસાયનવિદ્યામાં હિન્દુઓ પાસેથી ઘણું શીખી લીધું હતું. ધાતુશુદ્ધિમાં અને પારાની દવાઓ બનાવવામાં યુનાની પદ્ધતિ કરતાં આયુર્વેદની પદ્ધતિ શ્રેષ્ઠ છે, ઔષધવિદ્યા અને રસાયનવિદ્યાની સાથે જ્યોતિષવિદ્યાનો સંબંધ પણ ઘણો સમય રહ્યો. આ કાળમાં પૃથ્વી, જલ, વાયુ અને અગ્નિ એ ચાર મહાભૂત: સિવાય, પારો, ગંધક અને ક્ષાર એ ત્રણ મુખ્ય તત્ત્વો ગણાતાં. આ સિદ્ધાન્ત પેરસેલ્સસ નામના (૧૪૯૩-૧૫૪૧) સ્વીસ રસાયનિક: પ્રચલિત કર્યો હતો; પારો એટલે એક તરફ મનુષ્યના આત્માનો

આધાર અને ખીજી રીતે જલરૂપી મહાતત્ત્વનું સત્ત્વ; ગંધક એટલે મનુષ્યના સ્વભાવ (સ્પીરીટ) નો આધાર અને ખીજી રીતે વાયુ મહાતત્ત્વનું સત્ત્વ; ક્ષાર એટલે શરીરનું ભૌતિક સ્વરૂપ અને પૃથ્વીનું સત્ત્વ—આ બધી દ્વેષિત કલ્પનાઓની સાથે જ્યોતિષવિદ્યાનો પણ પાસ હતો. તે છતાં આ બધાં ઔષધ—રસાયનિકો વૈદ્ય તરીકે સાઈકામ કરી શક્યાં ન હતાં: અને ધાતુનાં ઔષધોથી ઘણા દરદીઓને નુકશાન થતું. તેથી પૂરીસ જેવા શહેરમાં આ રસાયનિક—ઔષધોનો નિષેધ કરવામાં આવ્યો હતો.

અર્વાચીન રસાયનનો પિતા બોયલ

પરંતુ ૧૬૬૧ માં રોબર્ટ બોયલ નામના અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિકે “શંકામય રસાયનિક” નામનું પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરીને રસાયનવિદ્યાના ઈતિહાસમાં નવો સ્તંભ સોધ્યો. પારદ, ગંધક અને ક્ષાર એ ત્રિતત્ત્વોના સિદ્ધાન્તનું ખંડન કરીને તત્ત્વોના સ્વરૂપનો નિર્ણય કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો. રસાયનિક સંયોજન અને સંમિશ્રણનો ભેદ બતાવીને તેણે સંયોજનો અને તાત્ત્વિક પદાર્થોનો ભેદ સ્પષ્ટ કર્યો. અણુવાદની ફરી સ્થાપના કરીને રસાયનિક કાર્યોની સમજૂતી તેણે સરળ કરી આપી. બોયલ આયર્લાંડના લૉર્ડ આન્સેલરનું ચૌદમું સંતાન હતો; સમુદ્રમંથનમાંની નીકળેલા ચૌદમા રત્નની પેઠે તેને અનેક રીતે અપૂર્વ ગણી શકાય. કેવળ રસાયનવિદ્યામાં નહિ પણ વિજ્ઞાનની બધી શાખામાં તેણે નવી શોધો કરીને, નવું બળ અને નવા વિચારો આપ્યા હતા. વાયુની ગતિ અને આયતનના સંબંધમાં તેણે શોધેલા નિયમો હજી સુધી થોડા ફેરફાર સાથે પ્રમાણભૂત ગણાય છે. પરંતુ તેની ખરી સેવા તો રસાયનવિદ્યાને કામીઆગીરીથી અને ઔષધવિદ્યાથી સ્વતંત્ર કરવાની હતી. રસાયનવિદ્યાનું કાર્ય હવે કેવળ ઔષધો શોધવાનું કે પારસમણિ પ્રાપ્ત કરવાનું ન હતું; પરંતુ રસાયનિક ક્રિયાઓનો નિઃસ્વાર્થી અભ્યાસ કરીને, તેમાંથી નિયમો તારવવાનું અને શુદ્ધ સત્યની પ્રાપ્તિ કરવાનું

હતું. આ નવી દૃષ્ટિ રસાયનવિદ્યામાં લાવવાને માટે ઓયૂલ અર્વાચીન રસાયનવિદ્યાનો પિતા ગણાય છે. ઈંગ્લંડની પ્રસિધ્ધ રોયલ સોસાયટીના મૂળ સ્થાપકોમાં એ પ્રથમ હતો; તેના શુદ્ધ ચારિત્ર્ય, તેની વૈજ્ઞાનિક શોધો, તેના સાદા પ્રમાણિક અને નિખાલસ સ્વભાવને લીધે સમાજમાં તેની પ્રતિષ્ઠા ઘણી હતી.

ઓયૂલના પછી સ્ટાહ્લ નામના પ્રશીચ્ચન રસાયનવેત્તાનું નામ આગળ આવે છે. તે રસાયનવિદ્યા અને ઔષધવિદ્યાનો અધ્યાપક હતો અને પાછળથી પ્રશિયાના રાજાનો વૈદ્ય નિભાયો હતો; તેણે રસાયનવિદ્યાનું પ્રયોગાત્મક કામ ઘણું કર્યું હતું; પરંતુ તેની ખ્યાતિ ફ્લોહસ્ટનવાદની સાથે સમન્વિત રહેશે. તેની પ્રતિષ્ઠા અને લખવાની શૈલી એટલાં ઉત્તમ હતાં કે તેના પ્રતિપાદનમાં અપૂર્ણતા અને વિષમતા હોવા છતાં પણ લગભગ દોઢસો વર્ષ સુધી આ વાદે યુરોપના બધા દેશોના રસાયનવેત્તાઓ ઉપર વિજ્ય મેળવ્યો હતો. બળી શકે તેવી વસ્તુઓમાં ફ્લોહસ્ટન નામનું તત્ત્વ હોય છે અને બળતી વખતે આ તત્ત્વ જતું રહે છે એ સાદી લાગતી સમજૂતી ઘણાને ખરી લાગતી. ધાતુઓને પણ બાળવામાં આવે તો તેમાંથી “કાર્બક્સ” નામનાં ભારિમક દ્રવ્યો રહે છે અને “ફ્લોહસ્ટન” ઉડી જાય છે: આ “કાર્બ”માં ફ્લોહસ્ટન પાછું નાંખવામાં આવે અને કોલસાની સાથે ગરમ કરવામાં આવે તો પાછી ધાતુ પ્રાપ્ત થઈ શકે છે. શ્વાસોચ્ચ્વાસમાં પણ આ ફ્લોહસ્ટન શરીરમાંથી બહાર નીકળે છે; અને ઓરડામાં આ ફ્લોહસ્ટન બહુ ભરાઈ જાય તો શ્વાસ લેવો અશક્ય થઈ પડે છે. આવી સાધારણ ઘટનાઓ ઉપરથી ફ્લોહસ્ટનવાદની તરફેણમાં બહુ પ્રમાણે મળી આવતાં; તેની પુષ્ટિમાં બીજા રાસાયનિક પ્રયોગો થવા માંડ્યા અને તેથી અનેક પ્રકારનાં રસાયનિક તથ્યો એકઠાં થવા માંડ્યા. આ પ્રમાણે રસાયનવિદ્યાની પ્રગતિમાં આ વાદ સહાયકારક હતો. તે છતાં પણ તેમાં રહેલી ભૂલોને લીધે આ પ્રગતિ યોગ્ય પ્રકારની ન ગણી શકાય. ફ્લોહસ્ટન પદાર્થ

છે, સાધારણ દ્રવ્યનું સ્વરુપ છે, પણ અદૃશ્ય છે અને તેનું વજન ઝણ પ્રકારનું છે; તેથી તે પદાર્થ ઉડી જવા છતાં પણ વસ્તુઓનું વજન વધે છે ! જસતની ભસ્મ થતાં તેનું વજન વધે છે અને તેથી તેમાંથી કોઈ દ્રવ્ય ઉડી જતું નથી પણ ઉલટો કાંઈક ઉમેરો થાય છે એ ઘટના સમજવા માટે ફ્લોજીસ્ટની ઝણ વજનની કલ્પના આવશ્યક નથી એ લેવોઝીઅર નામના રસાયનવેત્તાએ સિદ્ધ કર્યું ત્યાં સુધી આ ફ્લોજીસ્ટનવાદ સુસ્થાપિત રહ્યો.

પ્રાણવાયુની શોધ

આ ખોટી માન્યતાને લીધે ઓક્સીજન-પ્રાણવાયુની પ્રાપ્ત થયેલી શોધનો ખરો અર્થ કોઈ સમજી શક્યું નહિ, એવો નામના અંગ્રેજ શરીરવ્યાપારશાસ્ત્રીએ હવામાં પ્રાણવાયુ નામનો જીવો વાયુ છે અને તે શ્વાસનક્રિયાને ઉત્તેજિત કરે છે એ ખતાવ્યું હતું; ત્યાર બાદ લગલગ સો વર્ષ પછી પ્રીસ્ટલીએ પારાની ભસ્મ તપાવીને તેમાંથી પ્રાણવાયુ જીવો કાઢ્યો હતો, અને તેમાં મીઠુખત્તી સારી રીતે ખજે છે અને ઉંદર વગેરે પ્રાણીઓની શ્વાસનક્રિયા ઉત્તેજિત થાય છે તે ખતાવ્યું હતું. તે છતાં તેના મગજમાં ફ્લોજીસ્ટવાદની ધૂન પેડેલી હોવાને લીધે, અને હવા એક જ વાયવીતત્ત્વ છે એવી માન્યતા પ્રચલિત હોવાને લીધે પ્રીસ્ટલી પોતે પોતાની શોધની અગત્ય પહેલાં તે સમજી શક્યો નહિ: અને આ નવા વાયુને “ફ્લોજીસ્ટન વગરની હવા” એવું નામ આપ્યું. હવા એ એક તાર્કિક વાયુ નહિ પરંતુ બે વાયુનું મિશ્રણ છે એ શોધ કાંઈ નાની કહી ન શકાય. પ્રાચીનકાળનાં પંચમહાભૂત તત્ત્વો, અને રાસાયન વૈદ્યોનાં ત્રિતત્ત્વો એ ખન્ને કલ્પનાઓનું ખંડન કરનાર આ શોધની સાથે “હવા એ ઇશ્વર સર્જીત તત્ત્વ છે અને તેમાંથી કાંઈ જીવો તત્ત્વો મળી શકે જ નહિ” એ માન્યતા નષ્ટ થઈ.

જલ એ તત્ત્વ નથી

ત્યારપછી થોડા સમયમાં જલ એ પણ તત્ત્વ નથી એ સિદ્ધ

અર્થ. આ શોધ કરનાર હેર્ષી કેવ-ડીશ (૧૭૩૧-૧૮૧૦) ધનાઢ્ય અને નમ્ર સ્વભાવનો અંગ્રેજ હતો; તેણે વિજ્ઞાનની લગભગ પધી શાખામાં સાફ કામ કર્યું હતું: ખગોલવિદ્યા, ગણિતવિદ્યા, ઉગ્માશાસ્ત્ર, અને રસાયનવિદ્યા એ સર્વેમાં તે પ્રવીણ હતો, પૃથ્વીની સરેરાશ ઘનતા (mean density) માપવાનું કામ તેણે કર્યું હતું: પણ સૌથી ઉત્તમ કાર્ય તો પાણીનું પૃથક્કરણ કરવાનું હતું. વીજપ્રવાહથી પાણીમાંથી એ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, અને આ એ વાયુમાંથી પાછું પાણી બને છે એમ પૃથક્કરણ અને સંયોજન એ પાણીનાં સ્વરૂપનો નિર્ણય કર્યો હતો. પરંતુ પ્રીસ્ટલીની માફક કેવ-ડીશ પણ ફ્લોજીસ્ટનવાદના અધારમાં કુટાયો હતો, અને તેણે આ એ જલવાયુને 'ફ્લોજીસ્ટન' (હાયડ્રોજનનું નામ પછી અપાયું) અને 'ફ્લોજીસ્ટન વગરની હવા' (ઓક્સીજન) એવાં નામ આપ્યાં. પરંતુ વિજ્ઞાનના સુભાગ્યે લેવોઝીએર નામના ફ્રેન્ચ રસાયનવેત્તાએ કેવ-ડીશ અને પ્રીસ્ટલીના પ્રયોગો ફરીથી કરી જોયા; તેને લાગ્યું કે આ નવા વાયુઓ ખાસ વિલક્ષણ પ્રકારના નહોતા અને સાધારણ દ્રવ્યનાથી જુદા પ્રકારના ગુણવાળી ફ્લોજીસ્ટન વસ્તુની કલ્પનાની આવશ્યકતા કોઈ પણ રીતે નહોતી. પાણીમાંથી ઉત્પન્ન થતા બંને વાયુને ચોક્કસ માત્રા અને વજન હતાં; અને તેમાંથી એકને હાય-ડ્રોજન (જલ બનાવનાર) અને બીજાને ઓક્સીજન (તેજબ-આશ્વ બનાવનાર) એ નામ આપ્યાં, તેમના ગુણો અને બીજાં લક્ષણો સિદ્ધ કરીને લેવોઝીએર ઓક્સીજન પ્રાણવાયુના શોધક તરીકે પ્રસિદ્ધ થયો. લેવોઝીએરે રસાયનિક તોલનયંત્ર-ત્રાજવોની મદદ લઈને ચોક્કસ વજન કરવાની પદ્ધતિથી ફ્લોજીસ્ટનવાદનું સંપૂર્ણ ખંડન કર્યું; અને ઋણ વજનવાળા હલકા પદાર્થની કલ્પના એટલી તો હાસ્યરૂપદ થઈ પડી કે દોઢસો વર્ષ સુધી રસાયનવિદ્યામાં સામ્રાજ્ય ભોગવનાર તે કલ્પનાને હવે કચરાપટ્ટીમાં દાટી દેવામાં આવી. તેથી ઉલટું ફ્લોજીસ્ટન જેવો પદાર્થ ઉડી જવાને બદલે રસાયનિક સંયોજનમાં બધાયે પદાર્થનું વજન સાચવીને નોંધી

લેવામાં આવે તો તેમાં એકંદર કાંઈપણ વધઘટ થતી નથી એ સિધ્ધ થતું ગયું, લેવોઝીએરે આ સિધ્ધાન્તને માટે ઘણા પ્રયોગો કરી જોયા અને તોલનપદ્ધતિથી દ્રવ્યના સંરક્ષણનો સિદ્ધાન્ત પહેલી વાર બહાર પડ્યો. આ સિદ્ધાન્ત પ્રમાણે દરેક રસાયનિક કાર્યની પહેલાં અને પછીનાં બધાં દ્રવ્યનું વજન કરવામાં આવે તો તેનાં વજનમાં વધઘટ થતી નથી, અને દ્રવ્યનું બધું વજન સંરક્ષિત રહે છે.

લેવોઝીએર

લેવોઝીએરનું વૈજ્ઞાનિક જીવન ફ્રેન્ચ વિપ્લવના તોફાની સમયને લીધે ઘણું સંકુચિત થયું હતું: તેનો સમય પ્રયોગશાળામાં કાઢવાને બદલે બહારની બીજી પ્રવૃત્તિમાં રાખવો પડતો હતો. તેનો પિતા ધનાઢ્ય હતો અને સારી સંપત્તિ મુકી ગયો હતો. ૧૭૯૩ માં ફ્રેન્ચ વિપ્લવ જાગ્યો ત્યારે તે કર ઉધરાવનારના ઉપરીનો સારો ઓદ્દે ભોગવતો હતો. કર ઉધરાવનારા જીલ્લા અને તિરસ્કારને પાત્ર હતા એમ લોકો ધારતા હતા અને તેથી નવા રાજ્યમાં બધા કર ઉધરાવનારને મારી નાંખવાનો હુકમ કાઢવામાં આવ્યો, તે હુકમમાંથી લેવોઝીએરને છોડાવવા માટે અને તેને રાજ્ય તરફથી સોંપવામાં આવેલા પ્રયોગો પુરા થાય ત્યાં સુધી તેની જીંદગી બચાવવાને માટે તેના મિત્રોએ જીવના જોખમે રાજ્યસભાને અરજી કરી હતી. પરંતુ કૂરતાના આવેશમાં સભાએ ઉત્તર આપ્યો કે “ અમારે વિદ્વાન માણસોનું કામ નથી.” અને તેને ૧૭૯૪માં ૫૨ વર્ષની ઉંમરે ફાંસી દેવામાં આવી. તેની જીંદગીનો અંત જલદીથી આવ્યો ન હોત તો તેના હાથે બીજાં અનેક સુંદર વૈજ્ઞાનિક કાર્યો થયાં હોત એમાં શંકા નથી.

રાસાયનિક સંયોજનના નિયમો

રાસાયનિક ક્રિયાઓમાં એકસાઇથી વજન કરવાની પદ્ધતિથી અને દ્રવ્યના સંરક્ષણના સિધ્ધાન્તથી રસાયન વિદ્યામાં નવા પ્રકારને

પ્રકાશ પડવા માંડ્યો હતો. વાયવી, પ્રવાહી અને અને ઘન પદાર્થોના શો સંબંધ છે અને તે ત્રણે સ્થિતિમાં ભૌતિક ગુણો અને રસાયણિક પ્રક્રિયા કેવી રીતે થાય છે તેની સમગ્ર વધવા માંડી હતી. રાસાયણિક તોલનપદ્ધતિથી પૃથક્કરણ કરતા એમ નક્કી થયું કે દરેક રાસાયણિક સંયોજનમાં ભાગ લેનાર વસ્તુઓનું વજન હમેશા એક જ પ્રમાણમાં રહે છે; આ વાત નક્કી થવાથી અર્વાચીન રસાયણવિદ્યાનું દષ્ટિબિંદુ બદલાયું. પાણીને ગમે તેવી રીતે ખનાવવામાં આવે તો પણ તેમાં હાઇડ્રોજન (જલવાયુ) અને પ્રાણવાયુના વજનનું પ્રમાણ એક અને આદનું જ હોય છે; વળી એક કરતાં વધારે સંયોજનો એ તત્ત્વોમાંથી થઈ શકતાં હોય તો તે ખંતેના વજનનું પ્રમાણ એક સાદા ગુણના સંબંધવાળું હોય છે. ડોલ્ટન નામના મેન્ડેલિફના રાસાયણિક પ્રાણવાયુ અને નાઇટ્રોજનનાં બંધાં સંયોજનોની તપાસ કરીને એમ ખતાવ્યું હતું કે ઓક્સીજનના આઠ ભાગની સાથે નાઇટ્રોજનના એક સંયોજનમાં ચૌદ ભાગનું અને ખીજામાં અઠ્ઠાવીસ ભાગનું સંવદન થાય છે. આ પ્રમાણે રસાયણિક સંયોજનના નિયમો સિદ્ધ થવાની તૈયારી થઈ તેમ જ ખીજા બાજુએ દ્રવ્યના સ્વરૂપ અને રચના વિષે નવા વિચાર થવા માંડ્યા.

અણુવાદ અને પરમાણુવાદ

વાયુઓની સંયોજન ક્રિયાઓના અભ્યાસથી અને ઉપરના પ્રયોગો ઉપરથી ડોલ્ટન (૧૭૬૬-૧૮૪૪) ને લાગ્યું કે દરેક તત્ત્વનું સંયોજન પ્રમાણ નિશ્ચિત હોવું જોઈએ; અને તેમ હોય તો તે દરેક તત્ત્વના અણુઓના વજનની સાથે તેનો કોઈ સંબંધ રહેવો જોઈએ, તેથી ન્યારે રસાયણિક ક્રિયા થાય ત્યારે તે અણુઓની વચ્ચેજ થવી જોઈએ અને આ અણુઓથી નહાનાં દ્રવ્યના ટુકડા થઈ શકે જ નહિં. પ્રાચીન હિંદુઓને અણુવાદ

અને પ્રાચીન ગ્રીક શીઝસુકેના અણુવાદની સાથે આ અણુવાદનું સામ્ય સ્પષ્ટ દેખાઇ આવશે. મુખ્ય ભેદ એટલો કે પ્રાચીન સમયમાં પરમાર્થશાસ્ત્ર અને અધ્યાત્મવિદ્યાના દૃષ્ટિબિંદુથી આ અણુવાદનો વિચાર કરવામાં આવ્યો હતો; પરંતુ આ અર્વાચીન અણુવાદ પ્રયોગાત્મક અનુભવનું ફળ છે અને રાસાયનિક વ્યવહારમાં ડગલે પગલે તેની જરૂર પડે છે. એક સાદા સંયોજનમાં બે તત્ત્વો જે પ્રમાણમાં સંયોજીત થાય છે તે પ્રમાણ ઉપરથી તેમનો સંયોજનભારનો અંક નિશ્ચિત થાય છે. જલવાયુ અને પ્રાણવાયુના સંયોજનથી તેમનો સંયોજનભારાંક ૧, અને ૮ છે એમ ફક્તિત થાય છે; આ રીતે ડોલ્ટને વીસેક તત્ત્વોના અણુભારાંક નિશ્ચિત કર્યા હતા. પરંતુ ગેલ્યુસાક (૧૭૭૮-૧૮૫૦) અને એવેગેડ્રો (૧૭૭૬-૧૮૫૬) નામના ખીજા વિદ્વાનોએ એમ ખતાવ્યું કે ડોલ્ટનની કલ્પનામાં થોડીએક ખામી હતી અને તે દૂર કરવાને માટે અણુ અને પરમાણુની બે જુદી જુદી કલ્પનાઓની જરૂર હતી. અણુ એ એક ભૌતિક કલ્પના ગણાય અને દ્રવ્યની ન્હાનામાં ન્હાની સ્વતંત્ર રીતે રહી શકે તેવી રજકણને અણુ 'મોલેક્યુલ' કહેવાય; પરમાણુ 'એટમ' એટલે રાસાયનિક સંયોજનમાં ભાગ લઇ શકે તેવું તત્ત્વનું ખારીક અણુકણ. ઘણાખરા અણુમાં એક કરતાં વધારે પરમાણુ હોય છે; જલવાયુ અને પ્રાણવાયુની વચ્ચેનો ૧ થી ૮ જે રાસાયનિક પ્રમાણાંતર જોવામાં આવે છે તે ઉપરથી અને તેમના વોલ્યુમ-આયતન-ઉપરથી એમ ફક્તિત થાય છે કે જલવાયુના બે અણુઓ અને પ્રાણવાયુનો એક અણુ તે પ્રમાણમાં સંઘટ્ટન થઇને જલપ્રત્ત્વનું એક અણુ ઉત્પન્ન થાય છે અને તેથી જલની રાસાયનિક સંજ્ઞા H_2O નહિં પણ H_2O થશે.

ડોલ્ટનની કલ્પના આ પ્રમાણે સુધર્યા પછી પરમાણુવાદ સાધારણ રાસાયનિક વ્યવહારમાં નિશ્ચિતરૂપે સ્વીકારવામાં આવે છે. સંયુક્ત પદાર્થો અને તાત્ત્વિક પદાર્થોના પરમાણુઓ નરી આંખે

જોઈ શકાય નથી પરંતુ પ્રયોગાત્મક રીતથી તપાસ કરતાં તેમના ગુણો અને લક્ષણોનો જે અનુભવ થાય છે તે વિષે શંકા રાખવાને કાંઈ કારણ મળતું નથી. છેલ્લાં લગભગ સવાસો વર્ષમાં ભૌતિકવિદ્યા અને રસાયનવિદ્યાના ક્ષેત્રમાં કઈન સૈદ્ધાન્તિક પ્રશ્નોના ઉકેલમાં અણુવાદ અને પરમાણુવાદ જેટલી ખીણ કાઢપણુ કલ્પના ઉપયોગી થઈ શકી નથી; અને જેમ જેમ જ્ઞાન વધતું જાય છે તેમ તેમ અણુવાદ અને પરમાણુવાદના સિદ્ધાન્તોની ઉપયોગિતા સિદ્ધ થાય છે. સૌથી મહોટો અને તાત્કાલિક લાભ તો એ થયો કે કઈ વસ્તુને તત્ત્વ કહેવું એ નિશ્ચિત થયું. ગમે તેવી રીતે તે તત્ત્વ બનાવવામાં આવે તો પણ તેનો પરમાણુ-ભારાંક નિશ્ચિત અને એક સરખોજ હોવો જોઈએ, અને તેથી જેનું વધારે પૃથક્કરણ અથવા વિભાજન થઈ શકે નહિ તે દ્રવ્યોને ખરાં તત્ત્વો ગણવાં. આ તત્ત્વો શોધવાથી અને તેમના અણુભારાંક નક્કી કરવાથી રસાયનવિદ્યામાં પ્રાપ્ત થયેલી ચોકસાઈ અને જ્ઞાનવૃદ્ધિ આશ્ચર્યકારક છે. ડોલ્ટનના પહેલાં પંચમહાભૂતની કલ્પના પ્રચલિત હતી: ડોલ્ટને લગભગ વીસ તત્ત્વોની શોધ કરી હતી; પરંતુ ત્યાર પછી હવે લગભગ ૮૨ જાતનાં તાત્ત્વિક દ્રવ્યો સ્વીકારાય છે. રાસાયનિક કાર્યમાં નવી શોધ થતાં અને નવી રીતથી કામ કરતાં નિશ્ચિત ગણાતાં દ્રવ્યોમાંથી પૃથક્કરણ થઈને ખીજાં તત્ત્વો મળી આવે છે. રૂબીએ વિદ્યુતના પ્રવાહની મદદથી 'સોડીઅમ' પોટાસીઅમ અને તેવી ખીણ નરમ ધાતુઓની શોધ કરી હતી: ત્યાર પછી સાધારણ માટી-માંથી એલ્યુમીનીઅમની શોધ પણ વિદ્યુત પ્રવાહના બળથી થઈ; પ્રકાશના રંગપટના પૃથક્કરણની પદ્ધતિથી રુબીડીઅમ, સીડીઅમ, ય.લીઅમ, વગેરે નવી ધાતુઓ શોધાઈ છે. તેજ પદ્ધતિથી હીડ્રીઅમ નીચ્ચાન, ઝીનૉન, ક્વીટ્ટૉન નામનાં વાયવી તત્ત્વોનો પણ નિર્ણય થયો છે; રેડીઅમ, અને તેના સંબંધી નવાં તત્ત્વોની શોધ થવાથી પરમાણુની રચના, દ્રવ્ય માત્રના બંધારણ વગેરે અગત્યના પ્રશ્નો ઉપર નવી જ જાતનો પ્રકાશ પડ્યો છે.

રસાયનિક ગુણોમાં નિયમિતતા

આ બધા રસાયનિક તત્ત્વોના ભૌતિક ગુણો, અને રસાયનિક ધર્મોમાં કાંઈ પણ નિયમ હશે કે કેમ? અથવા તે ભૌતિક ગુણો અને રસાયનિક ધર્મો વચ્ચે કાંઈ સંબંધ હશે કે કેમ? અને હોય તો તે કેવા પ્રકારનો? પરમાણુવાદ સુસ્થાપિત થયા પછી આ પ્રશ્નો ઘણી વાર પુછવા લાગ્યા. રસાયનિક તત્ત્વોના પરમાણુભારાંક અને તેમના ગુણધર્મ સાથે કાંઈ પણ બંધનો સંબંધ હોવો બ્લેન્ચે એ માન્યતા રસાયનિકોમાં પ્રચલિત થવા લાગી; અને આ સંબંધને ખારીકાઇથી તપાસીને તેમાંથી કાંઈ નિયમસર વર્ગીકરણ તૈયાર કરવાના પ્રયત્નો શરૂ થયા. ઇ. સ. ૧૮૧૯માં ડાબરાઇનરે રસાયનિક તત્ત્વોના ગુણધર્મ પ્રમાણે ત્રિપુટીઓના સમૂહ પાડ્યા હતા. ત્યારપછી ૧૮૬૩-૧૮૬૬નાં વર્ષોમાં ન્યુલેન્ડ નામના અંગ્રેજ રસાયનિકે આ વિષે કેટલાએક નિબંધો વાંચ્યા હતા. રસાયનિક તત્ત્વોને તેમના આણુભારાંક પ્રમાણે ગોઠવવાથી દરેક આંકમા તત્ત્વના ગુણોમાં સામ્ય દેખાય છે તેથી તેણે સમકના નિયમનું પ્રતિપાદન કર્યું હતું તે વખતે તેને હસી કાઢવામાં આવ્યો હતો અને એક સભામાં તેને એમ પણ કહેવામાં આવ્યું હતું કે તત્ત્વોને તેમના નામના પહેલા અક્ષર પ્રમાણે ગોઠવવાથી પણ તેમાંથી કાંઈ નિયમિતતા મળશે! પણ ૨૧ વર્ષ પછી તેની શોધની ખરી કિંમત જણાઈ અને રાયલ સોસાયટી તરફથી ન્યુલેન્ડને સુવર્ણ ચન્દ્રક આપવામાં આવ્યો. આ સંપત્તકને નિયમ નવા રૂપમાં સ્વતંત્ર રીતે શોધ કરીને મેન્ડેલીફ નામના રશીઅન રસાયનવેત્તાએ ૧૮૬૯માં પ્રસિદ્ધ કર્યો. રોપ્ટર્ ઓઇલની માફક મેન્ડેલીફ પણ તેના પિતાની સંતતિમાં ચૌદમા સ્થાને હતો, પરંતુ તેનો પિતા અંધ થવાથી તેનું જીવન કષ્ટમય થયું હતું. વિદ્યા સંપાદન કરવામાં ઘણી હરકત પડવા છતાં અથાગ મહેનત અને તીવ્ર બુધ્ધિથી તેણે રાસાયનિક તત્ત્વોનાં વર્ગીકરણ અને સમજૂતીમાં

આવશ્યક પ્રકાશ પાડનાર નિયમોનું પ્રતિપાદન કયું હતું. લાખો રાસાયનિક સંયોજનોના ગુણ અને ધર્મ યાદ રાખવા મુશ્કેલ છે, અને તેમની વિવિધતા અને સંખ્યા સાધારણ મનુષ્યને ગભરાવે તેવી છે પરંતુ તે વિવિધતામાં એકતાનું દર્શન કરાવનારી રાસાયન વિદ્યાની સમગ્રતીની ચાવી મેન્ડેલીફના નિયમોમાંથી મળી આવે છે.

મેન્ડેલીફનો નિયમ

મેન્ડેલીફનો નિયમ ટૂંકમાં આ પ્રમાણે વર્ણવી શકાય. રાસાયનિક તત્ત્વોને તેમના પરમાણુભારાંક પ્રમાણે ગોઠવવાથી તેમના ગુણ અને ધર્મમાં અમુક પ્રકારની નિયમિતતા અને સામયિકતા (પીરીઓડીસીટી) સ્પષ્ટ થાય છે; તેથી પરમાણુભારાંક અને તત્ત્વોના ગુણધર્મ વચ્ચે સામયિક રીતે સંબંધ છે એમ કહી શકાય. તત્ત્વોના વર્ગીકરણમાં પરમાણુભારાંકના નિર્ણયમાં અને તેમાં ભૂલચુક સુધારવામાં અને અજાત તત્ત્વોના ગુણધર્મના ભવિષ્યકથનમાં એ ત્રણે કાર્યોમાં આ નિયમ ત્રણે જ ઉપયોગી થયો છે. તેમાં છેલ્લું કાર્ય તો એક રીતે ચમત્કારિક ગણી શકાય. કારણ કે નવા તત્ત્વની શોધ થયા પહેલાં તેના ગુણ અને ધર્મનો નિર્ણય કરવો એ સહેલું નથી. ખંધાં તત્ત્વોને અણુભારાંક પ્રમાણે નિયમસર એક ડ્રાઇકમાં ગોઠવવાથી કેટલીએક જગ્યાઓ ખાલી રહે છે. તે ખાલી સ્થાન અજાત તત્ત્વોનાં છે એમ ધારવામાં આવે છે. તેમની આગળપાગળનાં તત્ત્વોના ગુણધર્મો ઉપરથી આ અજાત તત્ત્વોના ગુણધર્મોનો નિર્ણય કરી શકાય છે. આ ડ્રાઇકમાં સમૂહ (ગ્રુપ) અને શ્રેણી (સીરીઝ) એ એ બંદતના વિભાગ કરવામાં આવ્યા છે: ખાલી સ્થાન એકી શ્રેણીમાં હોય તો 'એક'—એ સંસ્કૃત પ્રત્યય લગાડીને, અને એકી શ્રેણીમાં હોય તો 'દ્વિ'—એ સંસ્કૃત પ્રત્યય લગાડીને, મેન્ડેલીફે નવા રાસાયનિક તત્ત્વોનાં નામ આપ્યાં હતાં. એક—સીલીકોન, એક—એલ્યુમીની-અમ, એક—બોરોન, એક—સીઝીઅમ, દ્વિ—સીઝીયમ દ્વિ—લુરીઅમ વગેરે અજાત તત્ત્વોના ગુણો, ધર્મો અને પરમાણુભારાંક નક્કી કર્યાં

હતાં. તેમાંનાં પહેલાં ત્રણ તત્ત્વોની શોધ મેન્ડેલીફના ભવિષ્યકથન
 બાદ ૧૫ વર્ષ પછી થઈ હતી. તે છતાં પણ તેમના ગુણધર્મ ધાર્યા
 પ્રમાણે જ નીકળ્યા હતા; એ ત્રણ તત્ત્વોનાં નામ ડોષ્ટકમાં જર્મે-
 નીઅમ, ગેલીઅમ, અને સ્કેન્ડીઅમ એમ અનુક્રમે અપાયાં છે.
 તેમના ભૌતિકગુણો અને રસાયનિક વર્તન ધારવા પ્રમાણે આખેલુપ
 નીકળ્યાં અને તેનું ભવિષ્યકથન ખરું પડ્યું. જેવી રીતે નેપ્ચ્યુન
 નામના અજ્ઞાત ગ્રહની ખગોલમાં સ્થિતિ અને ગતિ પહેલેથી નિર્ણીત
 થઈ હતી અને નિર્ણીત સ્થળે તપાસ કરતાં તે ગ્રહ શોધી કઢાયો
 હતો એ ઘટનાથી સૈદ્ધાન્તિક રસાયનવિદ્યાની પ્રતિષ્ઠા વધી હતી તેવી
 જ રીતે આ નવાં તત્ત્વોની શોધથી સૈદ્ધાન્તિક રસાયનવિદ્યાની પ્રતિષ્ઠા
 વધી. એ લાખ ઉપરાંત રાસાયનિક પદાર્થો અને સંયોજનોના ગુણ
 અને ધર્મમાં વ્યવસ્થા અને નિયમની શોધ થવાથી રસાયનવિદ્યાની
 ગણના ચોક્કસ શાસ્ત્રોમાં થવા લાગી. તે છતાં પણ એટલું તો કહેવું
 પડશે કે મેન્ડેલીફનાં નિયમ અને ડોષ્ટકમાં અપૂર્ણતાને લીધે અને
 ખીલ દિશામાં અભ્યુરચનાનો અભ્યાસ વધવાને લીધે તેની અગત્ય
 રહી નથી. પરંતુ આવા નિયમોનું મુખ્ય કાર્ય તો નવા અન્વેષણને
 ઉત્તેજન આપવાનું અને જીના જ્ઞાનને સુનિશ્ચિત કરવાનું છે એ
 દષ્ટિએ મેન્ડેલીફનું કાર્ય રસાયનવિદ્યાના ઇતિહાસમાં ચિરસ્થાયી અને
 ઉચ્ચવર્ણ રહેશે.

પરમાણુભારાંકની સાથે પરમાણુની આંતરરચનાનો શો સંબંધ
 છે એ વિવેચન અગત્યનું છે. પણ તે વિષય લેતાં પહેલાં તેની સાથે
 સંબંધ ધરાવતા ભૌતિકશાસ્ત્રવિદ્યાના ખીજા વિભાગોના ઇતિહાસની
 સમાલોચના કરવી આવશ્યક છે.

જેમ્સ વૉટ

ભૌતિકવિદ્યાના મુખ્ય વિભાગમાં નાદશાસ્ત્ર, પ્રકાશશાસ્ત્ર,
 વિદ્યુત્શાસ્ત્ર અને ચુંબકશાસ્ત્ર પ્રથમ ગણી શકાય. હવામાં નાદ અને

પ્રકાશ કેવી રીતે પ્રસરે છે તે ન્યૂટને ખતાવ્યું હતું: પરંતુ તે ઉપરાંત તેમનાં આંદોલનો, વિવિધ સૂરો અને સંગીતની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થાય છે તેની સમજૂતી પાછળથી મળી હતી. ઉપમાશાસ્ત્રની શોધોમાં સાધારણ જનસમાજને જરા વધારે રસ પડે તેમ છે તેથી તેમાંની એકને આ સ્થળે વિગતથી ચર્ચવાની જરૂર ધારી છે. બાબ-વરાળ-ના ગુણો સંબંધી બ્લૅક નામના ગ્લાસગોના રસાયનવિદ્યાના અધ્યાપકનું કામ સૈદ્ધાન્તિક અને ઔદ્યાગિક ખંને દષ્ટિએ ઘણું અગત્યનું છે. બરફનું પાણી થતાં, અને પાણીની વરાળ થતાં ઉપમાને અમુક ભાગ લુપ્ત થાય છે એ તેણે અનેક રીતે સિદ્ધ કર્યું હતું. બરફ અને પાણીને ભેગા રાખીને નીચેથી તપાવવામાં આવે તોપણ જ્યાં સુધી બરફનો ટુકડો પણ હશે ત્યાં સુધી આ પાણીની ઉપમાનું માપ ૦°C કરતાં વધશે નહિ; તેવી જ રીતે પાણીને ખૂબ ગરમ કરીને ઉકાળ્યા પછી અને તેમાંથી વરાળ નીકળ્યા પછી પણ વધારે ગરમ કરવાથી પાણીનું ઉપમામાપ ૧૦૦°C કરતાં વધારે ઉંચું ચઢશે નહિ. આ ઘટનાનું કારણ શોધતાં બ્લૅકને લાગ્યું કે વધારાની ઉપમા લુપ્ત થઈ જાય છે; અને તેવી જ રીતે વરાળ-બાબ-નું પાણી થતાં તેમાંથી આટલી ઉપમા બહાર પડે છે. આ શોધ તેના મિત્ર વોટને ઘણી ઉપયોગી થઈ પડી; કારણ કે તે સમયે વોટે એક જુના સ્ટીમ એન્જીન-વરાળચંત્ર-ની મરામતનું કામ હાથમાં લીધું હતું. વોટ(૧૭૩૬-૧૮૧૯)નહાનપણમાં આજસુ, રમતીઆળ અને માંદલો હતો; તેનું ચિત્ત ભણવામાં ન હતું. ચહાદાનીમાંથી નીકળતી વરાળને ચમચાવતી દાખી જેવાના પ્રયોગ જેવી રમત કરવામાં તેનું ધ્યાન રહેવાથી તેની મા તરફથી ઠપકા મળતો દર્શાવનારું ચિત્ર પ્રસિદ્ધ છે. મ્હોટો થયા પછી નહાનાં મોટાં યંત્રો અને ખાસ કરીને ખગોલ અને ગણિતનાં યંત્રો બનાવવાનું કામ તે કરતો અને તેની બુદ્ધિ અને યાંત્રિક જ્ઞાન એટલાં તો ખીલ્યાં હતાં કે ત્યાંની યુનિવર્સિટીના ઘણા અધ્યાપકો તેની પાસે વિવેચન અને વાતો કરવા જતા. આવા

એક પ્રસંગે બ્રહ્મકેની શોધ ઉપરથી વિચાર કરનાં વોટને લાગ્યું કે જીવની પદ્ધતિના વરાળયંત્રોમાં માથાકુટ અને વ્યર્થ વ્યય બહુ હતાં; પીસ્ટન ઉઠ્યો ગયા પછી તેને નીચે લાવવાને માટે આખું વરાળનું સીલીંડર ઠંડું કરવું પડતું હતું તેમાં ઉબ્બાનો નાશ થતો હતો-એક સ્તંભ વરાળને ઠંડી કરવામાં છ રતલ પાણીની જરૂર પડે છે-તે બાણીને આ સીલીંડરને ઠંડું કરવાને બદલે તેમાંની વરાળ બીજા વાસણમાં લઈ જઈને ઠંડી કરવામાં આવે તો તેમાં ઉબ્બાનો બચાવ થાય, બળતણનો બચાવ થાય, અને યંત્ર અટક્યા વગર વધારે સારી રીતે ચાલી શકે. આ શોધનો લાભ લઈને વોટ અને તેના જેવા જ ઉદારવૃત્તિવાળા તેના ભાગીદાર બોલ્ટને નવી પદ્ધતિનાં વરાળયંત્રો બનાવવાં શરૂ કર્યાં. વોટે વરાળયંત્રનું શોધન કર્યું નથી પરંતુ તેમાં સુધારા દાખવે કર્યાં છે એ વાતથી તેના કાર્યની મહત્તા ઓછી થતી નથી. કારણ કે તેની શોધ વગર વરાળયંત્રોથી આગાડીઓ, કાપડ સુતરનાં કારખાનાં અને વહાણો-સ્ત્રીમરો ચલાવી શકાત નહિ અને નવા ઔદ્યોગિક પરિવર્તનનાં બીજાંકુરો ઉદ્ભવી શકત નહિ.

બેન્ગમીન ફ્રેન્કલીન

ઉબાશાસ્ત્ર કરતાં વીજશાસ્ત્રથી આ ઔદ્યોગિક પરિવર્તનમાં ઓછું કાર્ય થયું નથી. બેન્ગમીન ફ્રેન્કલીન (૧૭૦૬-૧૭૯૦) એક ચરખીના વેપારીનો છોકરો હતો. તેણે ન્હાનપણમાં ઘણી હાડમારી વેઠ્યા પછી તેના ભાઈના ત્રાસથી નાસીને જીલ્લા છાપખાનું કાલેજી હતું; તેને ૪૦ વર્ષની ઉંમર સુધી વિજ્ઞાનમાં નવી શોધ કે નવું કામ કરવાને પુરસદ મળી ન હતી, બે કે તેટલા વર્ષ સુધીમાં તેણે ખંત, મહેનત, અને અભ્યાસથી જ્ઞાન મેળવવાનું કામ ચાલુ રાખ્યું હતું. પદાર્થ વીજમય થાય છે ત્યારે તેમાં ધન અથવા ઋણ ગતતી વીજ કર્યાંથી આવે છે તે સમજાવવા માટે બે જીલ્લા ગતના પ્રવાહને બદલે એક જ પ્રવાહની કલ્પના તેણે સિદ્ધ કરી હતી; પરંતુ તેનું એક મોટું કાર્ય તો આકાશમાં થતી વિજળીના ચમકારા અને

સાધારણ ક્રિયાથી ઉત્પન્ન કરવામાં આવતી વિદ્યુત્ એ એક જ છે તે સિદ્ધ કરવાનું હતું. આ વાત આપણને અત્યારે તો સ્વતઃસિદ્ધ લાગે છે, પરંતુ તે વખતે લંડનની રોયલ સોસાયટી ઉપર આ વિષે કોઈ મોકલ્યો ત્યારે તેની હાંસી કરવામાં આવી હતી. તેણે એમ પ્રતિપાદન કર્યું હતું કે (૧) વિજળીના ચમકારા અને વિદ્યુતના તણુખા ખંતેના પથ ત્રાંકચૂંકા હોય છે. (૨) વિજળી અને વિદ્યુત એ ખંતેથી વસ્તુઓ ખળી જાય છે. (૩) ખંતેથી ધાતુઓ ઓગળી જાય છે અને ખંતેથી પ્રાણીઓ મરી જાય છે. (૪) જેમ અણીવાળા પદાર્થો તરફ વિદ્યુત એકડી થાય છે—આકર્ષાય છે, તેમજ વિજળી, મિનારાઓ, ઝાડની ટોચ ઉપર અને પર્વતના શિખર ઉપર પહોંચી પડે છે. આ પ્રમાણે ગુણો સરખા હોય તો પછી આકાશની વિજળી અને કૃત્રિમ વિદ્યુત ખંતેનું અતિમ સ્વરૂપ એક જ હોવું જોઈએ; અને જેવી રીતે વિદ્યુત ત્રાંખાના તાર કે સળીઆમાં જલ્દીથી સંવહન કરે છે તેવી જ રીતે આ આકાશી વિજળીને પણ ત્રાંખાના સળીઆ વતી જમીનમાં ઉતારી દેવામાં આવે તો દર વર્ષે મકાનોને અને ખીજી વસ્તુઓને થતું નુકશાન ખચાવી શકાય. પરંતુ આ વિચાર તે સમયે રોયલ સોસાયટીના વિદ્વાન સભ્યોને ગમ્યો નહિ; અને ઉલટું ક્રેન્કલીનની મરકરી થઈ. પણ આથી નિરાશ ન થતાં પ્રત્યક્ષ પ્રયોગ કરીને આકાશની વિજળી નીચે લાવવાને માટે તેણે તૈયારી કરી: રેશમી કપડાનો ટુકડા કરનાં પણ મહોટા પતંગ ખનાવીને તેને ઉપરના છેડે અણીવાળો લોખંડનો ટુકડો જડીને સાધારણ રુતરની દોરી વતી આ પતંગ એક તોફાની અને વર્ષાદ્રવાળી સવારે જાંચે આકાશમાં ચલાવ્યો. આ દોરીને છેડે એક કુચી ખાંધી અને કુચીના છેડા ઉપર રેશમી દોરો ખાંધ્યો કે જેથી એકડી થયેલી વિજળી નાસી જાય નહિ. આ પ્રમાણે તૈયારી કરીને અને પતંગની દોરીને ઝાંટે ખાંધીને ક્રેન્કલીન અને તેનો છોકરો એકાંતમાં બેઠા, થોડીવાર પછી સખત આપડું આવ્યું, દોરી અને

પતંગ ભીનાં થઈ ગયાં, અને એકાદ બે વિજ્ઞાનીના ચમકારા થયા. પછી દોરી ઉપરની રુવાંટી ઊભી થઈ ગઈ. ફ્રેન્કલીનને સંતોષ થયો કે તેના પ્રયોગ સૂક્ષ્ણ થયો હતો અને કૃત્રીને તેની આંગળી લગાડતાં તેમાંથી તણખો નીકળ્યો અને થોડીવાર પછી કૃત્રીમાંથી તેના શરીરમાં વિદ્યુતના તણખા જતા તેણે બોલ્યા. હવે ભલેને રોયલ સોસાયટીના સભ્યો હશે અથવા હાંસી કરે, પરંતુ ફ્રેન્કલીનને આકાશની વિજ્ઞાનીને નીચે ઉતારી હતી અને આ વિજ્ઞાનીનું અને કૃત્રિમ વિદ્યુતનું સ્વરુપ અને ગુણ એક જ છે એ સિદ્ધ કર્યું હતું. ત્યારપછી તેના ધરમાં આ વિજ્ઞાની આકાશમાંથી ભેગી કરવાનું યંત્ર બનાવ્યું હતું; અને તે શોધ પછી જ મહોટાં મકાનોની ટોચને ત્રાંખાની પટીથી મઠીને વિજ્ઞાનીના કાપથી રક્ષિત કરવાનો રિવાજ શરૂ થયો છે.

ગેલ્વેની અને વોલ્ટા

જે સમયમાં ફ્રેન્કલીને આકાશની વિજ્ઞાની અને કૃત્રિમ વિદ્યુત (જે કાચ અને રેશમ અથવા ચામડું ઘસવાથી, અથવા તો લાખ યા કેરબો અને ઊન ઘસવાથી ઉત્પન્ન થાય છે) એ બે એક જ પ્રકારનાં છે તે સિદ્ધ કર્યું, તે જ સમયે ગેલ્વેની (૧૭૩૭-૧૭૬૮) એ પ્રાણીઓમાં રહેતી પ્રાણીજ વિદ્યુતની અને વોલ્ટાએ (૧૭૪૫-૧૮૨૭) ધાતુઓમાંથી નીકળતી ધાતુજ વિદ્યુતની શોધ કરી હતી. આ પ્રમાણે દેડકાના પગના મજ્જાતતુઓ બહારના કાર્ષ પણુ સંસ્કાર સિવાય વિદ્યુત પ્રવાહને ઉદ્ભાવી શકે છે; વોલ્ટાએ જસત અને ત્રાંખુ એ બે ધાતુના કકડાને સાથે રાખવાથી તેમાંથી વિદ્યુત પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે એ બતાવી આપ્યું હતું. જીભની ઉપર અને નીચે ત્રાંખાનો પૈસો અને જસતનું ગોળ ચકતું સાથે રાખવાથી આ વિદ્યુત પ્રવાહનો અનુભવ આપણને મળી શકે છે; આ વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાણીમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે કે ધાતુમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે તે વિષે ગેલ્વેની અને વોલ્ટા વચ્ચે ઘણો વિવાદ થયો હતો; પરંતુ તેઓ બંને ખરા હતા અને બંને જાતની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થઈ શકે

છે તે વાત પછીથી સિદ્ધ થઈ હતી. વોલ્ટાની શોધનો પાછળથી ધણી રીતે વિકાસ થયો છે. બંધ ધાતુની વચ્ચે ફક્ત પાણીને બદલે તેગ્નબવાળું પાણી રાખવામાં આવે તો આ વિદ્યુત પ્રવાહ સહેલાઈથી પ્રદીપ્ત થઈ શકે છે; તેમાં પણ બે ધાતુના એક કોષને બદલે આવી કાષમાત્રા તૈયાર કરવામાં આવે તો તેમાંથી એટલો બધો પ્રબળ પ્રવાહ નીકળી શકે છે કે તેમાંથી તણખા અને પ્રકાશ પણ દેખાય છે. આ શોધમાંથી હાલના જમાનાની વિજ્ઞાનીના દીપક અને વિજ્ઞાનીના તારવાળાં અને તાર વગરનાં ટેલીગ્રાફ અને ટેલીફોનની શરૂઆત થઈ છે; ત્યાર પછી વિજ્ઞાની મેળવવાનાં યંત્રો અને વિદ્યુતનાં અનેક શોધ અને અન્વેષણ થયાં છે. પરંતુ વીજવિદ્યાના આઠ ઉપાસકોમાં ફ્રેન્કલીન, ગેલ્વેની અને વોલ્ટાનાં નામ ભૂલી જવાં જોઈએ નહિ.

વીજવિદ્યાનાં સૈદ્ધાન્તિક પરિણામો

વીજવિદ્યાના અભ્યાસથી મનુષ્યને અનેક લાભ થયા છે. આધિભૌતિક સુખ અને આરામ, દીપક અને પંખાઓ; તારના સંદેશા, ટ્રામ, ગાડી અને વ્યવહારનાં સાધનો, ઔદ્યોગિક બળ વગેરે અનેક પરાક્રમોથી વીજવેત્તાઓએ જનસમાજને ઉપદ્રૂત કર્યો છે. પરંતુ આ લાભના કરતાં મનુષ્યની અતિમ સત્ય શોધવાની મહત્વાકાંક્ષાને સંતોષનારી સૈદ્ધાન્તિક શોધની કિંમત ઘણી જ વધારે છે. દ્રવ્યનું બંધારણ કેવા પ્રકારનું છે એ પ્રાચીન પ્રશ્નનો ઉત્તર છેલ્લા ત્રીસ વર્ષમાં જે સફળતાથી મળ્યો છે તેનું એક કારણ વીજવિદ્યાનો ઊંડો અભ્યાસ છે. અણુવાદ પ્રાચીન સમયથી પ્રચલિત છે પરંતુ તેનું ભૌતિક દૃષ્ટિએ સમર્થન અને આ અણુનું સ્પષ્ટ દર્શન, વીજવિદ્યાના અભ્યાસ પહેલાં અશક્ય હતું. ઇ. સ. ૧૮૯૫ પહેલાં જ્ઞાનની સરહદ બંધાર્થ ગઈ હોય એમ લાગતું હતું; અને તે વખતે કોઈ પણ સિદ્ધાન્તો નવા શોધવાના બાકી રહ્યા હોય એમ દેખાતું ન હતું. પરંતુ થોડા જ સમયમાં પ્રાણીના દ્રવ્યમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થવાથી થતા ફેરફારો, વાયુની નળીઓમાંથી

વિદ્યુત-પ્રવાહ પસાર થતાં તેમાંથી નીકળતા રેન્જન કિરણો, કૃથોડ કિરણો, ક્ષ-કિરણો, અને રેડીઅમની શોષ અને તેમાંથી નીકળતાં કિરણો અને ઉપરનાં કિરણોનું સામ્ય-એ પૃથ્વી ઘટનાઓના અભ્યાસથી દ્રવ્ય અને વિદ્યુતનાં સ્વરૂપ અને સાધારણ વિષે વિદ્વાનોના વિચારો અદલાઈ ગયા અને લગભગ દશ વર્ષમાં આ વિષયમાં વિપ્લવમય પરિવર્તનો અનુભવ થયો.

જલમય દ્રવણમાં વિદ્યુતનો પ્રવાહ

જુદા જુદા રાસાયણિક પદાર્થોને પાણીમાં ઓગાળીને આ દ્રવણમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવાથી રાસાયણિક પદાર્થોના ઘન અને ઝણ એ બે ભાગ પડી જાય છે. ત્રાંબુ, રુપું કે સોનું એમાંથી કોઈપણ ધાતુના ક્ષારનું પાણીમાં દ્રવણ લઈને તેમાંથી વીજ-પ્રવાહ પસાર કરવાથી ઝણ છેડા ઉપર આ ધાતુ છૂટી પડે છે; આનો ઉપયોગ ઢોળ ચઢાવવામાં થાય છે. ઝણ તારા ઉપર આ ધાતુઓ ચઢતી હોવાને લીધે એમ સિદ્ધ થાય છે કે આ ધાતુઓના કણો ઉપર ઘનવિદ્યુત લાગેલું હોવું જોઈએ; આ વીજવાળા જલમય કણોને “આયન” નું નામ આપવામાં આવે છે. “આયન” એ પ્રકારનાં હોઈ શકે-ઘન અને ઝણ. ક્ષારોના દ્રવણના વર્તનની સમજાવી માટે આ “આયોનિક” સિદ્ધાન્ત ઘણો જ ઉપયોગી થઈ પડ્યો છે. સાધારણ મીઠાનું રસાયણિક નામ સોડીઅમ ક્લોરાઈડ કહેવાય છે; તેના દ્રવણમાં વિદ્યુત-પ્રવાહ દાખલ કરવામાં આવે તો ઘન છેડા ઉપર ક્લોરીન વાયુ તાત્ત્વિક રૂપમાં છૂટો પડશે અને ઝણ છેડા ઉપર સોડીઅમ ધાતુ છૂટી પડીને તેનું રુપાંતર થઈ જશે; આ પ્રમાણે થયેલું દ્રવણ તેમાંના ક્લોરીનને લીધે કારખાનાઓમાં નિખાર કાઢવાને માટે-બ્લીચીંગ માટે-વપરાય છે. આ “આયનો” નરી આંખે જોઈ શકાય છે; ત્રાંખાના “આયનો” નો રંગ લીલાશ પડતો હોય છે, તેવી જ રીતે “કોબાલ્ટ”નાં “આયન” અને કોમેટનાં “આયનો”ની ગતિ તેમના રંગને

લીધે સ્પષ્ટ જોઈ શકાય છે. આ “આયનો” અને આણુવાદના પરમાણુમાં ફેર એટલો જ કે આ આયનો ઉપર વિદ્યુત લાગેલું હોય છે અને તે પાણીના દ્રવણમાં જ રહી શકે છે.

વાયુમાં વીજનો પ્રવાહ

પાણીનાં દ્રવણોમાંથી વીજપ્રવાહ પસાર થવાથી જેવાં “આયનો” ઉત્પન્ન થાય છે તેવાં જ “આયનો” વાયુમાંથી આ પ્રવાહ પસાર થવાથી ઉત્પન્ન થાય છે. આવાં “આયનો” સિવાય વીજનો પ્રવાહ પાણી કે વાયુમાં થઈ ને પસાર થઈ શકે જ નહિ. કારણ કે તે ખંને વસ્તુઓમાં વીજપ્રવાહ પસાર કરવાની શક્તિ છે જ નહિ. જેમ દ્રવણમાં ધન અને ઋણ જાતના “આયનો” જુદા જુદા છે કે છૂટા પડે છે તેવી જ રીતે વાયુમાં વિદ્યુત પસાર કરવાથી લગભગ તેવી જ ઘટના જોવામાં આવે છે. વાયુનું દબાણ ઓછું કરવાથી ધન છેડેથી અને ઋણ છેડેથી જુદી જુદી જાતનાં કિરણો દેખાય છે. ધન છેડેથી નીકળતાં કિરણોમાં ધનવિદ્યુત હોય છે; તેઓ ફક્ત સીધી દિશામાં જ જઈ શકે છે, પણ વિદ્યુત અને ચુંબકતત્ત્વની અસરથી આ દિશા બદલાઈ શકાય છે. આ વિપથગમન માપવાથી તેમની ગતિ અને ધનતાનું માપ લઈ શકાય છે, તે ઉપરથી એમ સિદ્ધ થયું છે કે આ ધનકિરણો છુટક પરમાણુઓમાં ખનેલાં હોય છે અને આ રીતે તેમના પરમાણુભારાંકનો નિર્ણય થઈ શકે છે; આ પ્રમાણે પરમાણુના પ્રત્યક્ષ દર્શન-જોવાનો નહિ તેા તેમના ગુણો અનુભવવાનો લાભ મળે છે.

દ્રવ્ય વીજમય છે.

ઋણ છેડા ઉપર નીકળતાં “કેથોડ કિરણો” વધારે વિલક્ષણ છે. આ કિરણો સંગીન વસ્તુઓ ઉપર પડે છે યારે તેમાંથી રોજરોજન કિરણો અથવા ક્ષ-કિરણો નીપળે છે. ધન કિરણોમાં ધન વીજવાળાં પરમાણુ હોય છે, તેમ આ ઋણ કિરણોમાં ઋણ

વીજવાળાં વીજાણુઓ હોય છે. તેઓ પણ ફક્ત સીધી દિશામાં જઈ શકે છે: અને વિદ્યુત અને ચુમ્બક ક્ષેત્રની અસરથી તેમના પથની દિશા બદલી શકાય છે. આ વિપથગમનના માપથી એમ સિદ્ધ થયું છે કે આ ઋણ કિરણો છુટક વીજાણુઓના ખનેલા હોય છે. તેમની ગતિ સેકન્ડના ૧૮૦૦૦ માર્ગજ નેટલી એટલે પ્રકાશનાં કિરણોના કરતાં દસમા ભાગ નેટલી જ છે; અને તેમનું વજન ઘણું જ હલકું છે. સર્વથી હલકા ગણાતા હાઇડ્રોજન (જૂંજવાયુ) જેનો અણુભારાંક એક જ ગણાય છે તેના આઈસોમા ભાગ નેટલું જ તેનું વજન છે. ધનકિરણોમાં મળી આવતાં પરમાણુઓના ગુણો, અને પરમાણુભારાંક પ્રયોગમાં વપરાયેલા વાયુની સાથે બદલાય છે; પરંતુ ઋણકિરણોનાં વીજાણુઓ તો નિશ્ચિત અને નિર્વિકાર સ્વરૂપનાં છે. ગમે તે વાયુ વપરાય અને ગમે તેવી રીતે પ્રયોગ કરવામાં આવે તોપણ આ ઋણકિરણોમાં વીજાણુનું સ્વરૂપ સ્થાયી રહે છે. બધાં રસાયનિક તત્ત્વોમાં આ વીજાણુ રહે છે અને તેમનામાં રહેલો વિદ્યુતનો અંશ એ ઋણ વિદ્યુતનો નાનામાં નાનો અંશ-એકમ-હોવો જોઈએ એમ સિદ્ધ થાય છે. આ વીજાણુ એક ધણી જ વિજ્ઞક્ષણ વસ્તુ છે: તે દ્રવ્યમાત્રના તેમ જ શક્તિના અતિમ અધારણું કારણ છે-વિશ્વરચનાની અતિમ ઇંટો છે-એમ કહી શકાય. આ વીજાણુની ગતિ વધારીએ તો તેનું વજન-ધનતા* પણ વધે છે અને તેથી દ્રવ્યના વજનમાં આ વિદ્યુતનો ભાગ નાનો ન કહી શકાય; કેટલાએક વૈજ્ઞાનિકો તો એમ કહે છે કે આ વીજાણુ દ્રવ્ય અને શક્તિની એકતા દર્શાવે છે. પંડી ત્યારે તમારે વિશ્વને કેવળ જડ દ્રવ્યનું ખનેલું અથવા તો કેવળ વીજમય શક્તિનું ખનેલું ગણવું હોય તો ગણો.

રેડીઅમવિદ્યા

આ સંબંધમાં રેડીઅમની શોધ અને તેમાંથી નીકળતા

નિઃસરણુ (એમેનેશન) વગેરેનો અભ્યાસ ઘણો જ રસમય અને ઉપયોગી છે. ૧૮૬૬ થી ૧૮૯૮ ના વર્ષોમાં આ સંબંધી મુખ્ય શોધખોળ થઈ હતી. તેમાં માદામ ક્યુરી નામનાં દ્વેન્ય સ્ત્રીવૈજ્ઞાનિકને હાથે અથેલી રેડીઅમ તત્ત્વની શોધ એ અથાગ મહેનત અને ખારીક નિરીક્ષણનું પરિણામ હતું. ત્યારપછી રેડીઅમમાંથી નીકળતા નવા પદાર્થો -તત્ત્વોની શોધ પ્રતિવર્ષે થતી આવે છે. રેડીઅમમાંથી ઉત્પન્ન થતા પદાર્થોમાં વાયુમય નિઃસરણુ ઘણાં જ અગત્યનાં છે. આ વાયુમય નિઃસરણુ આલ્કા, ખીટા, ગેમા કિરણો વગેરે નામોથી ઓળખાય છે; તેમાંથી જે ગતનાં કિરણો ઉપર વલુવિદ્યાં ધન અને ઋણ કિરણોને મળતાં આવે છે. તેમનાં ગુણો અને વર્તનથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે ઋણકિરણો ઋણ વીજાણુઓનાં ખનેલાં હોય છે અને ધનકિરણો ધન પરમાણુઓનાં ખનેલાં હોય છે. ધનકિરણોમાં હીલીઅમ વાયુનાં પરમાણુ હોય છે એમ સિદ્ધ થયું છે. હવે રેડીઅમમાંથી આ પ્રમાણે ઋણ વીજાણુઓ અને હીલીઅમની નિષ્પત્તિ થાય છે તે વખતે મ્હોટા રસાયનિક ફેરફાર થાય છે અને તેમાંથી એટલી બધાં ઉષ્મા નીકળે છે કે જે ભાગ્યે ખીજા કાષ્ઠપણુ રાસાયનિક કાર્યમાં ઉદ્ભવતી હોય; આ રેડીઅમમાંથી નીકળતાં તત્ત્વોનો અને સ્વતઃ રેડીઅમ જે ખીજાં તત્ત્વોમાંથી ખની શકે છે તેમનો સંબંધ ઘણો જ વિચારણુ છે; યુરેનીઅમ નામનાં મૂળ તત્ત્વમાંથી નવાં મૂળતત્ત્વો ખને છે એ ઘટના રસાયનશાસ્ત્રના સાધારણુ સિદ્ધાન્તોથી તદ્દન નવા જ પ્રકારની છે. સર વીલીઅમ રેસ્સેએ જ્યારે રેડીઅમમાંથી હીલીઅમ ગેસ ખને છે એ શોધ કરી, ત્યારે તેને એક તત્ત્વમાંથી ખીજું તત્ત્વ પેદા થાય છે એ વિચાર જ એટલો બધો વિશ્વવમય લાગ્યો હતો કે તે શોધ ફરી ફરીને તપાસીને ખાત્રી કર્યા પછી જ ખહાર પાડી હતી. હવે આ ઘટનાઓની સમજાવતી સારી રીતે મળી ગઈ છે અને રેડીઅમ અને તે સમૂહનાં તત્ત્વો સ્થાયી નથો પરંતુ તેમના પરમાણુઓ સહેલાઈથી

વિભાજ્યત થઈ શકે છે એમ મનાય છે. આ પરમાણુભંગવાદ બંધી બંધી પાતમીની સમજૂતી આપી શકે છે. રેડીઅમ સમૂહનાં તત્ત્વોના પરમાણુઓમાંથી એકાદ પરમાણુ દરેક કલાકમાં વિભાજ્યત થાય છે; આ વિભાજનમાં ઘણી જ ઉષ્માશક્તિના આવિર્ભાવની સાથે હીલીઅમ નામનો વાયુ છૂટા પડે છે અને તેની સાથે નવાં તત્ત્વો બને છે. હીલીઅમનો પરમાણુભારાંક ૪ છે, અને હીલીઅમના એક અથવા બે પરમાણુ છૂટા પડવાથી નવાં તત્ત્વોના આવિર્ભાવ થાય છે તે નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય.

હીલીઅમના હીલીઅમનો હીલીઅમના
બે આણુ=૮ એક આણુ=૪ ચાર આણુ=૧૬

યૂરેનીઅમ,	આયોનીઅમ	રેડીઅમ,	પોલોનીયમ—,
૨૩૮.૫	૨૩૦.૫	૨૨૬.૫	૨૧૦.૫

નવાં તત્ત્વોની નીચે તેમના પરમાણુભારાંક દર્શાવવામાં આવ્યા છે અને તે દરેકની વચ્ચે ચાર અથવા ચારના ગુણાકાર જેટલો અંતર રહે છે. એમ ગણતરી કરવામાં આવી છે કે રેડીઅમનું એમુક વજન આવી રીતે અઢી હજાર વર્ષમાં અડધું થઈ જશે. તે દરમિયાન તેમાંથી અગણિત શક્તિનો આવિર્ભાવ થઈ જશે અને તેમાંથી કેટલાએક નવા પદાર્થો અને તત્ત્વો નીપજશે! રેડીઅમમાંથી લીથીઅમ અને ત્રાંબુ બને છે એ ઘટના ઘણી જ આશ્ચર્યજનક ગણી શકાય. ત્રાંબામાંથી રૂપું, અને રૂપામાંથી સોનું, અને પારામાંથી સોનું બનાવવાને પારસમણિ શોધવાને કામીઆગરો અનેક દેશોમાં હજારો વર્ષોથી નિષ્ફળ મહેનત કર્યા કરે છે; પરંતુ રેડીઅમનાં સ્વયંભૂ રૂપાંતરો, જેમને કામીઆગીરીની શક્યતા વિષે કાંઈક આશા ઉપજી છે. પારાના અને સોનાના આણુભારાંકમાં બહુ ફેર નથી. પારાના પરમાણુભારાંક (૨૦૦.૬) અને સોનાના પરમાણુભારાંક (૧૯૭.૧) વચ્ચે ફક્ત ૩.૪નો ફેર છે: આ ફેર લગભગ હીલીઅમના પરમાણુભારાંક (૪)ના જેટલો છે,

અને તેથી રેડીઅમ સમૂહના પરમાણુભંગ પ્રમાણે પારદમાંથી સોતું
બની શકવાના સંભવ યોગ્ય નથી. ૧૯૨૬ની આખરમાં નવી શોધ
બહાર આવી હતી કે હાયડ્રોજનમાંથી હીલીઅમ પ્રાપ્ત થઈ શકે છે.
૧૯૪૬માં શોધ પ્રસિદ્ધ થઈ છે કે પારાની ખારીક શીલ્મ જેવી
પાતળા સપાટી ઉપર અતિગતિમાન અણુઓને ફેંકવાથી તેમાંથી
સોતું બને છે: આ પ્રમાણે કીમીઆગરોનાં સ્વપ્નાં સાચાં પડ્યાં છે.
પરંતુ તે પ્રમાણે સોતું બનાવવાનું ધણું મોઢું પડે, અને તે ઉપરાંત
અર્વાચીન ભૌતિક વિજ્ઞાનીઓ આ ધંધા કરતાં વધારે અગત્ય
દ્રવ્યની રચના સંબંધી જ્ઞાન મેળવવાને આપે છે.

એક તત્ત્વમાંથી બીજાં તત્ત્વોનું રૂપાન્તર થાય છે, એ ઘટનાને
લીધે તત્ત્વની વ્યાખ્યાને મૂળથી જ ફેરવવી પડશે, અને તેનાં બીજાં
કારણો પણ છે. એક જ તત્ત્વ જુદા જુદા રૂપમાં રહી શકે છે એ
આપણે જાણીએ છીએ પરંતુ એક જ પરમાણુભારાંકવાળાં જુદાં
જુદાં તત્ત્વો હોઈ શકે છે. એ ઘટના પણ ધણી વિચિત્ર છે.
આઇસોબેર (તદ્દુગુણી) અને આઇસોપેર (તદ્દવજની) એ નવી જાતનાં
તત્ત્વોની શોધથી દ્રવ્યના બંધારણ અને પરમાણુની રચના વિષે
નવું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું છે. હાયડ્રોજનના સાંધારણ છ હજાર
પરમાણુઓમાં એક પરમાણુ આવું ભારે હોય છે અને તેનાં પરમાણુ-
ભારાંક એક નહીં પણ બે હોય છે. તેવા ભારે હાયડ્રોજનમાંથી
ભારે પાણી બને છે: અને આ ભારે પાણીની ઘનતા ૧૧૦૦, ઉકળવાનું
બિંદુ ૧૦૧૪, અને ફરવાનું બિંદુ ૩૮૦, પણ ઉંચા હોય છે અને આ
ભારે પાણી પ્રાણીજીવનને નુકસાન કરે છે.

રેડીઅમ અને પરમાણુવાદ

રેડીઅમની શોધથી પરમાણુવાદ તુટી જતો નથી. દ્રવ્યના
નાનામાં નાના કણ તરીકે અણુની કલ્પના, વાયુની ગતિ અને આયતન

વગેરેની તપાસમાં ઉપયોગી થઈ છે: તેવી જ રીતે રાસાયનિક તત્ત્વોના નાનામાં નાના કણ પરમાણુ છે એ કલ્પના ઘણી જ ઉપયોગી અને ફલપ્રદ છે. રેડીઅમની શોધથી એટલું થયું કે આ પરમાણુઓ જે અવિભાજ્ય ગણાતા હતા તેમનાં આ લક્ષણને અપવાદ મળ્યા છે: તે છતાં સાધારણ રાસાયનિક સંયોજનમાં પરમાણુ એ સંયોજનના એકમ છે અને આ સંયોજનમાં પરમાણુભારાંક વિના ચોક્કસ ગણતરી થઈ શકે નહિ એ સ્વીકારવું પડશે. વળી રેડીઅમ સમૂહનાં અસ્થિર ગણાતાં તત્ત્વોના પણ પરમાણુભારાંક સુનિશ્ચિત છે. આ પ્રમાણે પરમાણુવાદમાં જરા ફેરફાર થવા છતાં પણ મૂળ સિદ્ધાન્ત કાયમ રહ્યો છે. એટલું જ નહિ પણ રેડીઅમ ક્રિયાના અભ્યાસથી પરમાણુની રચના અને પરમાણુના લક્ષણ વિષે વધારે ખાત્રી થતી જાય છે. અણુનું કદ એટલું નાનું છે કે તેનો તકરાર પણ આપણાથી થઈ શકે નહિ: એક ઇંચનો ત્રીસ કરોડનો ભાગ આપણાથી જોઈ શકાય તો તેનાથી આપણને અણુનો ખ્યાલ આવે. અણુના કરતાં પરમાણુ પણ ઘણાં જ નાનાં હોય અને તેથી તે જોઈ શકાય નહિ. પરંતુ હીલીઅમ વાયુના કણો જોઈ શકાય એવી ઘટના રેડીઅમ-ક્રિયાની શોધખોળમાં મળી આવી છે. હીલીઅમના પરમાણુઓ રેડીઅમમાંથી છૂટા પડે છે તે વખતે તેમનામાં ધનવીજનો અંશ હોય છે. આ ધનવીજથી હીલીઅમના પરમાણુઓની ગતિનું આપણને ભાન થઈ શકે છે.

ભૌતિકશાસ્ત્રમાં અજન્મ શોધો થઈ છે. અણુ, પરમાણુ અને વીજાણુની ઉત્પત્તિ, અને બંધારણ સંબંધી અને તેમાંથી પ્રોટોન, પોઝીટ્રોન, મેસીટ્રોન, ન્યુટ્રોન, ડ્યુટરોન, વગેરે અગત્યનાં નવાં સૂક્ષ્માણુઓ, અને વિશ્વરશ્મિ જેવાં નવાં પ્રકારનાં કિરણો અને અણુબૉમ્બની શોધ એ પણ વિપ્લવકારક શોધો ગણી શકાય.

છેલ્લી શોધો પ્રમાણે દ્રવ્યમાત્ર એ પ્રકારના પરમાણુઓનું બનેલું

છે એમ ગણાય છે. તે બંને જડ નથી પરંતુ વીજમય હોવાથી હવે દ્રવ્યને જડ કહી શકાય નહીં. દ્રવ્યમાત્રમાં ઘન અને ઋણ વીજ સરખા પ્રમાણમાં હોવાને લીધે આ વીજમય દ્રવ્ય ભલેને જડ જેવું લાગે, પણ અંદર તો ઘન-પોઝીટીવ-વીજ વાળો ભાગ, પ્રોટોન અને ઋણ-નેગેટીવ-વીજ વાળો ભાગ, ઇલેક્ટ્રોન-વીજાણુ-ચેતનમય હોવ છતાં સંપીને રહે છે. પ્રોટોનનાં કણ વધારે ભારે હોય છે. -વીજાણુ કરતાં લગભગ ૧૮૪૭ ગણાં ભારે હોય છે. વળી પરમાણુમાં પ્રોટોન અને વીજાણુની ગોઠવણુ વિલક્ષણુ હોય છે. પ્રોટોનના કણ અને અડધા વીજાણુઓના કણ સંઘટિત થઇને મધ્યબિંદુ-નકલુ-અસમાં રહે છે: અને પાકીના અડધા વીજાણુઓ સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરતા અહોની માફક ફરતા રહે છે. આ છૂટા વીજાણુઓની સંખ્યા ગણી શકાય છે અને તેના ઉપરથી પરમાણુભારાંકની સંખ્યા નક્કી થાય છે. સાધારણ મીઠામાં રહેલા કલોરીનની રચના જાણવા જેવી છે. તેમાં ૩૫ પ્રોટોન અને ૩૫ વીજાણુઓ હોય છે; તેમાંથી ૩૫ પ્રોટોન અને ૧૮ વીજાણુઓ સંઘટિત સ્વરૂપમાં ઘનવીજ સાથે રહે છે: અને ૧૭ વીજાણુઓ ઋણવીજ સાથે ફરતા રહે છે. આ પ્રમાણુ બંધાયે તત્ત્વોનાં પરમાણુભારાંકની સમજાવતી મળે છે. હવે પરમાણુ-ઓમાંથી મધ્યબિંદુઓ તેમજ વીજાણુઓને છૂટા પાડી શકાય છે. પણ છૂટા પડતી વખતે તેમાંથી પ્રચંડ શક્તિ ઉપજે છે જેનો ઉપયોગ પરમાણુ બોમ્બ બનાવવામાં થયેલો છે, અને જેને વધારે લાભકારક રુપમાં પરિવર્તન કરવાને વૈજ્ઞાનિકો મથે છે. આ પરમાણુશક્તિ હીરોશીમાં અને નાગાસાકી જેવાં શહેરોના નાશમાં વપરાવાને બદલે યંત્રો ચલાવવામાં કે રોગનિવારણમાં વાપરવાને માટે આંતરરાષ્ટ્રીય અને દરેક દેશની રાજ્યસંસ્થાઓ પ્રયત્ન કરી રહી છે. તેમાં સફળતા મળેથી વિશ્વના કલ્યાણનાં સાધનોમાં વૃદ્ધિ થશે જ.

: આણુ વિભાજનનું કાર્ય રોગ નિવારણમાં વપરાવાનું શરૂ થઈ ગયું છે. યુરેનીઅમ, થોરીઅમ, અને રેડીઅમ જેવાં ભારે તત્ત્વો-

માંથી વિભાજનથી નવાં તત્ત્વો બને છે તે વાત તો ઘણા સમયથી જાણીતી છે. પરંતુ ઓરોન અને પોટાશીઅમ જેવા હલકા અણુભારાંક વાળા તત્ત્વોને પણ તોડી શકાય છે. અને વિભાજક શક્તિ કેવળ ત્વરિત ગતિવાળાં વીજાણુઓ અને પ્રોટોનમાં જ છે એવું નથી. એક પ્રોટોન અને એક વીજાણુના બંધારણવાળાં ન્યૂટ્રોન અને બે પ્રોટોન અને બે વીજાણુના બનેલા ડ્યુટરોનના કણો પણ આ વિભાજનમાં ઉપયોગી હોય છે. વિભાજન કાર્ય સાંકળલોટ્રોન “નામના નવા અદ્ભૂત યંત્રમાં કરવામાં આવે છે. આ યંત્રમાં પારદમાંથી સોનું બની શકે છે પરંતુ તેમ ન કરતાં નવાં રેડીઅમ પ્રેરિત દ્રવ્યો (રેડીઅમને બદલે) હોસ્પીટલોમાં વાપરવા માટે બનાવવામાં આવે છે. પ્રોટોન, ન્યુટ્રોન, કે ડ્યુટરોન જેવાં પ્રચંડ શક્તિવાળાં કણોને પ્રવાહ અમુક વસ્તુઓ ઉપર પડે તો તેમના તત્ત્વમય પરમાણુઓને વિભાજન કરીને રેડીઓ સોડીઅમ, રેડીઓ-ફોસ્ફરસ, રેડીઓલોહ, રેડીઓ આયોડીન, રેડીઓકાર્બન, રેડીઓફોસ્ફ્યમ એવા રેડીઅમ પ્રેરિત ગુણોવાળા પદાર્થો બને છે; તે સોના કરતાં અત્યંત કીંમતી અને ઉપયોગી હોય છે.

દ્રવ્યનું મુખ્ય બંધારણ સૂક્ષ્મતમ વીજાણુથી રચાયેલું છે. એ જાણ્યા પછી છેલ્લાં ચાલીસ વર્ષમાં તે જ્ઞાનનો ઉપયોગ અસંખ્ય રીતે કરવામાં આવ્યો છે. આ વીજાણુ છૂટા પાડી શકાય છે અને તેની ગતિ અને પ્રવાહનું નિયમન કરી શકાય છે; અને તેના અભ્યાસને માટે ઇલેક્ટ્રોનીકસ-વીજાણુવિદ્યા નામની વિજ્ઞાનની નવી શાખા બંધાઈ છે. તેનાથી વિજ્ઞાનનો પ્રવાહ જ્યાં જ્યાં વપરાય છે એ બધા ધંધામાં મહાપરિવર્તન થયું છે; ક્ષ-કિરણો (એક્સરે), ઝણુકિરણો (કેથોડરે) રેડીઓના વપરાશમાં તો ઘણી રીતે આવે છે; લઘુતમ^૧ તરંગોવાળા વીજાણુને વાપરીને “રડર” નામના પ્રખ્યાત યુદ્ધ સાધનની શોધ થઈ છે કે જેથી દૂર દૂર સુધી આકાશમાં ઊડતા એરોપ્લેનની અને રેલ્વે ટ્રેનની ગતિનું જ્ઞાન મળી શકે છે. તેનો ઉપયોગ યોગ્ય રીતે કરવામાં આવે

તો એરોપ્લેનો અને રેલ્વે ટ્રેનોના અકસ્માતો ઓછા થઇ શકે અથવા સદંતર અંધ થઇ શકે. આવા “રડર” યંત્રો પૂનાની વેધશાળામાં હમણાંજ મૂકવામાં આવ્યા છે; અને તેનાથી ૬૦૦૦૦ શીટ જેટલી ઉચ્ચાર્થ સુધી વાદળોની, વીજનાં તોફાનોની, વર્ષાદની ગતિની માહિતી અને નિરીક્ષણ મળી શકે છે, અને અતિવૃષ્ટિ કે વીજના તોફાનોથી બચવાને માટે સૂચના મેળવી શકાય છે, “નાયલોન” નામનું બનાવટી કાપડ બનાવવામાં, (સેફ્ટી) સંરક્ષક કાચ બનાવવામાં, બહારના તાપ વગર ખોરાકને રાંધવામાં, અને પેકબંધ ખોરાક બગડી ન જાય તેને માટે બહારથી રક્ષણ કરવામાં, આવા ઉચ્ચગતિવાળા તરંગો^૧ ધણા ઉપયોગી થઇ પડ્યા છે. ધાતુઓના ઉદ્યોગમાં પણ વીજબલ્યવિદ્યા ધણી ઉપયોગી થઇ પડી છે. ધાતુઓનાં પતરાંની બનાવટમાં, પતરાં જેડવાની અને સાંધવાની હિકમતમાં કાંઈપણ ખોડ ન રહી જાય તેને તપાસવા માટે નવી પદ્ધતિ પ્રમાણે ક્ષ-કિરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

પરંતુ સર્વથી વધારે અગત્યનો ઉપયોગ તો વિરાટ-સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની શોધમાં થયો છે. સાધારણ સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં વસ્તુઓ પચાસ કે સો ગણી જ મોટી દેખાય છે: અને તેમાં ખાસ યુક્તિથી ૪૦૦ કરતા વધારે મોટી નથી દેખાતી, પરંતુ તેથી વધારે મોટી વસ્તુઓ જેવાને માટે આપણે સાધારણ પ્રકાશ જ ઉપયોગી થતો નથી: કારણ કે તેમાંથી વધારે વિગતો કાંઈ વધુ સ્પષ્ટ દેખાઇ શકાતી નથી. જે પ્રકાશથી વસ્તુઓ સૂક્ષ્મદર્શકમાં જેવામાં આવે છે તે પ્રકાશની શક્તિ બદલી શકાય તો જ વસ્તુઓ વધારે દેખી શકાય. જાંબુલાતીત પ્રકાશ નરી આંખે જેઈ શકાતો નથી: પણ તેના ફોટો પરથી જેઈ શકાય છે. તેનો ઉપયોગ કરવાથી એક ઈચના હજારમા ભાગ સુધીની ખારીક વિગતો જેઈ શકાય છે અને ૫૦૦૦ જેટલું મહદી-કરણ સિદ્ધ કરી શકાય છે: વળી વીજબલ્યુઓનો ઉપયોગ કરવામાં

1 high frequency waves

આવે તો વસ્તુઓ મૂળ કરતાં સો ગણી મોટી દેખી શકાય. આ નવી જાતના યંત્રોથી વસ્તુઓને એટલા નાના રૂપમાં લાંગી નાંખવામાં આવે છે—સૂક્ષ્મતમ રીતે છૂટી પાડવામાં આવે છે અને એટલા મોટા રૂપમાં વસ્તુઓનું સ્પષ્ટતાથી નિરીક્ષણ થઈ શકે છે કે તેમને ૨૦,૦૦૦, ૪૦,૦૦૦ અને ૬૦,૦૦૦ જેટલા મ્હોટા રૂપમાં જોઈ શકાય છે અને એમ પણ ધારવામાં આવે છે કે ૧,૫૦,૦૦૦ જેટલું મ્હોટું મહદી-કરણ મેળવી શકાય એમ છે. આ વસ્તુઓ કેટલી મ્હોટી દેખાય છે તે જાણવાને માટે એક દષ્ટાંત ખસ છે. સાધારણ પાતળા ચીનાઇ કાગળ આ સૂક્ષ્મદર્શકમાંથી જોવામાં આવે તો નવ ફૂટ જેટલો જાડો દેખાય ! આવી રીતે અદૃશ્ય વસ્તુઓ દષ્ટિગત થવા પામી છે. તમાકુ, ટમેટા વગેરેના છોડને નાશ કરનારાં અદૃશ્ય ગણાતાં સર્વો-રસી-વીરસ^૧ અને ઇન્ફ્લુએન્ઝા તાવના કારણરૂપ અતિમ સર્વોને, પ્રત્યક્ષ જોવામાં આવ્યાં છે. વળી જંતુઓનો નાશ કેવી રીતે થાય છે અને જંતુવિનાશક દ્રવ્યો કેવી રીતે જંતુઓને મારી નાંખે છે તે બધી ઘટનાનાં આ વીજાણુ-સૂક્ષ્મદર્શકથી સૂક્ષ્મ ચિત્રો લઈ શકાય છે, અને તેનાં ચિત્રો અને ચિત્રપટો પણ હાંમેશને માટે રાખી શકાય છે. હજી સુધી પરમાણુઓ આ યંત્ર મારફત જોઈ શકાયા નથી પરંતુ આણુઓ જોઈ શકાય છે તેવું સર જ્યોર્જ થોમસન તરફથી કહેવામાં આવ્યું છે. એક આણુમાં વીસ હજાર પરમાણુ હોય તેવા આણુઓનાં ચિત્રો લઈ શકાય છે: પણ તેનાથી પારિક પરમાણુ જોઈ શકાતાં નથી. કારણ કે તેમને છૂટાં પાડવામાં જ આખા દ્રવ્યનો નાશ થઈ જાય છે અને અટકાવવામાં ઘણી હિકમત અને યુદ્ધિ વાપરવી પડે છે, પરંતુ સૂક્ષ્મતમ પરમાણુઓના સ્પષ્ટ દર્શનના દિવસો હવે ખહુ દૂર નથી. મનુષ્યની મર્યાદિત દષ્ટિ અને જ્ઞાનસાધનને આવી રીતે ઘણો વિકાસ મળ્યો છે. વિશ્વમાં કરોડો માર્બલના દૂરના અંતરમાં વસતા તારાઓ, નિહારિકાનું જ્ઞાન મેળવવાને

માટે વિરાટ દૂરબીનો, અને અત્યંત સૂક્ષ્મજંતુઓ, વ્યાજુઓ અને પરમાણુઓના સ્પષ્ટ દર્શન માટે મહાસૂક્ષ્મદર્શકો વિશ્વની ખહારથી આવતા વિશ્વરશ્મિને પકડીને અભ્યાસ કરી શકાય તેવાં સાધનો, આંખ અને કાનને અગોચર એવાં અતિ દૂરના વિમાનોની ગતિ ગ્રહણ કરવા રડર યંત્રો, એ આ યુગની નવી નવી સિદ્ધિઓએ મનુષ્યના જ્ઞાનની સીમા અને વિશ્વના ભૌતિક ખજાણા ઉપરની નિયંત્રણ શક્તિ ઘણી વધારી દીધી છે. વીળાણુઓ તેમજ પ્રકાશનાં કિરણો એ એ મુખ્ય ઘટનાઓમાં એ ૩૫ જોવામાં આવે છે : એક છૂટા તુટક ૩૫ અને બીજાં તરંગનું ૩૫. આ ઉપરથી પ્રકૃતિમાં કણ૩૫ અને તરંગ૩૫ એ એ ૩૫-દ્વૈત૩૫-પ્રચલિત છે એમ હવે સ્વીકારાય છે.

ઉપર પ્રમાણે દ્રવ્યનાં પ્રકૃતિ ૩૫ અને ગુણો વિષે નવી હકીકતો મેળવવા છતાં પરમાણુવાદનાં મુખ્ય સિદ્ધાન્તો ખદલાયા નથી. પરમાણુઓની અંદરની રચના ગતિમાન અને અસ્થિર ગણી શકાય. પરંતુ સાધારણ નિક રાસાયનિક કાર્યોમાં તો આ પરમાણુઓ સ્થાયી ગણાય છે; અને રાસાયનિક ક્રિયામાં આ પરમાણુઓનાં યુથ જ કામ કરે છે એ સિદ્ધાન્ત હજી પણ ખરો છે. તત્ત્વની વ્યાખ્યામાં એટલો જીજ્ઞેશ્વર કરવો પડે છે કે તત્ત્વની અવિભાજ્યતા શાશ્વત હોતી નથી, એટલે કોઈ એક તત્ત્વના પરમાણુઓ અસ્થાયી હોવાને લીધે તેમાંથી બીજાં તત્ત્વો ઉદ્ભવી શકે. પરંતુ તે રૂપાંતર થવા પહેલાંના સમયમાં તો તે તત્ત્વના ગુણો સ્થાયી જ હોય છે, અને સાધારણ રાસાયનિક સંયોજનના નિયમને આધીન રહે છે.



વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું દિગ્દર્શન (ચાલુ)

સૃષ્ટિના સજીવ અને નિર્જીવ એવા બે વિભાગ પાડીને નિર્જીવ-સૃષ્ટિનું વિજ્ઞાન અને સજીવસૃષ્ટિનું વિજ્ઞાન એમ વિજ્ઞાનના બે ભાગ એવા પ્રકરણમાં દર્શાવ્યા છે. નિર્જીવસૃષ્ટિના સંબંધી રસાયનશાસ્ત્ર અને ભૌતિકશાસ્ત્રના ઇતિહાસ વિષે જીદુ પ્રકરણ પાઠવામાં આવ્યું છે; જીવવિદ્યાનો વિભાગ ભિન્ન હોવા છતાં પણ આખરે સમગ્ર વિજ્ઞાન તો એક જ છે. વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ પણ આ એકતા આપણને ડગલે પગલે ખતાવે છે. સરળતાને માટે આપણે જીવવિદ્યાને અને માનસશાસ્ત્રને ખીલ્લ ભૌતિકશાસ્ત્રોથી જીદુ પાડીએ પરંતુ ઐતિહાસિક દૃષ્ટિએ તો આ બંધી શાખાઓ સાથે જ ઉદ્ભવી છે: અને ભિન્ન ભિન્ન વિષયમાં કામ કરનારા વૈજ્ઞાનિકોએ સાથે જ કામ કરેલાં છે. પ્રથમ તો એરિસ્ટોટલ કે લીઓનાર્ડો ડ વીન્સી જેવા મહાપુરુષો વિજ્ઞાનનાં બધાં ક્ષેત્રો સાથે જ ખીલવી શકતા; પણ ધીમે ધીમે સમય એવો આવતો ગયો અને વિજ્ઞાનની શાખાઓ એટલી બધી વધતી ગઈ કે દરેક શાખામાં કામ કરનારાએને સ્વતંત્ર રીતે કામ કરવું પડ્યું હતું. હાલમાં રસાયનવેત્તાઓમાં પણ ખનિજ રસાયન અથવા શરીરવ્યાપારરસાયન અથવા ઔદ્યોગિક રસાયનના પેટાવિષયમાં કામ કરનારાઓ વચ્ચે સમાગમ અને વિવેચનના પ્રસંગો ઓછા થતા જાય છે. તે છતાં વિજ્ઞાન તો એક જ છે. અને જીવવિદ્યાના ઇતિહાસને જીદો પાઠવાથી વિજ્ઞાનની આ એકતામાં ક્ષતિ થતી નથી.

વિલિયમ હાવે

જીવવિદ્યાના મુખ્ય બે વિભાગ પાડી શકાય-વનસ્પતિવિદ્યા અને પ્રાણીવિદ્યા. પ્રાચીન ભારતમાં આ બંને વિષયમાં ઘણી માહિતી એકઠી કરવામાં આવી હતી અને તે વિષે જીદા પ્રકરણમાં ઉલ્લેખ કરવામાં

આવ્યો છે. યુરોપમાં પણ ૧૮મા શતક સુધી ધણી જાતનું જ્ઞાન એકકું કરવામાં આવ્યું હતું: પરંતુ તે સર્વેને સંકલિત કરીને તેમાંથી તરવેતું દોહન કરીને સાર્વાત્રિક સિદ્ધાન્તોની તારવણી ધણી જ મોડી થઈ હતી. ઉત્ક્રાન્તિવાદનું લઘ્ય મંદિર તૈયાર થતાં ધણે સમય લાગ્યો, પરંતુ તે સમયમાં તૈયારી ધણા જ સંગીન પ્રકારની થઈ. મધ્યકાલીન યુરોપમાં અધ્ધશ્રદ્ધા અને મહાધિકારીઓનું સામ્રાજ્ય જ્ઞાનના દરેક ક્ષેત્રમાં હતું. વનસ્પતિના પાંદડાનો આકાર અથવા ફૂલનો રંગ ઇશ્વરે ખાસ કરીને તેના ઉપયોગ ખતાવવાને માટે ખનાવ્યો હતો એવી પ્રચલિત શ્રાંતિઓને લીધે, તેમ જ રાજકીય અધાધૂંધીને લીધે, વનસ્પતિવિદ્યાના અભ્યાસને માટે ખાગખગીયા પણ ન હતા. રાજકીય શાંતિ પ્રસાર્યા પછી અને વૈદ્યકમાં વનસ્પતિઓના વધતા ઉપયોગને લીધે, તેમ જ ફળફૂળના વધતા જતા શોખને લીધે, ખાગખગીયા વધતા ગયા અને વનસ્પતિવિદ્યાનો અભ્યાસ પણ આગળ વધતો ગયો. કેાપરનીકસ અને ગેલીલીઓના પ્રયાસથી પૃથ્વી અને સૂર્યના સંબંધ વિષેનું અજ્ઞાન દૂર થયું એટલે તરત જ મહાધિકારીઓ અને જીના પંડિતોની સત્તા તૂટવા લાગી. વૈદ્યકની કલા પણ પાદરીઓ પાસેથી છૂટીને સ્વતંત્ર થઈ. દરેક ગામમાં ગાંધી^૧ઓની મંડળી તરફથી વનસ્પતિઓમાંથી દવા ખનાવવાને માટે ખાગ રાખવામાં આવતા અને તેમાંનો એક નાનો ખાગ હજી પણ લંડનની ઘીચ વસ્તીમાં છે; એકલા કામ કરવાને ખદલે સમાજ સ્થાપવાનો રિવાજ પડી ગયો હતો, અને લંડનમાં હળમ-શાસ્ત્રવૈદ્યોનું પણ એક શિષ્ટ મંડળ હતું.^૨ તેમની એક કૉલેજમાં રક્તપરિક્રમણનો* શોધક વિલિઅમ હારવે (૧૫૭૮-૧૬૫૭) અધ્યાપક હતો. શરીરમાં રક્ત ફરે છે એ વાત તો પ્રાચીન સમયથી જાણતી છે. પરંતુ તે કેવી રીતે ફરે છે, અને તેમાં હૃદયનું શું કાર્ય છે અને થોડું જ રક્ત ફરી ફરીને શી રીતે આખા શરીરને

૧ apothecaries ૨ Court of Barber Surgeons

* વધુ માટે જીઓ વિજ્ઞાનવિનોદ પૃ. ૧૦૧ થી ૧૧૬.

પોષે છે તે શોધ કરવાનું અને તેને માટે ૨૮ વર્ષ સુધી સતત પ્રયોગો અને સાબિતી બેસાડવાનું કામ એટલા ખત, ધૈર્ય, અને સફાઈથી તેણે કર્યું હતું કે હાવેનું નામ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં સોનેરી અક્ષરે લખાઈ રહેશે. તેના સમયમાં સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર શોધાયું ન હતું અને તેથી પારીક કેશિકાઓ જેની મારફત ધમની અને શિરાઓમાંના રક્તનો વિનિમય થાય છે તેની પ્રત્યક્ષ સાબિતી તેનાથી થઈ શકી ન હતી. પણ માલપીધી (૧૮૨૮-૧૬૯૪) નામના ઇટાલીઅન વૈજ્ઞાનિકે આ કામ સિદ્ધ કર્યું હતું. માલપીધીએ સૂક્ષ્મદર્શકની મદદથી પ્રાણીની અને વનસ્પતિની અંદરની રચના અને શરીરના વ્યાપારનો અભ્યાસ કર્યો હતો: અને શરીરરચનાશાસ્ત્ર તેમજ શરીર-વ્યાપારશાસ્ત્રના મૂલસ્તંભ રોપ્યા હતા,

લીનીઅસ

વનસ્પતિવિદ્યા અને પ્રાણીવિદ્યા બંનેમાં સંપાદન કરેલા જ્ઞાનમાં તે સમયમાં વ્યવસ્થા કે નિયમ નહોતાં; અને તે લાવવાનું માન કેસેલન લીનીઅસ (૧૭૦૭-૧૭૭૮) નામના સ્વીડ વૈજ્ઞાનિકને ઘટે છે. પરિભાષા અને વર્ગીકરણ સંબંધમાં તેણે ઘણું નવું કામ કર્યું હતું અને કેટલાએક વર્ષની મહેનત પછી નવી વર્ગીકરણની પદ્ધતિ બહાર પાડી હતી. પહેલાં તો વૈજ્ઞાનિક સંજ્ઞા નક્કી હતી જ નહિ. એક વનસ્પતિનું નામ લખવું હોય તો તેનું સંપૂર્ણ વર્ણન લખવું પડતું. તેને બદલે લીનીઅસે જાતિ અને ઉપજાતિથી ઓળખાવવાની પ્રથા પાડી, “બીલ્લી વાઘ તણી મારી” એ જુની કહેવત પિલાડી અને વાઘનો સંબંધ દર્શાવે છે; સિંહ, વાઘ અને પિલાડી એ એક જ જાતિની ઉપજાતિઓ છે એ દર્શાવવાને માટે તેમના નામ અનુક્રમે “ફેલીસ લીઓ,” “ફેલીસ પાર્ડીસ” અને “ફેલીસ હુમેસ્ટિકા” એમ પાડવામાં આવ્યાં. આ પ્રમાણે વનસ્પતિઓનાં નામ પણ નિશ્ચિત કરવાથી તે વિષયમાં કામ કરનારાને ઘણી સુગમતા પ્રાપ્ત થઈ છે. લીનીઅસની વર્ગીકરણની પદ્ધતિમાં ફક્ત લિંગબેદ ઉપર

આધાર રાખવામાં આવ્યો ન હતો; પરંતુ વનસ્પતિનાં દલ, ખીજ, પુક્રિસરની રચના ઉપરાંત સાધારણ રચનાના ભેદ પણ લક્ષમાં રાખવા જોઈએ એ દૃષ્ટિએ લીનીઅસની પદ્ધતિમાં પાછળથી ફેરફાર કરવા પડ્યા છે. પરંતુ એ નવા વર્ગીકરણની ઈમારત લીનીઅસે રચેલા પાયા ઉપર જ બંધાયેલ છે એટલું સ્વીકારવું પડશે. લીનીઅસે વનસ્પતિની શોધ માટે લાંબાં દેશ સુધી છેક ઉત્તરમાં મુસાફરી કરી હતી; અને તેથી તેણે પ્રાણીઓના વર્ગીકરણમાં પણ સારી માહિતી એકઠી કરી હતી. દેશદેશના મનુષ્યોની ઉપજાતિઓના અનુભવને લીધે તેણે મનુષ્યનું વર્ગીકરણ ખીજ પ્રાણીઓની સાથે કર્યું હતું; અને માંકડાને અને મનુષ્યને એક જ વર્ગમાં મૂક્યા હતા. પરંતુ તેનો સમકાલીન યુક્ષ (૧૭૦૭-૧૭૮૮) નામનો ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક મનુષ્યને પ્રાણીની જાતમાં મૂકતાં ખચકાતો; તેમ છતાં યુક્ષના વિશાળ અનુભવ અને તીવ્ર બુદ્ધિને લીધે એકવાર તેનાથી કહેવાઈ ગયું કે ‘જો બાઈબલના સ્પષ્ટ શબ્દો વચ્ચે આવતા ન હોત તો, ઘોડો અને ગધેડો, મનુષ્ય અને માંકડું, એ જાતિઓનું મૂળ એક જ હોવું જોઈએ એમ ધારવાને મન થાય એવું છે.’ પરંતુ આ શબ્દો તેને પાછા ખેંચી લેવા પડ્યા હતા ! બાઈબલની સત્તા તે સમયમાં પણ કેટલી હતી તેનો ખ્યાલ આ ઉપરથી આવી શકે છે.

ઉત્કાન્તિવાદ

યુક્ષએ રચેલા પ્રાણીવર્ણન ઉપરથી કુવીઅરે (૧૭૬૯-૧૮૩૨) પ્રાણીનું વર્ગીકરણ વધારે મજબૂત પાયા ઉપર મૂક્યું. પૃથ્વીના પ્રાચીન સ્તરોમાં મળી આવતા પ્રાણીઓના અવશેષોનો ખાસ અભ્યાસ કરીને તેણે પ્રાણીવિદ્યામાં નવું દૃષ્ટિબિંદુ ઊભું કર્યું. પ્રાણી-અવશેષવિદ્યાના અભ્યાસથી વિદ્વાનોની ખાત્રી થતી ગઈ કે બાઈબલમાં વર્ણવેલો સૃષ્ટિક્રમ કોઈ પણ રીતે વિશ્વસનીય નથી. અમેરીકાની શોધને લીધે, અને મુસાફરોએ દેશવિદેશમાંથી આણેલાં

પ્રાણીઓ, વનસ્પતિઓ, અને તેમનાં ભૂસ્તરાવશેષોના અભ્યાસથી આઘખલથી સ્વતંત્ર સૃષ્ટિક્રમ તૈયાર કરવાની આવશ્યકતા દિનપ્રતિદિન દૃઢ થતી ગઈ. આઘખલના વિચાર પ્રમાણે તો જલપ્રલય પછી બાકી રહેલાં પ્રાણીઓ તો ફક્ત નોઆની ખોટમાં રહેલાં હતાં; તે સિવાય ખીજાં પ્રાણીઓની શોધ થવાથી એ વિચાર હાસ્યરૂપદ ગણાયો ! તે છતાં પ્રાણીઓની જાતિઓની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થઈ તે વિષે કાંઈ સંતોષકારક ઉત્તર ન મળવાથી સમાજનું વલણ આઘખલના ઉત્પત્તિક્રમ સ્વીકારવા તરફ હતું. પ્રાણી અને વનસ્પતિની જાતિઓ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે અને તે જાતિઓમાં કેવી રીતે ફેરફાર થાય છે એ સંબંધી ઉત્તર મેળવવો એ વિવેચનાત્મક જીવવિદ્યાનો મુખ્ય અને ટૂંક પ્રશ્ન હતો. જીવવિદ્યાના વર્ણુનવિભાગ અને વર્ગીકરણુ વિભાગના કરતાં આ પ્રશ્ન વધારે અગત્યનો ગણાતો હતો. તેનો ઉત્તર આપણને એક શબ્દમાં આચારે મળી શકે—ઉત્ક્રાન્તિવાદ.* એક જાતિમાંથી ખીજી જાતિ ઉત્ક્રાન્ત થાય છે એ સ્થાપનાર, અને દરેક જાતિને સ્વતંત્ર રીતે ખનાવવી પડે છે એ કલ્પનાને ખોટી ઠરાવનાર સિદ્ધાન્તનું નામ ઉત્ક્રાન્તિવાદ. આ ઉત્ક્રાન્તિવાદનો ઇતિહાસ ખોદપ્રદ અને વિજ્ઞાનની સમજૂતીને માટે, આવશ્યક છે.

ઉત્ક્રાન્તિવાદની પ્રાચીનતા

એક જાતિમાંથી ખીજી જાતિ ઉત્ક્રાન્ત થઈ શકે છે એ કલ્પના ભારતીય તત્ત્વજ્ઞાનમાં અપરિચિત નથી. આઘખલની પેઠે હિન્દુ-શાસ્ત્રોમાં સૃષ્ટિ સાત જ દિવસમાં થઈ એવો આગ્રહ નથી: *एकोऽहं बहु स्याम्* એ વિચાર થતાં જ સૃષ્ટિનો આ વિભાવ થાય છે, અને હિરણ્યગર્ભમાંથી એક પ્રકારનાં વનસ્પતિ, પ્રાણીઓ ઉત્ક્રાન્ત થાય છે. મનુષ્યનો આત્મા ખીજાં પ્રાણીઓના

* આ શબ્દને બદલે ગુજરાતીમાં વિકાસવાદ અથોગ્ય લાગે છે. કુલ વિકસે છે, ફાલે છે; પરંતુ એક જાતિમાંથી ખીજી જાતિ વિકસતી નથી પણ રૂપાંતર પામે છે—ઉત્ક્રાન્ત થાય છે—કુદકો મારે છે.

આત્મા કરતાં ભિન્ન પ્રકારનો નથી તેથી મનુષ્યને માટે ખાસ દૈવી-
સર્જનની આવશ્યકતા નથી, વગેરે વિચારસંકલનામાં અર્વાચીન
ઉત્ક્રાન્તિવાદના અંશો જોઈ શકાય છે. ચોવીસ અવતારની કલ્પના,
તેમ જ ચોર્યાશી લક્ષ યોનિમાં થઈને જ મનુષ્યની આધ્યાત્મિક
ઉન્નતિ થાય છે એ દૃઢ ભાવના, અને હિન્દુમત પ્રમાણે સૃષ્ટિની
ઉત્પત્તિ અને લયના કાળની વિશાળતા, એ સર્વે માન્યતા અર્વાચીન
વૈજ્ઞાનિક વિચારને પોષે છે. ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાઓએ પણ અમુક જાતના
ઉત્ક્રાન્તિવાદનું નિરુપણ કરેલ છે: એરિસ્ટોટલે એવો મત દર્શાવ્યો
હતો કે જ્ઞાતિઓનું રુપાંતર હમેશ ઉચ્ચતર દિશામાં થાય છે. અને
નિજીવ સૃષ્ટિમાંથી સજીવ વનસ્પતિ, પ્રાણી અને આખરે મનુષ્યજાતિ
નિર્માણ થાય છે. આ મતની સાથે તૈત્તિરીય ઉપનિષદના શબ્દો
પૃથિવ્યા ઓષધયઃ ઓષધિમ્યોઽન્નમ્ । અન્નાત્પુરુષઃ । સરખાવવા
જેવા છે, કારણ કે તેમાં આધિબલની પેઠે એકદમ પૃથ્વી જાતિઓ
સાથે ઉદ્ભવતી નથી પરંતુ ધીમે ધીમે ઉત્ક્રાન્ત થાય છે એ વિચાર
સમાયેલો છે; આ પ્રમાણે અનેક પ્રાચીન પ્રજ્ઞઓમાં આ ઉત્ક્રાન્તિ-
વાદના ખીજરુપ વિચારો મળી આવે છે. અનેક તત્ત્વવેત્તાઓ પણ
આ વિષે ઉલ્લેખ કરતા આવ્યા છે. અને એક દૃષ્ટિએ અર્વાચીન
ગણ્યાતી આઈન્સ્ટાઇનની સાપેક્ષતાના સિદ્ધાન્ત (theory of rela-
tivity) ની માફક આ ઉત્ક્રાન્તિવાદ અત્યંત પ્રાચીન છે એમ કહી
શકાય. પરંતુ આ ઉત્ક્રાન્તિવાદને અર્વાચીન દૃષ્ટિએ તપાસીને, અને
અર્વાચીન વિજ્ઞાનની પદ્ધતિને આવશ્યક લાગતાં પ્રમાણે ઊભાં કરીને,
અર્વાચીન રૂપમાં સિદ્ધ કરવાનું માન ડારવીન અને તેના અનુયાયી-
ઓને ઘટે છે.

મહાન કવિ ગોંધટે

આર્લ્સ ડારવીન પહેલાં આ વિચારપદ્ધતિને તેના દાદા
ઇરેસ્મસ ડારવીન, પ્રખ્યાત કવિ ગોંધટે અને લેમાર્ક નામના ફ્રેન્ચ
પ્રાણીશાસ્ત્રી, એમના હાથે સ્ફોજસ્ફોજ ખીલવવામાં આવી હતી. હુબર્ટ

સ્પેન્સરે પણ તે વિચાર ઉપર તેના પુસ્તકમાં ખાસ ભાર દીધો હતો, પણ તે બધાની વિચારસંકલના પ્રયોગ અને નિરીક્ષણ ઉપર રચાયેલી નહોતી. ગેઈટેનું નામ કવિ તરીકે પ્રસિદ્ધ છે. પરંતુ તેણે કવિતાની એક લીટી પણ લખી નહોત તે તેના એક વૈજ્ઞાનિક પુસ્તકથી તેનું નામ ચિરસ્મરણીય રહેત. આ પુસ્તકનું નામ “શરીર વિભાગનું રુપાંતર” (મેટામોરફોસિસ ઓફ પાર્ટ્સ); તેમાં દર્શાવેલા સિદ્ધાન્ત અપ્રતિમ અને ચમત્કારિક ગણી શકાય. ફૂલના સર્વ ભાગ સાધારણ પાંદડામાંથી રુપાંતર પામેલા છે. ફૂલના બાહ્યકોશ calyx, રંગીત પાંદડીઓ, પુકેસર, સ્ત્રીકેસર વગેરે સર્વ વિભાગો મૂળ સાધારણ પાંદડામાંથી જ અસંખ્ય પેઢીઓના ઉતારા પછી રુપાંતર પામેલા છે; તેવી જ રીતે સપૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓનું માથું અને ખોપરી કરોડના છેલ્લા હાડકામાંથી વર્ધિત થઇને રુપાંતર પામેલાં છે; અને તે પ્રમાણે હાલમાં દેખાતી વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓની અસંખ્ય જાતિઓ મૂળ થોડીએક પિતૃજાતિમાંથી ઉદ્ભવી હશે. આ વિચારોમાં કવિત્વની કલ્પનાશક્તિનું પ્રાપ્ત્ય જખરું લાગે છે, પરંતુ તેમાંના ઘણા વિચારો પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણથી ખરા પડ્યા છે.

ઇરિસ્મસ ડારવીન

ગેઈટેના જેવો જ અભિપ્રાય એક અંગ્રેજી કવિ, તત્ત્વવેત્તા અને વૈજ્ઞાનિક ઇરિસ્મસ ડારવીને દર્શાવ્યો હતો. “ઓટેનીક ગાર્ડન-વનસ્પતિનો ખાગ” અને “ટોપલ ઓફ નેચર-પ્રકૃતિનું મંદિર” એ એ પ્રસિદ્ધ કાવ્યોમાં તેણે ઉત્ક્રાન્તિવાદની આંખી કરાવી છે. પ્રાણીઓનાં રુપાંતર, (જેવું કે માછલી રૂપ-ટેડપોલ-ગર્ભમાંથી દેડકાનું રુપાંતર) ઘોડા, કુતરા ઘેટાંની જાતિમાં કૃતિમ રીતે ઉછેરવાથી થતાં રુપાંતરો, હવામાન અને ઋતુઓને લીધે થતા ફેરફારો, અને બધા ગરમ લોહીવાળાં પ્રાણીઓની શરીરવ્યવસ્થાની એકરુપતા-આ બધી કારણ-શુંબલાથી એમ અનુમાન થઈ શકે છે કે તે સઘળા એક જ પિતૃજાતિમાંથી ઉદ્ભવ્યા હશે.

લમાકે

પરિસ્થિતિને લીધે પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનાં રુપાંતર થાય છે, અને રુપાંતરોનો પેઠીઉતાર થવાથી જાતિઓનાં રુપ પણ બદલાય છે, એ સિદ્ધાન્ત લમાકે પણ ૧૮૦૯ માં પ્રસિદ્ધ કર્યો હતો. સાધારણ વ્યક્તિમાં આ રુપાંતર ઘણું જ ઓછો હોવાથી જલદીથી દેખી શકાતું નથી. પરંતુ પરિસ્થિતિ અને હવામાનને લીધે આખી જાતિની ટેવ અને રીતરિવાજ, આકાર વગેરે બદલાઈ જાય છે; અને તેમનાં કેટલાએક અવયવો બદલાય છે, નાનાં મોટાં થાય છે અથવા તો નષ્ટ થાય છે. જાંટ અને જીરાફની ગરદન લાંબી થવાનું કારણ આવું જ છે. પ્રાચીન કાળમાં તેમના પૂર્વજોને જાંચાં જાંચાં વૃક્ષો ઉપરથી પાંદડાં ખાવાને માટે તેમની ડોક લાંબી કરવી પડતી; અને ઘણા સમયના પ્રયાસથી આ લાંબી થયેલી ડોક, પેઠી ઉતારને લીધે વધારે ને વધારે લાંબી થતી ગઈ. લમાકેને આ પેઠી ઉતારને સંબંધી પ્રયોગાત્મક સાબિતી મળી ન હતી તે છતાં તે સિદ્ધાંત વિષે પોતાની ખાત્રી થઈ હતી; અને ખીજા જીવવેત્તાઓની સામે પોતાના વિચારોનો ખચાવ કરવાને તત્પર હતો.

હુબ્લેટ રૅન્સર

આ અરસામાં સેન્ટ હિલેર, અને રોબર્ટ એમ્પર્સ નામના વિદ્વાનો ઉત્ક્રાન્તિવાદ માટે તૈયારી કરતા હતા. પરિસ્થિતિથી પ્રાણીઓની વ્યક્તિ અને જાતિનાં રુપાંતર થાય છે એ વિચાર તેમણે પોતાનાં પુસ્તકોમાં સ્પષ્ટ કર્યો હતો. લગભગ તે જ સમયમાં હુબ્લેટ રૅન્સર પણ ઉત્ક્રાન્તિવાદનું સમર્થન તત્ત્વજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ કરી રહ્યો હતો. આ પ્રમાણે આપણને એમ લાગે કે ડાર્વીને ઉત્ક્રાન્તિવાદ પહેલાં ૧૮૪૪ માં પોતાના મનમાં નિશ્ચિત કર્યો, અને ૧૮૫૮ માં પ્રસિદ્ધ કર્યો તે પહેલાં તેને માટે યોગ્ય ભૂમિકા તૈયાર કરવામાં આવી હતી; એક રીતે એ વાત ખરી છે. પરંતુ ડાર્વીન પહેલાંના બધા

તત્ત્વવેત્તાઓ અને વૈજ્ઞાનિકોની વિચારપદ્ધતિ અપૂર્ણ હતી અને તેમની કારણશૃંખલામાં ત્રુટિઓ ધણી હતી.

આલ્સ^૧ ડારવીન

આલ્સ^૧ ડારવીન (૧૮૦૯-૧૮૮૨) એક ધનવાન અને પ્રવીણ ડાક્ટરનો પુત્ર હતો. તેને ધન, ઉપરાંત (દાદા દાદી, પિતા માતા એ ચારે તરફથી) વૈજ્ઞાનિક બુદ્ધિ અને તીવ્ર વિવેચકશક્તિનો વારસો મળ્યો હતો. ડાક્ટરી અભ્યાસ કર્યા પછી તેનો પાદરી થવાનો વિચાર હતો. એટલામાં “બીગલ” નામના એક સરકારી વહાણમાં વૈજ્ઞાનિક તરીકે તેને એક થોડા પગારવાળી પણ સારી જગ્યા મળી. ૧૮૩૧ થી ૧૮૩૬ સુધી દક્ષિણ અમેરીકા, પેટેગોનીઆ, ચિલિ, પેરુ વગેરે દેશોની “સર્વે”-બધી જાતની માપણી-કરવામાં તેણે આ વહાણમાં મુસાફરી કરી. આવી રીતે મુસાફરી કરવાથી ડારવીનને બીજા મિત્રોએ (હુકરે ૧૮૩૯ માં અને હુકસ્લીએ ૧૮૪૬ માં) પણ જ્ઞાન અને કીર્તિ સંપાદન કર્યાં હતાં, અને આ અનુભવ એ ત્રણે વૈજ્ઞાનિકોને તેમના જીવનમાં અનેક રીતે ધણો જ ઉપયોગી થયો હતો. “બીગલ” ઉપરની મુસાફરીમાંથી પાછા આવ્યા પછી થોડા સમયમાં ડારવીને માલ્થસની વસ્તી વિષેનો નિબંધ વાંચ્યો. માલ્થસના અભિપ્રાય પ્રમાણે સૃષ્ટિમાં જીવનકલહ એટલો બધો તીવ્ર છે કે જે દુકાળ, રોગ અને યુદ્ધથી મનુષ્યનો નાશ ન થાય તો મનુષ્યની વસ્તી એટલી બધી વધતી જાય કે જીવનનાં સાધનો મળવાં મુશ્કેલ થઈ પડે. આ સિદ્ધાન્ત ઉપરથી ડારવીનને સૂઝયું કે પોતે પણ નિરીક્ષણ કરેલા આ જીવનકલહમાંથી બચવાને માટે જ જાતિઓમાં કાંઈક રુપાંતર થાય છે; આ રુપાંતર અનુકૂલ પ્રકારનું હોય તો જ રુપાંતરવાળી નવી જાતિની વૃદ્ધિ થાય છે, પણ જો તે પ્રતિકૂલ પ્રકારનું હોય તો તેનો નાશ થાય છે. પરિસ્થિતિને અનુકૂલ રુપાંતરે જ સ્થાયી રહી શકે છે, અને બીજા બધાનો જીવનકલહને લીધે નાશ થાય છે. આ પ્રમાણે યોગ્યતર રુપાંતરોની પસંદગી થાય

છે અને તેથી જ નવી નવી જ્ઞતિઓ ઉદ્ભવે છે. આ વિચાર-સંકલના લઈને ડાર્વીને વીસ વર્ષ મુઠ્ઠી સતત આ જ વિષયમાં કામ કર્યું; નવી નવી હકીકતો શોધવામાં અને નવા વિચારને માટે નિર્ણાયક પ્રયોગો કરવામાં જ તેને આટલો સમય લાગ્યો. મુસાફરીનાં વર્ણન અને પ્રાકૃતિક સૃષ્ટિવિજ્ઞાનનાં પુસ્તકો ઉપરાંત, રમતમાં વપરાતાં પ્રાણીઓ વિષે, પાગખગીયાની ખીલવણી વિષે, અને પાળેલાં પ્રાણીઓના ઉછેર વિષે, અને એવા સંબંધ વિષયો ઉપરનાં અસંખ્ય પુસ્તકો તેણે વાંચ્યાં. પ્રાણી ઉછેરનારા અને ખીજાઓ ઉપર પ્રત્યાવલિઓ મોકલીને હકીકતો એકઠી કરી; વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓના ભૌગોલિક અને જૂસ્તરવિષયક સ્થાનનો અભ્યાસ કર્યો; વનસ્પતિનાં ખીજ કેવી રીતે દેશ વિદેશમાં ફેરે છે અને નવા દેશોમાં નવી વનસ્પતિઓ કેવી રીતે દાખલ થાય છે. તે સંબંધી માહિતી મેળવી; પાળેલાં કચ્છતરોને ઉછેરીને, તેમાંથી નવી નવી જ્ઞતનાં કચ્છતરોની જ્ઞતિ તૈયાર કરવાને અનેક પ્રયોગો કર્યાં, બેહદ સંભાળ અને સૂક્ષ્મતાથી તેણે બંધી હકીકતો એકઠી કરી, તેમાંથી તથ્યો જુદાં પાડી, તેમનો પરસ્પર સંબંધ સમજવામાં, અને તેમાંથી યોગ્ય અનુમાનો તારવવામાં, ડાર્વીનનું બુદ્ધિકૌશલ્ય અપ્રતિમ હતું. તે છતાં તેની નિર્મલ પ્રામાણિકતા, સત્યને માટે જ્વલંત પ્રેમ, અને શાંત સાત્ત્વિક માનસિક સ્થિતિ આશ્ચર્યજનક હતાં; તેના જેવાં સાત્ત્વિક સ્વભાવ અને માનસિક વૃત્તિ વિરલ છે. પોતાના કાર્યમાં ડગલે ડગલે નવી કલ્પના અને નવા સિદ્ધાન્તો રચવા પડતા હતા પણ નવાં તથ્યો તેનાથી વિરુદ્ધ છે એવી તેની ખાતરી થાય તો તે ગમે તેવા સુંદર અને પ્રિય લાગતા સિદ્ધાન્તોને ત્યજવાને ખચકાતો નહિં.

વૉલેસ

સન ૧૮૪૪ માં ડાર્વીનના મનમાં ખાતરી થઈ ગઈ કે

ઉપગતિઓનાં રૂપાંતર થાય છે અને તે નૈસર્ગિક પસંદગીના નિયમ પ્રમાણે: તે છતાં હજી વધારે સાબિતી અને પ્રમાણોની શોધમાં પોતાનો સિદ્ધાન્ત તેણે બહાર પાડ્યો નહિ. બાર વર્ષ પછી તેના મિત્રોએ તેના અન્વેષણનાં પરિણામો વિષે પુસ્તક બહાર પાડવાનો આગ્રહ કર્યો, તો પણ પૂર્ણતાના આ પૂર્વગીને પોતાનું કાર્ય અપૂર્ણ લાગ્યું અને હજી વધારે સમય જોઈશે એમ જવાબ આપ્યો. તે દરમિયાન તેના મિત્ર વૉલેસે આ જ વિષય ઉપર પોતાના વિચારો અને અનુભવ દર્શાવનારો નિબંધ દૂર દેશાવરથી ડારવીનના ઉપર મોકલ્યો; તેમાં ડારવીને પોતાનો સિદ્ધાન્ત સ્પષ્ટ થયેલો જોયો. આવી મ્હોટી શોધના માનમાં નવો ભાગીદાર લેવો એ સાધારણ મનુષ્યને ગમે નહિ. પોતાનો અનુભવ અને સિદ્ધાન્ત વીસ વર્ષ પહેલાંનો હતો તે પ્રસિધ્ધ કરીને વૉલેસનો નિબંધ દયાવી રાખવાનું પગલું કાઢવાના મનુષ્યને સહ્યું હોત, પણ આ ધર્મસંકટમાં ડારવીનનો ઉદાર સ્વભાવ પાછો પડે તેમ ન હતો, તેણે બધી વસ્તુસ્થિતિ તેના મિત્રો દયાલ અને હૂકરને જણાવી: તેમણે એવો નિર્ણય કર્યો કે વૉલેસ અને ડારવીન બંનેના નિબંધ એક જ સાથે લીનીઅન સોસાયટીમાં પ્રસિદ્ધ કરવા. ૧૮૫૮ ની જુલાઈની પહેલી તારીખે વૉલેસનો નિબંધ વંચાયો ત્યારે ડારવીને પોતાના સિદ્ધાન્તની ટુંકી નોંધ ૧૮૪૪ માં લખી હતી તે, અને તેના એક વૈજ્ઞાનિક મિત્ર ઉપર અમેરીકામાં ૧૮૫૭ માં પત્ર લખ્યો હતો તે પણ વંચાયા. ત્યાર પછી દેઢ વર્ષ પછી ડારવીનનું “ઉપગતિની ઉત્પત્તિ” વિષેનું પુસ્તક ૧૮૫૯ ની આખરમાં પ્રસિદ્ધ થયું.

નૈસર્ગિક પસંદગી

મનુષ્યના અર્વાચીન ઇતિહાસમાં આ પુસ્તક પ્રસિદ્ધિની તિથિ સુવર્ણાકિત ગણાશે. આ પુસ્તકનું નામ જરા લાંબુ છે છતાં તેનું પણ ડારવીનની સ્પષ્ટ શૈલીના નમુના તરીકે અહીં

અવતરણ કરવું આવશ્યક લાગે છે. 'નૈસર્ગિક પસંદગીના નિયમ પ્રમાણે થતી ઉપગતિઓની ઉત્પત્તિ; અથવા તે જીવનકલ્પમાં યોગ્યતમ અને અનુગૃહીત પરિસ્થિતિમાં રહેનારી જાતિઓનું સંરક્ષણ.' ડાર્વિને પોતાના સિદ્ધાન્ત બહાર પાડતાં પહેલાં ૨૦-૨૨ વર્ષની તૈયારી કરી હતી. આ ત્રિપવની તેની પહેલી નોંધ તા. ૧ લી જુલાઈ ૧૮૩૭ માં લખેલી હતી; તેણે દર્શાવેલા દરેકેદરેક અભિપ્રાય કે સિદ્ધાન્તને માટે પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને પ્રયોગનાં પ્રમાણો ઘણી જ સંભાળથી એકઠાં કર્યાં હતાં, અને વિરુદ્ધ પક્ષની શંકાઓનાં સમાધાન માટે પ્રત્યુત્તરો પહેલાથી સાધી રાખ્યા હતા. આટલી બધી તૈયારી છતાં, અને આ સિદ્ધાન્ત આટલો બધો સાદો અને સરળ હોવા છતાં, પણ સમાજમાં એટલો બધો વિરોધ અને ક્ષોભ ઊભાં થયાં કે જે મનુષ્યના બુદ્ધિવાદના ઈતિહાસમાં કોઈ વખતે પણ અનુભવાયાં નહિ હોય. સૃષ્ટિમાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓની અનેક જાતિઓ અને ઉપજાતિઓ છે; તેઓ એકબીજાની સ્વતંત્ર કે સંબંધ છે એ પ્રશ્નનો ઉત્તર ઉત્ક્રાન્તિવાદ પહેલાં બાઈબલના પ્રમાણથી અપાતો. દરેક ઉપજાતિ સ્વતંત્ર રીતે નિર્માણ થઈ છે એ સિદ્ધાન્તને પુરાણમતવાદી જનસમાજ તેમજ પાદરીઓ અને ખ્રીસ્ત વિદ્વાનો સ્વીકારતા હતા. પરંતુ આ ઉપજાતિઓમાં બિન્નતા જ એટલી બધી ઓછી છે અને તેમનો એકબીજાનો રચનાનો અને જીવનવ્યવહારનો સંબંધ એટલો બધો ગુંદિત છે કે આખું વિશ્વ એક જ છે અને એક જ ઉત્ક્રાન્તિના નિયમથી સમજાવી શકાય છે એ નવો મત હતો. ડાર્વિનનું મુખ્ય કાર્ય તે હવામાન અને પરિસ્થિતિને લઈને ઉપજાતિઓનું રૂપાંતર થઈ શકે છે અને આ રૂપાંતરનું કારણ 'નૈસર્ગિક પસંદગી' છે એ સમજાવવાનું હતું. પરિસ્થિતિને લીધે પ્રાણીઓની નૈસર્ગિક પસંદગી યોગ્યતમ રૂપાંતરો તરફ થાય છે અને પરિસ્થિતિ પણ એવી હોય છે કે યોગ્યતમ રૂપાંતરો જ લાંબો વખત ટકી શકે છે,

અને તેથી હલકી કે નખળી ઉપગતિઓનો નાશ થઈ ગય છે. આ ફેરફારો લાંબા કાળે થાય છે. મનુષ્યના ટુંકા જીવનમાં ધણીવાર તેનો અનુભવ પણ થઈ શકતો નથી, પરંતુ ભૂવિદ્યાના અનહદ કાળાંતરોમાં આ ફેરફાર થાય છે તે ભૂસ્તરોમાં મળી આવતા પ્રાચીન અવશેષોથી સિદ્ધ થયું છે.

હુકસ્લી

પહેલાં તો આ સિદ્ધાન્તને વિદ્વાનોએ ખલુ ગણુકાર્યો નહિ. હુપર્ટ રથેન્સર સિવાય ખીન્ને કોઈ વિદ્વાન ડારવીનના સાથે ન હતા: તેના મિત્રો હુકર અને હ્યાલને તેની તરફેણમાં નિશ્ચય કરતાં દોઢેક વર્ષ લાગ્યું; પછી હુકસ્લી અને ટીંડાલ સામેલ થયા. એ પંચમૂર્તિ મેળી થયા પછી ઉત્ક્રાન્તિવાદના યુદ્ધના વ્યૂહ રચાયા. તેમાં હુકસ્લીએ પોતાનાં ભવ્ય ધૈર્ય, પ્રવીણતા અને પ્રખળ વિવેચક શક્તિઓ આ યુદ્ધોમાં મહોટી કીર્તિ મેળવી; ડારવીનની અશક્ત શારીરિક સ્થિતિમાં આ યુદ્ધોનો મોટો ભાર તેણે વર્ષો સુધી વહી અને પોતાને ડારવીનનો “બૂલ ડોગ” કહેવરાવવામાં તે માન સમજતો. ૧૮૬૦ માં ઓક્સફર્ડમાં તેણે મેળલેલી એક જીવ ચિરસ્મરણીય છે. ત્યાં મળેલી વૈજ્ઞાનિકાની એક મહાસભામાં ઓક્સફર્ડના પુરાણમતવાદીઓ તરફથી પિશાપ વીલપરકેસર્ ઉત્ક્રાન્તિવાદની વિરુદ્ધ યોજવા ઊભા થયા હતા. તેમના મુખમાંથી ડારવીન અને હુકસ્લી માટે તિરસ્કારના શબ્દોનો સ્રોત વહેતો હતો: ઉત્ક્રાન્તિવાદ જો ખરો હોય તો: મનુષ્યો દિવ્ય નહિ-ઈશ્વરના ખાળકો નહિ-પણ વાંદરા અને માંકડાંના વંશના હોય એ વિચારને મહોટું સ્વરૂપ આપીને તેણે ઉત્ક્રાન્તિવાદને કટાક્ષ અને હાસ્યના ઝોળ નીચે કચડી નાંખવાનો પ્રયત્ન કર્યો તે વખતે હુકસ્લીએ આપેલો ઉત્તર ધણીવાર ફરી ફરીને વંચાય છે. પિશાપે તિરસ્કારયુક્ત પ્રશ્ન પૂછેલો કે “માંકડાંમાંથી તમારી ઉત્પત્તિ થઈ હોય તો તે તમારા દાદા કે દાદી તરફથી?” હુકસ્લીએ ઉત્તર આપ્યો કે “મે કહ્યું છે-અને ફરીથી કહું છું-કે મનુષ્યના

પિતૃઓમાં માંકડાંને કબુલ કરવામાં જરૂરથી 'શરમાવાનું' કારણ નથી. મારા વંશના પિતૃઓનું નામ દેતાં શરમાવાનું હોય તો તે કોઈ એવો મનુષ્ય હોય કે જેની ખુદ્દિ તીવ્ર અને જંપ વગરની હોવાને લીધે, પોતાના કાર્યપ્રદેશમાં વિજય મેળવવાથી સંતુષ્ટ ન રહેતાં; ખરા અભ્યાસ વિના વૈજ્ઞાનિક પ્રશ્નોમાં માથાં મારે અને શ્રોતાઓનું ધ્યાન મૂળ વિષયથી દૂર કરવાને માટે વાક્યાતુર્યથી અને ધાર્મિક શ્રદ્ધા અને કલહ ઉશ્કેરનારા શબ્દોથી સત્યને ઢાંકવાનો પ્રયત્ન કરે."

ઉત્ક્રાન્તિવાદનાં પરિણામ

ઉત્ક્રાન્તિવાદ સ્થાપિત થયાને ફક્ત ૮૦ વર્ષ થયાં છે; વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં આ સમય ટૂંકા કહેવાય. તેની વાસ્તવિક કિંમત આંકવી મુશ્કેલ છે. વિજ્ઞાનના અનેક સિદ્ધાન્તો માફક આમાં પ્રતિવર્ષે કાંઈ ફેરફાર થાય છે; પરંતુ તેનું મુખ્ય કાર્ય તો થઈ ગયું છે. ઉત્ક્રાન્તિવાદના ભવ્ય મહેલમાં ઘણું ટુંકાણું મરામત કરવી પડે, અને કોઈ વિભાગમાં એક થાંભલો કે પીઠ કે આડસર નવાં નાંખવાં પડે તેથી એમ ન કહી શકાય કે આખો મહેલ તૂટી ગયો છે. વિજ્ઞાનના લગભગ બધા સિદ્ધાન્તોમાં આવો ફેરફાર જોવામાં આવે છે અને એ જ પ્રગતિની નિશાની છે. અણુવાદમાંથી પરમાણુવાદ કે વિદ્યુદાણુવાદ ફલિત થાય અથવા ન્યુટનના ગુરૂત્વાકર્ષણના નિયમોમાં આઈસ્ટાઇનના સુધારા સ્વીકારાય, તો પછી સજીવસૃષ્ટિ જેવી સુદ્ધિત ઘટનામાં ડાર્વિનના સિદ્ધાન્તોમાં થાડોઘણો ફેરફાર કરવો પડે તેમાં કાંઈ અનુચિત નથી. મેન્ડલ, વાઇસમેન, અને બીજા આનુવંશિક લક્ષણોના અભ્યાસક્રમને મેળવેલી હકીકતોની સમજૂતી માટે નૈસર્ગિક પસંદગીના સ્વરૂપ વિષે આપણે નવા વિચાર કરવા પડે છે તે વાત ખરી છે. હજી પણ ઉત્ક્રાન્તિવાદના વિરોધીઓ ઓછા નથી. મે ૧૯૨૫ માં અમેરિકાના સંયુક્ત રાજ્યોના એક નાના શહેરમાં એક શિક્ષકને આઈબલ વિરૂદ્ધ ઉત્ક્રાન્તિવાદ શીખવવા

માટે કોઈ તરફથી શિક્ષા કરવામાં આવી હતી. તેમાં ઉત્ક્રાન્તિવાદની કસુર નથી પણ રાજ્યના કાયદાની અપૂર્ણતા છે. ઉત્ક્રાન્તિવાદમાં સમજવાનું ધણું પાકી છે. તે છતાં માનસિક વિચારની દરેકદરેક શાખામાં આ ઉત્ક્રાન્તિવાદે નવાં જલ સિન્ધ્યાં છે, અને નવાં ફૂલ અને ફૂલ ઉત્પન્ન કર્યાં છે. વિજ્ઞાનની એકલી ભૌતિકદૃષ્ટિમાં નહિ પણ સમગ્ર જ્ઞાન, તત્ત્વજ્ઞાન અને ધર્મશાસ્ત્રની દૃષ્ટિમાં પણ સર્વ દિશાએ ઉત્ક્રાન્તિવાદથી પરિવર્તન થયું છે. સમાજમાં, યુદ્ધિવાદમાં અને રાજકીય પ્રગતિમાં પણ થયેલા ફેરફારો નોંધવાનું આ સ્થાન નથી, પરંતુ એટલું તો કહેવું પડશે કે ઉત્ક્રાન્તિવાદની સ્થાપના અને પ્રચાર એ અર્વાચીન વિજ્ઞાનનું મ્હોટામાં મ્હોટું પરાક્રમ છે.

આનુવંશિક સંસ્કાર

આ વિષય છોડતાં પહેલાં અન્વય-આનુવંશિક સંસ્કાર— Heredity વિષે થોડું એક વિવેચન કરવું આવશ્યક છે. જ્ઞાતિ-ઓનું રૂપાંતર નૈસર્ગિક પસંદગીને લીધે થાય છે એ ડાર્વિનનો પ્રથમ સિદ્ધાન્ત સ્વીકાર્યા પછી નવી જ્ઞાતિઓની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થાય છે તે જ્ઞેષ્ઠએ. નૈસર્ગિક પસંદગીને લીધે પ્રાપ્ત થયેલી નવી સ્થિતિ તે જ જ્ઞાતના વારસોને મળે છે કે કેમ તે વિષે વધારે પ્રયોગ અને નિરીક્ષણની જરૂર જણાઈ. ડાર્વિને પોતે આ આનુવંશિક સંસ્કાર સંબંધી રહેજ ઉલ્લેખ કર્યો હતો; પરંતુ તે સંબંધી વધુ કામ તો વાઈસમેન, ગેન્ડલ અને ગેલ્ટનના હાથે થયું. મનુષ્ય કસરત, તાલીમ, અને શિક્ષણથી પોતાની શારીરિક અને માનસિક સંપત્તિ વધારી શકે છે—પરંતુ તેથી તે બધા ગુણો તેની સંતતિને પહોંચી શકતા નથી એ વાઈસમેનના હાથે સિદ્ધ થયું. અન્વય—આનુવંશિક સંસ્કારો—ની સમજાણી માટે વાઈસમેને મૂલાંકુરોના સાતત્યનો સિદ્ધાન્ત સ્થાપ્યો. આ સંસ્કારો મનુષ્યના બધારણમાં બારીક મૂલાંકુરોના રૂપમાં જન્મથી જ દાખલ થાય છે, અને મૂલાંકુરોનું સાતત્ય પેઢીઉતાર સ્વતઃ સચવાઈ રહે છે. સ્ત્રી પુરૂષનાં બીજાંકુર

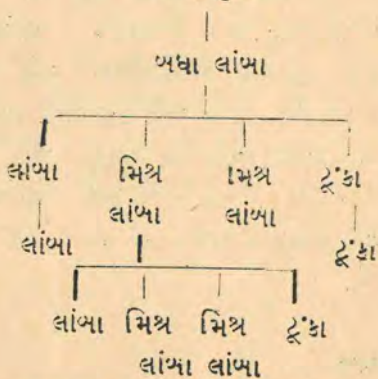
એકલાં થતાં અને તેમાંથી નવું અંડ બંધાતાં જ તેમાં આ સૂક્ષ્મ મૂલાંકુરો પ્રથમથી જ હાજર હોય છે જે નવી સંતતિમાં સૂક્ષ્મરૂપે હાજર રહે છે. આ મૂલાંકુરો પ્રથમથી જ આજન્મ બંધાયાં હોય તો પછી સ્વોપાર્જિત ગુણો નવી સંતતિમાં શી રીતે દાખલ થઈ શકે? હિન્દુ કાયદામાં વડીલોપાજ્ઞત સ્થાવરજંગમ મીલકત ઉપર જેમ સંતતિને હક્ક હોય છે તેમ સાધારણ મનુષ્યની વડીલો-પાજ્ઞત શારીરિક અને માનસિક સંપત્તિ ઉપર પણ સંતતિનો હક્ક હોય છે. પરંતુ સ્વોપાજ્ઞત અંગત સંપત્તિ નવી સંતતિને આપી શકવાની શક્તિ મનુષ્યને નથી એમ વાઈસમેનનું કહેવું છે. આ સંબંધી હજી વિવાદ અને પ્રયોગો ચાલુ છે. પરંતુ વાઈસમેનના મુખ્ય વિચારો સ્વીકારાય છે અને સ્વોપાજ્ઞત લક્ષણો વારસામાં સંપૂર્ણ રીતે આવી શકતાં નથી એટલું તો સિદ્ધ ગણાય છે. આથી એમ કહિત થાય છે કે કોઈ પણ પ્રજાનાં પ્રાથમિક લક્ષણો રહેલાઈથી બદલાઈ શકતાં નથી. રહેવાના આચારવિચાર અને હવાહિમ્નસમાં સુધારો કર્યાથી, અથવા તો કસરત અને શિક્ષણથી અમુક ભતિની એક જ પેઢીમાં બહુ સુધારો થાય તેમ લાગતું નથી. તેને માટે આ નવી વસ્તુસ્થિતિ પાકી થાય ત્યાં સુધી-ધણી પેઢીઓ સુધી-વાટ જેવી પડે છે, અને સામાજિક સુધારણાનું કામ જેટલું સાદું ધારીએ છીએ તેટલું નથી.

મેંડલીઅન લક્ષણો

આનુવંશિક સંસ્કારોના સંક્રમણ વિષે મેંડલ નામના ઓસ્ટ્રીઅન પાદરીનું કામ, ઘણો વખત ભુલાઈ ગયું હતું; પણ તે ઘણું અગત્યનું છે. સાધારણ લીલા વટાણાના સંબંધી પ્રયોગ કરીને વંશજનનના કેટલાએક નિયમો તેણે દર્શાવ્યા છે. તેને સમજવાને માટે પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિમાં ભૌતિકશાસ્ત્રના આણુઓના જેવા સૂક્ષ્મ ગુણોનો આધાર લીધો છે. આ સૂક્ષ્મ ગુણોને લીધે જુદી જુદી ભતનાં લક્ષણો

ઉદ્ભવે છે. વટાણાની બે જાતો છે: એક લાંબી અને બીજી ટૂંકી લાંબી જાતમાંથી લાંબા છોડ થાય છે, અને ટૂંકામાંથી ટૂંકા થાય છે. પણ લાંબા અને ટૂંકાનો સંકર કરવામાં આવે તો તેમાંથી પહેલી પેઢીમાં બધા લાંબા જ છોડ થાય છે. તેથી લાંબાપણું એ મુખ્ય લક્ષણ કહેવાય અને ટૂંકાપણું એ ગૌણ લક્ષણ કહેવાય. આ બધા લાંબી મિશ્રજાતિના છોડ બહારથી સરખા લાગે છે; પરંતુ તેમની સંતતિ જુદા જ પ્રકારની થાય છે, પોણા ભાગનાં લાંબી જાતનાં અને પા ભાગનાં ટૂંકી જાતનાં, આમાંથી ટૂંકામાંથી ટૂંકા છોડ થાય છે, પણ લાંબામાંથી ત્રીજા ભાગ જેટલા જ લાંબા થાય છે, અને બાકીના બે તૃતીયાંશ ભાગમાંથી પહેલી પેઢીની માફક મિશ્ર સંતતિ જન્મે છે. આ વસ્તુસ્થિતિ નીચેના આલેખન ઉપરથી વધારે સમજાશે.

લાંબા x ટૂંકા



એંડલીઅન લક્ષણોનો અન્ય આ પ્રમાણે સમજાવતાં મુખ્ય અને ગૌણ લક્ષણોનો ભેદ યાદ રાખવો જોઈએ. મુખ્ય લક્ષણો માપાપ-માં સ્પષ્ટ હોય તો જ સંતતિમાં બીજી શંક: પણ ગૌણ લક્ષણો અગમ્ય હોય અને દેખી શકાતાં ના હોય તો પણ તે સંતતિમાં બીજા કે ત્રીજા પેઢીએ દેખી શકાય છે. સંતતિશાસ્ત્રના નિયમો ધરાવતાં જાય છે; અને તે હજી સુનિશ્ચિત ગણાય નહિ, તે છતાં એટલું તો કહી શકાય કે

દ્રુતલાએક મનુષ્યના રોગો અને ખોડોતું સ્થાન મુખ્ય લક્ષણોમાં નિશ્ચિત થયું છે અને તે મેંડલીઅન અન્વયના નિયમ પ્રમાણે પેઢીકિતાર ઊતરે છે: ખહેરાપણું અને મુગાપણું ગૌણ લક્ષણ ગણાય છે અને તેથી એ રોગવાળાં કુટુંબોના સારાં દેખાતાં પિતરાઇ કે મશીઆઇ સાંકુઓનાં લગ્નની સંતતિમાં આ ગૌણ લક્ષણો દેખાઇ આવવાનો સંભવ છે. આવા અનુભવને લીધે પ્રાચીન હિન્દુશાસ્ત્રોમાં આના લગ્નનો નિષેધ છે. કુટુંબોના ઇતિહાસ અને તેમનાં મુખ્ય અને ગૌણ લક્ષણોની તોંધ સંગ્રહી રાખવામાં આવે તો અમુક સ્ત્રીપુરુષની સંતતિનાં લક્ષણો પહેલેથી નિશ્ચિત થઇ શકે અને તેની આંખોનો રંગ, શરીરનો આંધો વગેરે કળી શકાય.

ગેલ્ટન

જાતિઓતું રૂપાંતર દ્રુત નૈસર્ગિક પસંદગીના નિયમ પ્રમાણે થયું નથી એ વાઈસમેને અને મેંડલે ખતાવ્યું તે છતાં હારવીનનો ક્રિકાન્તિનો મુખ્ય નિયમ ચલિત થતો નથી. આનુવંશિક સંસ્કારોનો અભ્યાસ ખીજી દષ્ટિએ ગેલ્ટનના હાથે થયો છે. ગેલ્ટનની ખીજી શોધો ઘણી છે પણ તેનો એક નિયમ અગત્યનો છે. સમાજનો એક મનુષ્ય આખા સમાજથી ખહુ જ ભિન્નતર થઇ શકે તો તે ખોતાના પુરતો જ. તેની સંતતિ સમાજની હારમાં પાછી પડી વ્યથ છે. એક ખહુ જ ઊંચા માણસની સંતતિ જરા ઓછી ઊંચી થશે; ખહુ જ ઠીંગણા માણસની સંતતિ તેના કરતાં જરા ઊંચી થશે, અને આ રીતે જાતિની સરેરાસ જળવાઈ રહેશે. એટલે આનુવંશિક સંસ્કાર દ્રુત માખાપનાં લક્ષણો ઉપરથી નિર્ણિત થાય છે એટલું જ નહિ, પરંતુ તેમાં ખાપના ખાપ, ખાપની મા, માની મા, અને માના ખાપ અને એ સર્વેના પૂર્વજોનો અંશ ઊતરે છે. પ્રથમ તો સૂળ મા અને ખાપ દરેક તરફથી એથો ભાગ મળે છે; પછી ઉપર દર્શાવેલી ખીજી પેઢીનાં પિતૃ તરફથી કુલ એથો ભાગ મળે છે; પછી તેનાથી આગળની પેઢીનાં પિતૃઓ પાસેથી સોળમો ભાગ. એ

પ્રમાણે આગળ. આ હિસાબ આગળ વધે છે, તેનો સરવાળો નીચે પ્રમાણે થઈ શકે:

પ્રથમ દ્વિતીય તૃતીય ચતુર્થ

પિતૃ પિતૃ પિતૃ પિતૃ

અમુક સંતતિના ગુણો = $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} \dots$

આ લાંબી શ્રેણી ઉપરથી સ્પષ્ટ થશે કે મનુષ્યના આનુવંશિક સંસ્કારો કેટલા મિશ્ર અને ગુંદિત છે. સામાજિક સુધારણાનું કામ પણ એટલું અઘરું છે કે, આખી જાતિને સુધાર્યા વિના અમુક વ્યક્તિઓ સુધારવાથી સમાજ આગળ વધી શકે જ નહિ. વ્યક્તિના આધ્યાત્મિક મોક્ષ કરતાં સમાજનો ભૌતિક મોક્ષ વધારે અગત્યનો છે; ફક્ત અમુક વ્યક્તિઓ નૈતિક, ધાર્મિક, કે આધ્યાત્મિક જીવનની જીંચી પરાકાષ્ટાએ પહોંચે એના કરતાં આખો સમાજ સર્વ દિશામાં સરખી પ્રગતિ પામે એ વધારે ઇષ્ટ છે.

આનુવંશિક સંસ્કારના અન્વેષણમાં સૂક્ષ્મ આણુઓનો અભ્યાસ ઉપયોગી થઈ પડ્યો છે. અણુ અને પરમાણુઓના પાંધારણ વિષેનું અન્વેષણ અને પ્રોટોન, વીજાણુ, ન્યુટ્રોન, ડ્યુટરોન, વિશ્વરશ્મિ, વગેરે કણોની ઘટનાની સમજથી અણુવિભાજન શક્ય થયું છે. ભૌતિક ઘટનામાં અણુ જેટલું અગત્યનું છે તેના જેટલું જ જીવ-વિદ્યામાં અગત્યનું સ્થાન “ક્રોમોસોમ” ને મળે છે. ચામડી, હાડકું, મજ્જાતંતુ પેશી વગેરે પદાર્થો પાંધારણ ક્રોમોસોમ ઉપર રચાયેલાં છે. પરમાણુઓમાં મધ્યક-નકલુઅસ-હોય છે લગભગ તેના જેવું જીવંત પ્રાણીઓના ક્રોમોસોમમાં મધ્યક-નકલુઅસ-હોય છે; અને દરેકમાં દોરા જેવી આકૃતિવાળા દ્રવ્ય-ક્રોમોસોમ હોય છે: તેમની સંખ્યા નિશ્ચિત હોય છે અને દરેક ક્રોમોસોમ વિભાજન થતાં પણ તેની સંખ્યા બદલાતી નથી. એ જનન-ક્રોમોસોમ એકીભવન થાય તો, નવા ફલિત ખંડમાં એ ક્રોમોસોમ ભેગા થાય અને તેમાં ચાર રંગ-સૂત્રો દેખાય. આ ખંડનું વિભાજન થાય તો દરેક રંગ સૂત્રો પણ સરખા ભાગે

વહેંચાઈ જાય છે અને દરેક નવા ભાગમાં બધ્ધે રાગ સૂત્રો છૂટા પડે છે. આ રાગ સૂત્રો જીવનના અંતિમ લક્ષણોના સાર રૂપ ગણાય; કારણ કે દરેક જાતિ અને ઉપજાતિમાં આ રાગ સૂત્રોની સખ્યા સુબદ્ધ અને નિશ્ચિત હોય છે. ડ્રોસોરીના નામની કળા-માખીમાં ચાર આનુવંશિક લાક્ષણિક ગુણો મુખ્ય ગણાય છે અને તેને લગતા ચાર રાગસૂત્રો જીવન કોષમાં જોવામાં આવ્યા છે. સાધારણ વટાણામાં પાંચ, ઘઉંમાં આઠ, ઉંદરમાં વીસ, અને મનુષ્યમાં આવા ચોવીસ રાગસૂત્રો જોવામાં આવ્યા છે.

આવા ચોવીસ રાગસૂત્રોના પ્રાથમિક પંધારણ્યો પણ અંડ-કોષોના લાખો પ્રકારના સંયોજનો કહી શકાય-અને આ કારણે લીધે ભાગ્યેને જ એ મનુષ્યો તદ્દન સરખા હોય છે. આ ઉપરાંત “જનિ” આ કોષોનું અગત્યનું લક્ષણ હોય છે; અને કેટલાએક પ્રકારના ‘જનિ’ વિના કેટલાએક પ્રાણીઓનું જીવન અશક્ય થઈ પડે છે.

આનુવંશિક જીવનનો અને સુપ્રજનનશાસ્ત્રનો અભ્યાસ ગેંલ્ટન અને કાર્લ પીઅર્સના હાથે શરૂ થયેલો અને કીશરના હાથે વણો વિકાસ પામ્યો છે, માતાપિતા અને બાળકોના ગુણોનું માપન કરવાથી સિદ્ધ થયું કે અમુક મનુષ્યો સાધારણ સરેરાશ ઉંચાઈ કરતાં ચાર ઇંચ ઊંચા હોય તો તેમના બાળકોની સરેરાશ ઉંચાઈ કરતાં ફક્ત અડધી એટલે એ ઇંચ જેટલી હશે. આ સંબંધ માટે એમ કહેવાય કે અનુસંબંધનો અંક .૫ છે. પરંતુ જો બાળકોની ઉંચાઈ બધાની સરેરાશ જેટલી એટલી થઈ ગઈ હોત તો એમ કહેવાત કે ઉંચાઈ અને આનુવંશિક સંસ્કાર વચ્ચે કાંઈ સંબંધ નથી; અથવા તો અનુસંબંધનો અંક શૂન્ય છે. આ ઉપરથી એટલું સમજવાનું કે માતા પિતા બંનેના સંસ્કારો બાળકમાં જીતરે છે; અને કોઈ વરરાજા ભલેને મનમાં ગણગણતા હોય કે હું પરખ્યો છું તો કન્યાને અને નહીં કે તેના સગાને; પરંતુ કન્યાના કુટુંબના સંસ્કાર પણ.

નવા લગ્નની સંતતિમાં જન્માવ્યા વિના રહેતા નથી.

નવાં શોધાયેલાં દ્રવ્યોમાં પ્રોટીન, એનઝાઇમ, અને હરમોન્સ અગત્યનાં છે. નવાં વીજાણુસૂક્ષ્મદર્શકની શોધ પછી જીવનના અધારણમાં મુખ્ય ભાગ લેનાર પ્રોટીન નામના રસાયણિક આણુઓને પ્રત્યક્ષ જોઈ શકાય છે. હાઇડ્રોજનના પરમાણુ કરતાં પ્રોટીનનું પરમાણુ પાંચ હજાર ગણું મોટું હોય છે. પ્રોટીન આણુમાં ગ્લોબ્યુલીન નામનાં આણુ ધણાં અગત્યનાં છે અને મનુષ્ય જીવનમાં રોગના જન્તુઓને જીતવામાં ઘણાં ઉપયોગી છે. બહારનાં રોગોનાં જન્તુઓ રક્તમાં દાખલ થાય કે તરત જ આ ગ્લોબ્યુલીન-આણુઓ ચેતનવંતા થઈ જાય છે, અને રોગના જન્તુઓને પકડીને, કેદ કરીને, તેમણે રોગરહિત ગટ્ટાઓ બનાવીને, રક્તની બહાર કાઢી શકે છે. આ પ્રોટીન આણુઓની આયોજન શક્તિ એટલી બધી તીવ્ર હોય છે કે તે એક નહીં પણ અનેક દિશામાં નવા નવા સંયોજનો બનાવી શકે છે; તેથી એક નહીં પણ અનેક જાતના રોગનાં જન્તુઓને ખૂદાત કરીને તેમને શક્તિહીન અને નિરુપાય બનાવી દે છે તેથી શરીરનું સ્વાસ્થ્ય જાળવવાને માટે આ ગ્લોબ્યુલીન પ્રોટીનોને સારા પ્રમાણમાં રાખવા જોઈએ. તેથી જ હીમોગ્લોબીન નામના પ્રોટીનનું કામ ઘણું જ અગત્યનું ગણાય. હીમોગ્લોબીનમાં મધ્યક રંગરહિત પ્રોટીનનું હોય છે; તેમાં ચાર હાથ જેવા લાલરંગના “હીમો”ના આણુઓ ગોઠવાયેલા હોય છે, અને તેમાં લોહનું પ્રમાણ સાદું હોય છે. આ લોહના પરમાણુઓ હવામાંથી પ્રાણવાયુ સારા પ્રમાણમાં લઈ શકે છે અને લોહીનો રંગ શુદ્ધ લાલ રાખી શકે છે. શરીરમાં ફક્ત શ્વાસોશ્વાસ લેવાથી અથવા તો હવાના દબાણમાં રહેજ ફેરફાર થવાથી આ રક્તશુદ્ધિ થઈ શકે છે એ અત્યંત વિસ્મયકારક ઘટના છે; અને તેવી ઘટના જીવંત શરીરની બહાર કોઈ પણ યંત્ર મારફત થોજી શકાઈ નથી. હજી સુધી કોઈ પ્રોટીનનું સંશ્લેષણ થયું નથી તેથી પ્રયોગશાળા અને સજીવસૃષ્ટિ વચ્ચેનું અંદર હજી જીવવાનું બાકી છે.

પૃથ્વી ઉપર જીવન પહેલું કયાંથી અને શી રીતે આવ્યું તે વિષે જે મત હોઈ શકે. એક તો વિશ્વતા ખીજા ગ્રહો કે પ્રદેશ-માંથી આવ્યું અને ખીજું કે પૃથ્વી ઉપરથી જ ઉત્પન્ન થયું. ખીજા મત પ્રમાણે એમ કમ્બલ કરવું પડે કે પૃથ્વીના પ્રાથમિક કાળમાં જીવન શક્ય નહોતું પરંતુ પાછળથી નિર્જીવ વસ્તુમાંથી સજીવ વસ્તુઓ ઉત્પન્ન થઈ. આ નિર્જીવમાંથી સજીવની ઉત્પત્તિ વિષે પ્રયોગાત્મક પુરાવો નથી તે છતાં તેને સ્વીકાર્યા સિવાય છૂટકો નથી.

પાચન ક્રિયામાં “એન્ઝાઇમ્સ” નામના દ્રવ્યોની શોધ છેલ્લાં થોડાં વર્ષમાં જ થઈ છે. સ્ટાર્ચમાંથી સાકર, દૂધ સાકરમાંથી ડૂઝાન્સ (લેક્ટીક એસીડ) એવી અનેક પ્રકારની પાચન ક્રિયામાં ડાયસ્ટાસ, પેન્ક્રીએટીન જેવાં દ્રવ્યો અને પ્રાણવાયુની સાથે સંયોજન કરવામાં મદદ કરનાર ડીહાયડ્રોજેનનાઝ અને અગારવાયુને છૂટા કરનાર કાર્બોનીક એન્હાઇડ્રાઝ વગેરે અનેક જાતનાં દ્રવ્યો શોધાયાં છે.

વળી શરીરનું સુકાન સારી રીતે ચાલે તેને માટે અંશીઓમાં સંચરતા હોર્મોન્સ નામનાં દ્રવ્યો ઘણાં ઉપયોગી છે. મધુપ્રમેહમાં ઈન્સુલીન રાખ્યાણુ દવા પેન્ક્રીઆસ અંશીમાંથી નીકળે છે; કંકમાળના કેટલાએક રૂપમાં ઉપયોગી થાયરોઇડ અંશીમાંથી નીકળે છે; જાતિ-નેશ રોગોમાં પીર્યુટરી અંશી અને અંડઅંશીમાંથી નીકળતાં દ્રવ્યો પણ આ જ પ્રકારનાં છે. પુરુષના અંડકોષમાંથી પ્રાપ્ત થતું ટેસ્ટોસ્ટરોન અને સ્ત્રીઓના અંડાશયમાં તૈયાર થતું ઈસ્ટરોજન પણ આવા જ હોર્મોન વર્ગનાં સત્વો છે. આ સત્વો વૃદ્ધાવસ્થામાં કે યુદ્ધમાં જખમમાંથી ક્ષીણ થયેલી જીવનશક્તિને પાછી લાવવામાં ઘણાં ઉપયોગી નીવડ્યા છે; અને આશા રાખવામાં આવે છે કે વૃદ્ધાવસ્થાના કેટલાએક અનિવાર્ય ચિહ્નોને દૂર રાખવામાં સફળતા આપશે અને મનુષ્ય-જીવનને ઘણાં લાંબા વખત ટકાવવામાં પણ મદદ કરશે. આ રીતે અંશી-રસ-વિદ્યા મનુષ્યને દીર્ઘાયુષી કરવામાં ઘણી ઉપયોગી થવાના

સંભવ છે. તે જતાં મનુષ્ય અમર થશે? એ પ્રશ્ન તો ઊભો જ રહ્યો. એમીઆ અને કેન્સર જેવા સાદી રચનાવાળા પ્રાણીઓ અમર રહે છે એમ ગણી શકાય પરંતુ મનુષ્યના જેવી ઉચ્ચપદે પહોંચેલી જાતિ અને અનેક ઇંદ્રિયો, ગ્રંથીઓ વગેરેના ગુદ્ધિત અધારણવાળા પ્રાણીને અમર રાખવું એ ઘણું મુશ્કેલ છે. કારણ તેમાંથી એકજ ભાગ કે સંસ્થા કે ઇંદ્રિય નુકસાન પામવાથી આખું પ્રાણીજીવન અશક્ય થઈ પડે છે. તેથી અમરતા પામવાને બદલે પૂર્ણતા—અને સાધકતા—પામવાને લાંબુ અને ક્રિયામય, સમાજને ઉપયોગી, તેમ જ આધ્યામિક જીવન ગાળવાને સમર્થ એવા સર્વાંગસુંદર, સર્વાંગશુભ અને કાર્યક્ષમ મનુષ્યની ઉત્ક્રાન્તિ થાય એ ઇચ્છવા યોગ્ય છે. ઉત્ક્રાન્તિવાદ પ્રમાણે નવી જાતિ કે ઉપજાતિનો ઉત્ક્રમ જ વધારે જરૂરનો છે—નહિ કે એક પ્રાચીન જાતિનું પ્રગતિરિહિત જીવન જૂના ચીલા પ્રમાણે જ નભાવવું. મનુષ્યની ઉત્ક્રાન્તિમાં માનસિક અને અધ્યાત્મિક ગુણો નવા વિજ્ઞાનપ્રધાન યુગમાં આવશ્યક છે અને તેનો આવિર્ભાવ હાલની મનુષ્યજાતિથી નહિ બની શકે તો નવી મનુષ્યજાતિ કે ઉપજાતિ ઉત્ક્રાન્ત જરૂર થવાની. મનુષ્યનું જીવન દીર્ઘાયુષી થાય તેના બદલે ઉપયોગી, સંસ્કારી અને ઉચ્ચજીવનપ્રેરક થાય એ ઇષ્ટ છે.



વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું ઇંગ્લેન્ડ (ચાલુ)

અર્વાચીન વિજ્ઞાનનો ખ્યાલ આપવા માટે માનસશાસ્ત્રનું વિવેચન આવશ્યક છે.

પ્રાચીન સમયમાં માનસશાસ્ત્ર

પ્રાચીન સમયમાં માનસશાસ્ત્ર તત્ત્વજ્ઞાનનું અંગ ગણાતું હતું: અને હજી પણ માનસ શાસ્ત્રનો પુસ્તકીયો અભ્યાસ હિંદમાં તત્ત્વજ્ઞાનની સાથે જ થાય છે. પરંતુ માનસશાસ્ત્રનો પ્રયોગાત્મક વિભાગ એટલો વધતો જાય છે, અને પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિનો પ્રભાવ પણ એટલો સ્થાપિત થતો જાય છે કે થોડા સમયમાં માનસશાસ્ત્રનો કેવળ પુસ્તકીયો અભ્યાસ આપણી વિદ્યાપીઠોમાંથી બંધ થઈ જશે, અને પ્રયોગાત્મક માનસશાસ્ત્રનું વાસ્તવિક સ્થાન સ્વીકારશે. જો કે સુખાઈ યુનીવર્સિટી આ વિષયમાં હજી પછાત છે.

માનસશાસ્ત્રનો અભ્યાસ પ્રાચીન દેશોમાં અનેક રીતે થયો હતો. સાહિત્યમાં રસ અને કલાની ભાવનાને અંગે, યોગશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ, અને નીતિશાસ્ત્ર અને કામશાસ્ત્રના સંબંધમાં પણ, મનના ગુણો તેમનાં લક્ષણો વગેરેનું વિવરણ પ્રાચીન હિન્દુઓમાં જોવામાં આવે છે. શરીર ઉપરાંત મન, આત્મા, અને પ્રાણ ભિન્ન છે એ વિચાર: અને સૂક્ષ્મ શરીર અને લિંગદેહ વગેરેની સમજૂતિ એ આ સંબંધી ભારતીય તત્ત્વવેત્તાઓએ કરેલી શોધનું આપણને ભાન કરાવે છે. પરંતુ અર્વાચીન પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિના અંશ તેમાં દેખાતા નથી અને તેથી તે પ્રાચીન જ્ઞાન હાલના અર્વાચીન સમયની સાથે સરખાવવું એ ઉચિત નથી. ભારતીય પ્રજાની પેઠે ગ્રીક અને રોમન પ્રજામાં પણ તત્ત્વવેત્તાઓએ મનના સ્વરૂપ વિષે અને આત્માના સંબંધ વિષે ઘણી ક્ષણરૂપ કલ્પનાઓ પ્રચલિત કરી હતી.

મન અને મગજ

અર્વાચીન માનસશાસ્ત્રનાં મુખ્ય અંગો ગણ્યાવતાં આપણે જે વાત યાદ રાખવાની છે. તત્ત્વવેતાઓ જેને મન કહે છે તે અને અર્વાચીન માનસશાસ્ત્રનું મગજ એ જે જીદાં છે. મગજ એ મનની ઇન્દ્રિય ગણાય છે; મગજ અને મનનો સંબંધ વિલક્ષણ પ્રકારનો છે. મગજની રચના અને મગજના ભૌતિક વ્યાપારો અને તે દરેકની મગજની રચના અને વ્યાપારો સાથેનો સંબંધ એ સર્વે જીદી જીદી રીતે સમજવાના છે. આ મનના વ્યાપારોનાં તત્ત્વ-જ્ઞાનની દૃષ્ટિએ શું અર્થ અને શું પ્રયોજન છે; જ્ઞાનમાત્રનો અનુભવ મનુષ્યને કેવી રીતે થાય છે; આ જ્ઞાનપ્રતીતિનાં સાધનો અને પદ્ધતિ વાસ્તવિક છે કે ભ્રમજન્ય છે ? તેનું વિવેચન જીદી રીતે થાય છે ? આણીઓની જીવંત અને મૃત સ્થિતિમાં શો ભેદ છે ? જીવનતત્ત્વ શું છે એ પ્રશ્ન જેટલો અગત્યનો છે તેટલો જ અગત્યનો પ્રશ્ન ચેતનના સ્વરૂપ વિષેનો છે. મન જેટલે કેવળ મગજની પ્રવૃત્તિ કે તે ઉપરાંત બીજી કંઈ ? જેમ શરીરમાં યકૃત કે પ્લીહા નામની ઇન્દ્રિયો છે તેના જેવું જ મગજ છે ? અને મગજની પ્રવૃત્તિઓ યકૃત અને પ્લીહાની પ્રવૃત્તિના જેવા પ્રકારની પ્રવૃત્તિ કે તેથી કંઈ વધારે ? આ અને આવા ભૌતિક પ્રશ્નોનું વિવેચન માનસશાસ્ત્રમાં ઉચિત છે. પરંતુ આપણને તેને માટે અહીં સમય નહિ મળે. આપણે તો તેનું ઐતિહાસિક દૃષ્ટિએ વિહંગાવલોકન કરીશું.

જ્ઞાનતંતુ અને પ્રેરકતંતુ

અર્વાચીન માનસશાસ્ત્રની શરુઆત ગાંડાઓની ઇસ્પિતાલમાંથી થયેલી ગણી શકાય. માણસ ગાંડું થાય તો તે ભૂત પિશાચ કે જીદુને લીધે એમ લગભગ અઢારમા શતકની આખર સુધી યુરોપમાં માનવામાં આવતું અને આવા ગાંડા માણસોને અધારી કોટડીમાં હાથે પગે બેડી નાંખીને રાખવામાં આવતા અને તોજ્ઞાન કરે તો

આબુકથી મારવામાં આવતા અમેરીકામાં ડૉ. બ્રેન્નમીન ફેક્ટરવાંડ-
માં ડૉ. વીલીઅમ ફેક્ટર અને ફ્રાન્સમાં ડૉ. પિનેલ એ ત્રિપુટીના
પ્રયાસોથી ગાંડા મનુષ્યોને અધારા ભોયરામાંથી બચાવીને તેમને
આરામ આપવાની અને તેમની ઉપર દયા રાખવાની પદ્ધતિ શરુ
થઈ. તેની સાથે તેમની માનસિક સ્થિતિનો અભ્યાસ શરુ થયો, મન
અને શરીરના સંબંધ વિષે અન્વેષણ શરુ થયું, અને આ રીતે
પ્રયોગાત્મક માનસશાસ્ત્રનો પાયો રચાયો. મન શરીરને કેવી રીતે
કાબુમાં રાખે છે અને મનના સંદેશા શરીરના બુદ્ધ બુદ્ધ વિભાગોને
કેવી રીતે પહોંચે છે તેની તપાસ કરતાં મનગતતંતુઓ એ જાતના
છે એ શોધ સ. ૧૮૧૧ માં ચાલ્સ બ્રેવના હાથે થઈ; એક તો
બહારના જગતમાંથી ઇંદ્રિયદ્વારા થતા જ્ઞાનસંવેદનને મગજને
પહોંચાડનારા જ્ઞાનતંતુઓ અને ખીજા મગજ તરફથી શરીરના બુદ્ધ
બુદ્ધ વિભાગોને કામ કરવાને માટે પ્રેરણા આપનાર પ્રેરકતંતુઓ.
આ શોધથી માનસિક ક્રિયાના અન્વેષણને માર્ગદર્શક ઉત્તેજન
મળ્યું. મગજ અને મનગતતંતુઓનો સંબંધ વધારે પારીકામથી
તપાસતાં એમ સિદ્ધ થયું કે આ મનગતતંતુઓ થોડીએક
જાતનું કામ મગજ અને માથા સાથે સંબંધ ન હોવા છતાં પણ
કરી શકે છે. ૧૮૨૨ માં ડૉ. હાલે એક તૂટેલા માથાવાળા
પ્રાણીના ઉપર પ્રયોગ કરીને બતાવ્યું કે તેના શરીરના બુદ્ધ બુદ્ધ
ભાગોને સ્પર્શ કરતાં, મગજનો સંબંધ ન હોવા છતાં પણ, તે
સંક્રમ્ય પામે છે. આ પ્રતિક્રિયાત્મક કાર્યો (Reflex action)
થી એમ સિદ્ધ થાય છે કે કેટલાએક કેન્દ્રસ્થના મનગતતંતુઓ
કરોડમાં પણ રહે છે અને કેટલીએક પ્રવૃત્તિ મગજની ભૌતિક મદદ
સિવાય પણ થઈ શકે છે.

મન અને બુદ્ધિ

અર્વાચીન માનસશાસ્ત્ર ઘણું જ મોડું સ્થાપિત થયું. પરંતુ
વિજ્ઞાનની ખીજી શાખાઓ સુગ્યવસ્થિત અને સુવર્ધિત હોવાને લીધે

આ નવીન શાસ્ત્રની પ્રગતિ ઘણી જ ઝડપથી થઈ છે. છેલ્લાં સો વર્ષનો વિજ્ઞાનની આ શાખાનો ઇતિહાસ સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર અને સૂક્ષ્મ-તોલન યંત્રોની મદદથી ઘણાં જ ફલદાયી અને રસમય થયો છે. જ્ઞાનેન્દ્રિયો અને કર્મેન્દ્રિયોની રચના અને ક્રિયા, શારીરિક અને માનસિક ક્રિયા અને તેમનો સંબંધ (તેનું) સંશોધન કરવાને સાયકો-શ્રીઝીકસ - મનઃશરીરશાસ્ત્ર નામનું સ્વતંત્રશાસ્ત્ર જુદું પાડવામાં આવ્યું છે), યાદશક્તિ અને માનસિક શક્તિઓનું સ્વરૂપ, માનસશક્તિનું અંતિમ સ્વરૂપ, વગેરે વિષયોનું અન્વેષણ અનેક રીતે લાભદાયી નીવડ્યું છે. ઓગણીસમા શતકના મધ્યમાં પ્રસરેલા શુદ્ધિવાદ પ્રમાણે મનુષ્ય કેવળ શુદ્ધિ પ્રમાણે જ વર્તે છે એ વિચાર ફેટલો ખોટો છે તે માનસશાસ્ત્રના અભ્યાસથી સિદ્ધ થયું છે. આપણા રોજના વ્યવહારમાં આપણું વર્તન કેવળ શુદ્ધિથી જ ફેટલી ઓછી વાર થાય છે તે દરેક કાર્યનું પૃથક્કરણ કર્યાથી જાણી શકાશે. મનુષ્યનું શિક્ષણ તેના રોજના આચાર વિચાર, તેની રોજની પરિસ્થિતિ અને તેનું સકલ માનસિક વર્તન એ અનેક દિશાના સંમિશ્રિત સંસ્કારોનું પરિણામ છે. આ માનસિક વિચારો અને મગજના જુદા જુદા ભૌતિક વિભાગોનો સંબંધ સ્પષ્ટ થતો જાય છે. મગજની ફેટલીએક ક્રિયાઓ કેવળ રસાયનશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ સમજી શકાય છે; પરંતુ મગજમાં કેવળ ભૌતિક અને રસાયનક્રિયા ઉપરાંત ખીણ ક્રિયાઓ પણ ચાલુ રહે છે, અને મગજતંતુઓમાં પણ આવા ભૌતિક ફેરફારો ઉપરાંત કાંઈક વધારે ગહન તત્ત્વો છે એમ સ્વીકારવું પડે છે.

આત્મા અને મન

આ ગહન તત્ત્વો કેવા પ્રકારનાં છે? સાધારણ રીતે આપણે જ્ઞેને આત્મા કહીએ છીએ તેનું વૈજ્ઞાનિક સ્વરૂપ શું છે? અર્વાચીન વૈજ્ઞાનિક અન્વેષણની પદ્ધતિથી આ આત્માનું જ્ઞાન થઈ શકે કે કેમ? એ પ્રશ્નો રસમય અને અગત્યના છે. માનસિક અન્વેષણ

સભા (સાયકીકલ રીસર્ચ સોસાયટી)ની સ્થાપના થયા પછી આ વિષયનું સાહિત્ય વિશાળ થયું છે. જુદી જુદી માનસિક ભૂમિકાના અન્વેષકાએ એકલા થઈ ને અનેક દિશામાં કરેલા પ્રયત્નોનું વિવરણ વધતી ઓછી શ્રદ્ધાથી થાય છે, ભૂત પિશાચના બહારના દેખાવો ખરા છે કે ખોટા, સ્વેચ્છ સિવાય લખાતા પત્રો અને સંદેશાઓમાં સત્ય કેટલું છે અને લખનારાના ભૌતિક દેહના મગજની ક્રિયાનું પરિણામ કેટલું છે એ વિષે શંકા રહે છે તે છતાં હીપ્નોટીઝમ-પ્રાણવિનિમયથી એક મનુષ્ય ખીન્ન મનુષ્યના મગજ અને શરીર ઉપર કાલુ મેળવી શકે છે એ વાત તો સુસિદ્ધ છે. એટલું પણ સિદ્ધ થયું જણાય છે કે ઘણી વખત દૂરથી બે મનુષ્ય વચ્ચે સંદેશા મોકલી શકાય છે—અને તે પણ કોઈપણ જાતના ભૌતિક સાધનની મદદ વિના. આપણને ખાણ જગતની સાધારણ પ્રતીતિ થાય છે તેના કરતાં વધારે ઊંડું જ્ઞાન આપણને ઘણીવાર થાય છે. એવા દાખલા જોવામાં આવ્યા છે કે આંગળી ઉપર અમુક દવા લગાડીને ટાંકણી ધોંચવામાં આવે તો તરતજ તે માણસને કાંઈ ખબર પડતી નથી; પરંતુ પ્રાણવિનિમયથી તે જ મનુષ્ય કહી શકે કે તેની આંગળીને કેટલી વખત ટાંકણીથી ધોચવામાં આવી હતી. હીસ્ટીરીયાના દરદીઓ ખુલ્લી આંખે જુલે છે તેના કરતાં વધારે તેમના સૂક્ષ્મ મનથી આપણને અદૃશ્ય લાગતી વસ્તુઓને જોઈ શકે છે: અને જો ઉંદર-ખીસાડીથી દરદી ડરતો હોય તો તે દૂર હોવા છતાં પણ તેના વિચારથી ડરશે. અજ્ઞાત મનના ભય, આતંક, યોગ, વગેરે કૌર્મિઓના સંવેદનનાં સાધનો ઘણાં જ વધારે છે: જેમ સાધારણ પ્રકાશનાં ઘણી જાતનાં કિરણો આપણે જોઈ શકતા નથી તેવી જ રીતે આવા માનસિક સંવેદનોના કેટલાએક પ્રકાર આપણે સાધારણ રીતે અનુભવી શકતા નથી, પરંતુ ફક્ત અજ્ઞાત મનની મારફત જ અનુભવી શકાય છે.

અજ્ઞાત મન

તેવી જ રીતે બીજી અનેક ઘટનાઓ સુદ્ધ મનની સાક્ષી પૂરે છે, એમ અર્વાચીન માનસશાસ્ત્રીઓએ ખતાવ્યું છે. પ્રાણવિનિમય (હીપ્નોટીઝમ)ના કેસોમાં મનુષ્યને અમુક સમય પછી કાંઈ કામ કરવાનું કહ્યું હોય તો તે સાધારણ રીતે તે કામ યાદ ન હોવા છતાં પણ ખરે વખતે તે કામ મીનીટસર કરી શકે છે. કેટલાએક પ્રયોગોમાં આ કામ ૪૪૧૭ મીનીટ પછી કરવાનું સોંપવામાં આવ્યું હતું અને કેટલાએકમાં ૮૬૫૦, ૧૦૦૭૦, ૧૧૪૭૦ મીનીટ જેટલું અંતર રાખવામાં આવ્યું હતું, તે છતાં તે જ પળે તે કામ કરવામાં આવ્યાં હતાં. સાધારણ જાગ્રત અવસ્થામાં આટલો કાળ ગણવાને આ માણસો અશકત હતાં, તે છતાં તેમનું સૂક્ષ્મ મન આ કાળની ગણતરી કરીને શરીરની પાસે અમુક સમયે અમુક કાર્ય કરાવી આપતું હતું. પ્રાણવિનિયમ સિવાય પણ આપણે આપણા શરીરના એક ભાગ ઉપર કાબુ રાખી શકીએ છીએ; સુતી વખતે અમુક સમયે ઊઠવાનો વિચાર કરીને સુઈ જઈએ તો તે સમયે ઊઠી શકાય છે— સુતી વખતે અમુક પ્રશ્નોનો ઉત્તર મેળવવાનો વિચાર કરવાથી સવારમાં તે પ્રશ્નોનો ઉત્તર સારી રીતે મળી શકે છે. લેખકો અને કલાકારોની કામ કરવાની પદ્ધતિની માહિતી મેળવવાથી આવા સૂક્ષ્મ મન વિષે વધુ ખાત્રી થઈ છે. થોપ કવિને વિષે કહેવાય છે કે તેને કવિતાનું સ્ફુરણ રાત્રિએ થઈ આવતું; અને તેથી તે હમેશ કાગળ અને પેન્સિલ ઓશીકે મૂકીને સુઈ રહેતો. ગેટેના શબ્દોમાં કહીએ તો “ઉત્તમ કૃતિઓ સ્વતઃ મળે છે—મોકલવામાં આવે છે અને તેને માટે ખાસ કરેલા પ્રયત્નો વ્યર્થ જાય છે.” શારલોટ બ્રોન્ટી થોડા દિવસ લખી શકતી; પરંતુ કેટલીક વાર વાર્તા આગળ વધારે ઉકેલાતી જ નહિ અને કામ અટકી પડતું; પણ થોડા સમય પછી એકદમ નવા જ્ઞેસથી તે કામ પાછું શરૂ થતું. ઈપ્સને “બ્રાન્ડ” નામનું આખું નાટક ત્રણ જ અઠવાડીયામાં લખ્યું હતું—અને તે

વખતે અડધો ઊંધમાં પથારીમાંથી ઊઠીને જે કાંઈ સૂઝે તે લખી કાઢતો. સર વૉલ્ટર સ્કૉટે લખેલી એક નવલકથા (આઇડ એફ લેમરમૂર) તેના મંદવાડમાં અને અશીશુની અસર નીચે લખાઇ હતી : પછી તેણે વાંચી ત્યારે આખી કથા જ તેને નવી લાગી ! આર. એલ. સ્ટીવન્સનનાં પુસ્તકો પણ ઘણીવાર અચકા જતાં; અનેકનું કામ બંધ પડતું પરંતુ જ્યારે નવી ઊર્મિઓ ઉભરાતી ત્યારે એ ભરતીના જોર સાથે લખવાનું પણ અશક્ય થઇ પડતું. ગુજરાતના કવિઓને પણ આવી ઊર્મિઓની ભરતીની વાટ જોતા મેં જોયેલા છે. આવી ઊર્મિઓ સિવાય તેમનાથી ઉચ્ચતમ કાવ્યો રચી શકાતાં નથી એ ફરિયાદમાં કલાકારો અને ચિત્રકારો પણ પૂર્તિ પ્રશે. આ પ્રમાણે મગજની કેવળ ભૌતિક શક્તિઓ બધી માનસિક ક્રિયાઓનું નિરૂપણ કરવાને સમર્થ નથી: મનુષ્યતંતુ અને મગજ ઉપરાંત કાંઈક વધારે સૂક્ષ્મ, તે છતાં વધારે ઉપયોગી અને વિલક્ષણ વિભાગ વિષે ખાત્રી થતી જાય છે. અને સૂક્ષ્મ મન (ઉપમન) Subconscious mind અથવા સપ્તિમિનલ સેલ્ફ Subliminal self એ નામથી ઓળખાય છે. દૂરસંવહન (ટેલીપથી) અને (કલેરવોયન્સ) દૂરદષ્ટિની ઘટનાની સમજૂતી માટે આ સૂક્ષ્મ મનની કલ્પનાને વધારે દૃઢતા પ્રાપ્ત થઇ છે.

મગજના જુદા જુદા વિભાગના જુદા જુદા જ્ઞાનતંતુઓ સાથે અને જુદી જુદી ક્રિયાઓ પ્રતિક્રિયાઓ સાથે સંબંધ ધરાવે છે: આ સંબંધો સંશોધન કરીને શેરીંગટને મગજનો નકશો ખનાવ્યો છે. મસ્તકવિદ્યાના અભ્યાસકાંડોએ બહારથી માથા ઉપર હાથ ફેરવીને મનુષ્યની માનસિક શક્તિ અને ગુણો વિષે ઘણી માહિતી મેળવી કરી હતી, તે ખરી ખોટી મિશ્રિત રૂપમાં હતી, તે છતાં ઉપયોગી ગણાય. કારણ કે ત્યાર પછી ઘણાં પ્રાણીઓનાં અને મગજનાં ઉપર શસ્ત્રક્રિયા વડે ઘણી અગત્યની માહિતી મળી છે. મગજ હૃદયની માફક એક જ સાદી અને અવિભિન્ન વ્યક્તિ ન ગણાય: મનુષ્યનું

મગજ લાખો વર્ષની ઉન્ક્રાન્તિનું ક્ષણ છે; કીડા, માછલી, દેડકું, પક્ષી, કુતરો, ઘોડો, વાંદરો એ સઘળાં પ્રાણીઓનાં મગજમાંથી ઉત્ક્રાન્ત પામેલા મનુષ્યના મગજમાં તે તે પ્રાણીઓનાં સંસ્કારના ખીજ નાના મોટા સ્વરૂપમાં રહે છે. ફીમેન અને વૉટસ નામના પ્રખ્યાત મગજ-સાસ્ત્ર વિષેના અભિપ્રાય પ્રમાણે મગજના થેલેમસ અને સેરેબ્રમ નામના એ મુખ્ય વિભાગ છે. થેલેમસ વિભાગમાં વિચાર શક્તિ હોતી જ નથી પરંતુ મનુષ્ય જીવનના ખારીકમાં ખારીક લાગણીઓ-કામ, ક્રોધ, ધિક્કાર, ખીક, પ્રેમ, ભૂખ, લડાયકવૃત્તિ—આ અખરોટ જેવડા એ નાના પિંડોમાંથી ઉદ્ભવે છે. આપણે સાંભળીએ, જોઈએ, સુંઘીએ, ખાઈએ, કે સ્પર્શીએ તે સઘળી પ્રવૃત્તિ મગજના આ ભાગમાંથી પસાર થાય છે તે વિચાર કરી શકે નહીં પરંતુ વિચારને રંગિત કરી શકે છે. સેરેબ્રમ નામના મગજના વિશાળ ભાગમાં મનુષ્યની ખરી માનસિક શક્તિ અને પ્રવૃત્તિ ઉદ્ભવે છે. કવિતા કે સંગીત, તત્ત્વજ્ઞાન કે ધાર્મિક વિચાર, વૈજ્ઞાનિક કે ઔદ્યોગિક સર્જન, એ સર્વે મગજના આ વિભાગમાંથી જ પરિણમે છે. થેલેમસ આવેગપ્રધાન હોવાથી અને સેરેબ્રમ વિચારપ્રધાન હોવાથી અને જીવનમાં વિચારો અને આવેગો બંનેની જરૂરીઆત હોવાથી, બંનેનું સંયોજન અને સમન્વય આવશ્યક હોય છે. પરંતુ કેટલાએક રોગોમાં કે માનસિક સ્થિતિમાં થેલેમસ વિભાગ રોગિષ્ઠ થવાથી કે મ્હોટું સ્વરૂપ પામવાથી કે વિકૃત થવાથી સેરેબ્રમ વિભાગ ઉપર અણધરતો કાણુ મેળવે છે, તેથી માણસો ગાંડા અથવા આપઘાત કરવાને તત્પર થઈ જાય છે : આવા રોગીઓને માનસરોગશાસ્ત્રીઓ અને દવાશાસ્ત્રીઓ સુધારી શકતા નથી ત્યારે એક સાદા ઓપરેશનથી થેલેમસ (બિર્મિમગજ) અને સેરેબ્રમ (ચિત્કમગજ) ની વચ્ચેના જ્ઞાનતંતુઓને કાપીને જુદા કરવાથી ખધી રોગિષ્ઠ ચેજાઓ મટી જાય છે. થોડાએક દિવસ સુધી આ તૂટેલા જ્ઞાનતંતુઓ ફરીથી ખીજ જ્ઞાનતંતુઓ સાથે સંધાઈ ને

જઠ શકે ત્યાં સુધી માનસિક ક્રિયામાં થોડા વાંધા આવે છે પરંતુ પાછળથી મનુષ્ય રોગીજી વિક્રિયાઓ ભૂલી જાય છે અને વિચાર અને ઊર્મિનો સુમેળ સ્થાપી શકે છે.

મગજશસ્ત્રક્રિયાનાં પરિણામો જ્ઞેતાં માનસક્રિયા ભૌતિક છે—જેમ પાચનક્રિયા કે રક્તાભિસરણુ—લોહીની ગતિ—શરીર વ્યાપાર—શાસ્ત્રના નિયમને આધીન છે તેવા જ પ્રકારની ગણી શકાય. કેવળ લાગણીઓ, આવેશો, અને નૈસર્ગિક ખળો પર આધાર રાખનાર ક્રોધક્રાંતી પદ્ધતિ અને વિચારશ્રેણી આ શસ્ત્રક્રિયાના પરિણામોથી નકામી થઈ પડી છે. ખાળકાંતી પ્રેરણા અને આવેશો દબાવવાથી નુકસાન થાય છે એ ખીકથી સમ્યતા, શિષ્ટતા, સંયમ વગેરે ગુણો કેળવાઈ ન શકે; આત્મનિર્ણય અને સ્વતંત્ર ઊવનને નામે સ્વચ્છંદી વર્તનને પોષણ મળે; અને આરામ અને આનંદની શોધમાં સંયમ અને નિયંત્રણને ભૂલી જવાય તો સમાજની દુર્ગતિ જ થવાનો સંભવ હતો પરંતુ ઊર્મિમગજ અને વિચાર મગજનું સમતોલપણ જાળવી શકાય એમ છે, ઊર્મિનિયંત્રણમાં થતા માનસિક આઘાતોને માનસિક રીતે મટાડી ન શકાય તો શસ્ત્રક્રિયાથી પણ મટાડી શકાય છે, એ જ્ઞાન આપણને માનવ સંસ્કૃતિમાં સંયમ અને વિચારશક્તિનો વિજય થવાની અને મનુષ્યનું ભવિષ્ય કેવળ ઊર્મિપ્રધાન નહિ થાય એવી ખાત્રી મળે છે તેથી સંતોષ અને આનંદ થાય છે. હજી માનસ-વિદ્યાની પ્રગતિ મનુષ્યના ભવિષ્યની ઉજ્જવળ આશા આપે છે. જેમ એક માનસક્રિયાના અનેક પ્રકારોના અભ્યાસમાં unconscious, અચેતન, subconscious, ઉપચેતન, conscious, ચેતન, supraconscious ચેતનાતીત એમ ચાર પ્રકાર ગણી શકાય. તે દરેકમાં ઘણા સંશોધન પ્રવાહો વહે છે અને તેમનાં પરિણામો

છેવટે અધ્યામિક જ્ઞાન પણ વૈજ્ઞાનિક નિયમોને આધીન છે કે નહીં તે વિષે નિર્ણય કરવામાં મદદ કરશે. જેવી રીતે દ્રવ્યના વિષયમાં જડ અને શક્તિ-દ્રવ્ય અને વીજ-પ્રોટોન અને વીજબલુની, અને જીવવિદ્યામાં સજીવસૃષ્ટિના પ્રાથમિક તત્ત્વો પ્રોટોપ્લાઝમના સંપ્રેષણનો સમન્વય થાય છે તેવી જ રીતે માનસવિદ્યામાં પણ મગજ અને મન, અને મન અને આત્માનો સમન્વય સાધવામાં વિજ્ઞાનને સફળતા મળશે જ એમ ધારવું અયોગ્ય નથી. આ વિષયની ચર્ચાને માટે એક સ્વતંત્ર પુસ્તક જ લખવું પડે એમ છે.

વિજ્ઞાનના સ્વરૂપ વિષે પહેલાં ચાર પ્રકરણોથી અને વિજ્ઞાનના ઇતિહાસ વિષે સાત પ્રકરણોથી વિજ્ઞાનના ઉદ્દેશ અને ક્ષેત્ર વગેરેનો ખ્યાલ વાચકને આવ્યો હશે. આટલી તૈયારી પછી વિજ્ઞાનના કેટલા-એક વિશાળ પ્રશ્નોના વિવેચનને માટે આવશ્યક માનસિક સ્થિતિ અને સામગ્રી પ્રાપ્ત થઈ હશે: હવે પછીનાં પ્રકરણોમાં ચર્ચાથી વિજ્ઞાન અને રસવૃત્તિ એ વિષયના નિરૂપણને માટે આ સામગ્રી આવશ્યક છે

સાધારણ મનુષ્ય એમ જ સમજે છે કે વિજ્ઞાન એટલે જડ વસ્તુ-ઓનો અભ્યાસ. આ અભ્યાસથી મનુષ્યની રસવૃત્તિ અને સૌન્દર્ય ભાવના ક્ષીણ થઈ જાય છે, વિજ્ઞાનના વિકાસની સાથે કલાની ક્ષતિ અને વિનાશ થતો જાય છે, વૈજ્ઞાનિકો કલાના આદર્શ અને કલાની વૃત્તિઓ સમજી શકતા નથી અને તેથી મનુષ્યના જીવનમાં મળતા આનંદ, સંતોષ, અને સુખના માર્ગ ખૂંધ થઈ જાય છે. આ મત કેટલો ભૂલ-ભરેલો છે અને કલા અને વિજ્ઞાન એ ખરેખરના વાસ્તવિક સ્વરૂપનું કેટલું અજ્ઞાન દર્શાવે છે તે સમજાવવાનો અહીં પ્રયત્ન કરીશું.

સૌન્દર્યશાસ્ત્ર, વિજ્ઞાનની શાખા

પ્રથમ તો એ સ્પષ્ટ કરવું જોઈ એ કે વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર ફક્ત ભૌતિક કે રાસાયણિક ક્રિયાઓની તપાસમાં પૂરું થાય છે એ માન્યતા ઓટી છે. વિજ્ઞાન એટલે વ્યવસ્થિત જ્ઞાન અને જ્યાં જ્યાં વ્યવસ્થા અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ ઉપયોગી થઈ પડે ત્યાં ત્યાં વિજ્ઞાનનું ક્ષેત્ર પ્રસરતું જાય છે. વિજ્ઞાનના નકશામાં માનસશાસ્ત્રનું સ્થાન સુનિશ્ચિત છે અને માનસશાસ્ત્રની શાખાઓમાં સૌન્દર્ય-શાસ્ત્રનો સમાવેશ થાય છે. આ સૌન્દર્યશાસ્ત્રને શુદ્ધ વિજ્ઞાનની શાખા કહેવી કે વિનિયુક્ત વિજ્ઞાનની શાખા કહેવી એ

પ્રથમ જીવો છે, પરંતુ સૌન્દર્યતત્ત્વનો વિજ્ઞાનની પદ્ધતિએ અભ્યાસ થયો છે, થાય છે અને થવો જોઈએ. મનુષ્યની પધ્ધી શારીરિક, માનસિક અને આધ્યાત્મિક પ્રવૃત્તિઓ વિજ્ઞાનના અન્વેષણમાં આવી જાય છે, અને મનુષ્યની સૌન્દર્યપિપાસા અને સૌન્દર્યપ્રાપ્તિ એ બંનેના નિયમો સિદ્ધ થતા જાય છે. આ સર્વબ્યાપી વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિની અવગણના કર્યે કલાકારોને અથવા સૌન્દર્યલક્ષ્ણોને પાલવે તેમ નથી. વિશ્વનિયમોનું ઉદ્ભવન કરીને રસવૃત્તિ પ્રાપ્ત થઈ શકતી નથી અને આ વિશ્વનિયમો શોધવા એ જ વિજ્ઞાનનો અંતિમ ઉદ્દેશ છે. એ રીતે વિજ્ઞાન અને રસવૃત્તિનો સંબંધ ગાઢ છે; રસવૃત્તિને વિજ્ઞાનની જરૂર છે, તેમ જ વિજ્ઞાનને આ રસવૃત્તિની અવગણના કર્યે પાલવે તેમ નથી. સૌન્દર્ય અને સૌન્દર્યપ્રાપ્તિ એ મનુષ્યના હૃદયના તત્ત્વસ્પર્શી ભાવોનાં ફલ છે; એ ફલપ્રાપ્તિમાં વિજ્ઞાનના સાક્ષ્યની એક દિશા છે.

પ્રાકૃતિક સૌન્દર્ય અને કલા

સૌન્દર્યનાં મુખ્ય એ સ્વરૂપ ગણી શકાય: એક પ્રાકૃતિક સૌન્દર્ય અને બીજું મનુષ્યના પોતાના પ્રયત્નથી રચેલી સુંદરતા. કલાની પ્રકૃતિ અને પ્રાકૃતિક સૌન્દર્યનું ક્ષેત્ર વિજ્ઞાનથી સંકુચિત થયું નથી પરંતુ ઉલટું વિકસિત થયું છે તે આપણે પધ્ધીથી જોઈશું. કલા એટલે મનુષ્યે રચેલું સૌન્દર્ય; પછી તે વાણીમાં, રંગમાં કે રૂપમાં—સંગીત, ચિત્ર, કે શિલ્પમાં—હોય તો પણ તે વિજ્ઞાનની મદદ સિવાય સંપૂર્ણ રીતે વિકસી શકે નહિ, જો કે કલાના ઉદ્ભવમાં વિજ્ઞાન ફક્ત ભૌતિક સામગ્રીઓ આપે છે. સંગીતનો ઉદય થાય તે પહેલાં ધ્વનિશાસ્ત્ર (નાદનાસ્ત્ર)નો અભ્યાસ જોઈએ, કવિતાની સાથે પિંગલ અને અલંકારશાસ્ત્રનો અભ્યાસ જોઈએ. ચિત્ર અને સ્થાપત્ય કલાના ઉદય પહેલાં ભૌતિક સામગ્રીઓ પ્રાપ્ત કરવી જોઈએ, તે ઉપરાંત તે દરેક વિષયના સિદ્ધાન્ત રૂપ નિયમો

તારવવા જોઈ એ અને તે સિદ્ધાન્તોના સારરૂપી પ્રણાલિકા બંધાય પછી જ દરેક કલાનાં ઉત્તમ વિદ્વાનો યથા શકે છે. આવી સંસ્કાર-યુક્ત પ્રણાલિકાના ઉપાસકો અને સ્વતંત્ર કલાવિધાયકો વચ્ચે વિરોધ હમેશાં રહેવાનો; પરંતુ ન્યાં સુધી આ વિરોધ સાત્ત્વિક હોય ત્યાં સુધી ક્ષત્રપદ્દ હોય છે. કારણ કે તેનાથી યોગ્ય સંસ્કારોનું પોષણ થાય છે અને સંસ્કારોને નામે બાહેધ અયોગ્ય બાહ્યોપચારોનો ત્યાગ થાય છે. આ ક્રિયામાં દરેક કલાનું સાસ્ત્ર-તેના વૈજ્ઞાનિક નિયમો બંધાય છે અને એ રીતે વિજ્ઞાનનો અને કલાનો ઉપર દર્શાવેલો સંબંધ દૃઢ થાય છે.

વિજ્ઞાન અને કલા

વિજ્ઞાન પોતાના પ્રદેશમાં પણ રસવૃત્તિને પોષે છે, અને તે પણ કલાકારની દૃષ્ટિએ. કલા તે કલાને માટે જ અને વિજ્ઞાન તે વિજ્ઞાનને જ માટે, વિજ્ઞાનની બધી પ્રવૃત્તિ સત્યના શોધનને માટે. તેવી જ રીતે કલાની બધી પ્રવૃત્તિ ફક્ત સુંદરતાની પ્રાપ્તિ માટે-સૌન્દર્ય અને સત્ય એ એક જ પરમ તત્ત્વની બે વિભૂતિઓ- એ સ્વરૂપ છે: બંને શાશ્વત અને અમર છે: બંને વિભૂતિઓ અમુક પ્રકારના નિયમોને આધીન છે; બંનેના સ્વરૂપની પ્રાપ્તિમાં કલ્પના અગત્યની છે: બંનેની પદ્ધતિમાં કાંઈક ફેર છે તે આપણે છેવટે જોઈશું. પરંતુ સૌન્દર્યપ્રાપ્તિ અને સત્યપ્રાપ્તિ એ બે વચ્ચે વિરોધ હોવો ન જોઈ એ એ સ્વીકારવું જોઈ એ. વિજ્ઞાનના અભ્યાસથી કલા અને કલાની કૃતિઓ સમજવામાં ઉણપ આવે એ વિચાર જ ખોટો છે. "A thing of beauty is a joy for ever." એ અમર શબ્દોમાં સૌન્દર્યની અમરતા સ્થાપી જનાર અમર મહાકવિ કીટ્સ વૈદ્યક શીખેલો હતો; અને જો વૈદ્યક જેવા વૈજ્ઞાનિક વિષયથી કવિઓની કલાશક્તિઓની ક્ષતિ થઈ શકતી હોત તો એ અમર પદ્ધતિ લખાત જ નહિ. મહાકવિ ગેટેનું કવિત્વ વનસ્પતિવિદ્યા, રસાયનવિદ્યા, અને અસ્થિવિદ્યા જેવા

वैज्ञानिक विषयोना अभ्यासथी जराये क्षीण थयुं नहोतुं अने ते
 छतां तेनुं वैज्ञानिक कार्य उत्तम प्रतिभावागुं हतुं. ज्ञाना
 पांडडामांथी ज इक्षती पांअडीओ अने इक्षना भीज्ज अवयवोनी
 उत्क्रान्ति थाय छे जे सादुं तथ्य सिद्ध करीने तेणु उत्क्रा-
 न्तिवाहनी स्थापनानां मूण रोप्यां हतां. जेठेजे कवितानी
 जेक पणु लीटी लभी न होत, तो पणु आ अने भीज्ज
 वैज्ञानिक शोधने माटे तेनुं नाम जगतता कतिहासमां अमर रहैत.
 मेलेरीआ संअंधी उत्तम अन्वेपणु करीने कीर्ति संपादन करनार
 सर रोनाल्ड रोस, जेक उत्तम प्रकारना डाक्टर हता, गणितशास्त्रमां
 पणु प्रवीणु होवा छतां उत्तम प्रकारनी कविता लपता.
 सन १९२५ मां तेमने अंग्रेज कविओनी समाजना प्रमुख नीम-
 वामां आव्या हता ते उपरथी तेमनी कवित्वशक्तिनो कार्छिक प्यास
 आवशे. विज्ञाननुं ध्येय ओटलुं उच्य छे अने विज्ञाननी :कार्यनी
 पद्धति ओटवी उत्तम छे जे उत्तम कलाकारना करतां वैज्ञानिकनी
 आध्यात्मिक शक्ति कार्छरीते जितरती गणु शक्य नहि हिंही
 कलाना जेक प्रतिभाशाली उपासक अने टीकाकार डॉ. आनन्दकुमार
 स्वामीना शब्दो मननीय छे:—Beauty does not arise
 directly either from the subject of a work of
 art or from the technical accomplishment of
 the artist, but only from the necessity that
 has been felt to deal with a certain theme.
 Comparison of a modern school of Art with
 a modern school of Engineering will reveal
 the surprising fact that the training and
 environment of the engineer are more spiritual
 than those of the artist. The Engineer has
 real and urgent problems to solve, and he is
 constantly made aware of the mathematical

and mystic basis of his craft, it is not for him to forget that the fall of a leaf affects the most distant stars. The Engineer and the Scientist, notwithstanding that Industrialism misuses their ingenuity, are the typical artists of the present day, and the most fortunate craftsmen. ભાવાર્થ:—સૌન્દર્યની ઉત્પત્તિ કલાના વિષયમાંથી અથવા કલાકારની પ્રવીણતામાં નથી પરંતુ કાર્યની આવશ્યકતામાં જ છે. અર્વાચીન કલાશાળાને અર્વાચીન યંત્રશાળા સાથે સરખાવો તો સ્પષ્ટ થશે કે કલાકાર કરતાં ઈજનેરનાં શિક્ષણ અને પરિસ્થિતિ વધારે આધ્યાત્મિક હોય છે, ઈજનેરને ઉકેલવાના પ્રશ્નો વધારે અગત્યના અને વાસ્તવિક હોય છે, અને તેને કલાનાં શાસ્ત્રીય અને આધ્યાત્મિક તત્ત્વોનું ઠરેક પળે જ્ઞાન કરાવે છે. ઈજનેરો અને વૈજ્ઞાનિકો આ યુગના આદર્શ અને ભાગ્યશાળી કલાવિધાયકો છે.

વિજ્ઞાન અને માનસિક ઉર્મિઓ

મનુષ્યની કલાભાવના અને તેથી વિશાળ તેની રસવૃત્તિ એ બેનાં પોષાક તત્ત્વો એ જાતનાં હોઈ શકે; એક તો માનવજીવનની અંતરની ઉર્મિઓ, હૃદયની વૃત્તિઓ, માનસિક વ્યથાઓ, આનંદ અને શોકના પ્રસંગો વગેરે માનસિક અનુભવથી પ્રાપ્ત થતાં તત્ત્વો; બીજું કુદરત-પ્રકૃતિ-ના અનુભવથી, સૃષ્ટિસૌન્દર્યના સેવનથી મનુષ્યને પ્રાપ્ત થતાં રસતત્ત્વો. આ બે જાતના અનુભવો પરસ્પર ઉપકારક છે. મનુષ્યજીવન અને પ્રકૃતિસેવન એ બંનેથી સૌન્દર્યની ભાવના પોષાય છે. પ્રકૃતિસેવન અને વિજ્ઞાન વિષે જરા પછી ચર્ચા કરીશું, પરંતુ માનસિક વ્યથાઓ અને વિજ્ઞાનના સંબંધ વિષે એટલું સ્પષ્ટ કરવું આવશ્યક છે કે વિજ્ઞાનના વિકાસ અને પ્રગતિને લીધે આ માનસિક વ્યથાઓ અને આનંદોમાંથી પોષાતી રસવૃત્તિમાં ક્ષતિ થતી નથી. વિજ્ઞાને

મનુષ્યને ભૌતિક આરામ અને મજાનાં સાધનો આપ્યાં છે; આગ-ગાડી, મોટરકાર, તારના સંદેશા, વગેરે પ્રવૃત્તિથી જીવનસંગ્રામમાં આરામનાં સ્થાન વધતાં જાય છે; પરંતુ તેની સાથે દુઃખવૃત્તિ, તીવ્ર થતી જાય છે, સહનશક્તિ ઘટતી જાય છે, માનસિક ખજા ઘટતું જાય છે; જેટલાં આનંદ ભોગવવાનાં શક્તિ અને પ્રસંગો વધતા જાય છે, તેટલા જ દુઃખ ભોગવવાના પ્રસંગો વધતા જાય છે. માનસિક વિકાસની સાથે હૃદયનાં તંત્રો વધારે ક્રામજ થતાં જાય છે. શરીરની શક્તિ ક્ષીણ થતી જાય છે. એક ગુજરાતી રસિક વિદ્વાને લખ્યું છે કે, આગગાડી અને તારના આ જમાનામા વિરહ શું છે તે સમજી શકાય નહિ અને શૃંગારિક કવિતા-કલાને હાનિ થઈ છે; પરંતુ એ ઉદ્ધિતમાં વધતી જતી માનસિક નિર્ખંજતા અને નવી પરિસ્થિતિનું સંપૂર્ણ વર્ણન નથી. મેઘદૂત જેવો દૂત એક જ વાર સંદેશો લઈ જાય, પરંતુ હાલમાં તો ટપાલ, તાર અને ટેલીફોન મીનીટે મીનીટે સંદેશો લઈ જવાને તત્પર છે અને તેથી વિયોગી-ઓની રસિક વૃત્તિના પોષણનાં સાધન વધ્યાં છે..... વિજ્ઞાનની ખાલકૃતિઓ મનુષ્યની અંતરની ઊર્મિઓને દબાવી દે છે, એમ કહી શકાય નહિ; ઉલટું તે ઊર્મિઓને પ્રકટ કરવાનાં અનેક સાધનો આપીને તે ઊર્મિઓ અને તેમની અનુષંગી રસવૃત્તિનું પોષણ કરે છે.

સૃષ્ટિસૌન્દર્ય અને વિજ્ઞાન

મનુષ્યને નૈસર્ગિક સૌન્દર્યની કલાકૃતિઓ પ્રકૃતિસેવનથી પ્રાપ્ત થાય છે; આ પ્રકૃતિની ભક્તિથી જ કાલિદાસ અને ભવભૂતિ, વર્ડ્ઝવર્થ અને શેલીના જેવા સમર્થ કવિઓ સૃષ્ટિસૌન્દર્યનું સન્દર્શવિધાન કરી શક્યા છે. પ્રકૃતિસેવનથી આપણા પ્રાચીન પૂર્વજોને ઉત્પન્ન થતી ઊર્મિઓ અને સૌન્દર્યભાવનાઓના કરતાં વિજ્ઞાનના અન્વેષણના આ યુગમાં ઓછી તીવ્ર ભાવનાઓ ઉત્પન્ન થતી નથી. ઉલટું કેટલીએક રીતે તો વિજ્ઞાને આ સૌન્દર્ય અનુભવવાનાં સાધનોમાં વિવેકજીવિ વૃદ્ધિ કરી આપી છે. જે કે કેટલાંએક સ્થળે વ્યાપારી

સુદ્ધિથી સૃષ્ટિસૌન્દર્યનાં કેટલાંએક સ્થાનોનું સૌન્દર્ય નષ્ટ થયું છે; પણ તેની સાથે એ સૌન્દર્યસ્થાનોને જોવાને માટે સમવડ કરી આપ્યાથી એકંદર રસવૃત્તિનું પોપણુ જ થાય છે. ન્યાયગરાના ધોધમાં વિજ્ઞાનીનું કારખાનું થવાથી તેના સૌન્દર્યમાં રહેજ ક્ષતિ થાય, પણ તે સ્થાન વધારે મનુષ્યો, વધારે વાર, વધારે આરામ અને વધારે સંતોષથી જોઈ શકે એવી વસ્તુસ્થિતિ પ્રાપ્ત કરાવનાર વિજ્ઞાનને આ માટે દોષ દેવો ? કાશ્મીરનાં દૃશ્યો પગપાળા ચાલીને જોઈ શકાય, પરંતુ મોટરમાં તે કામ થઈ શકતું હોય તો તેથી શું રસવૃત્તિનું પોપણુ વધારે પ્રમાણમાં થતું નથી ? ગેરસોંપાના ધોધ જેવા પૃથ્વી ઉપરના જિંદગીમાં જિંદગી ધોધનું દર્શન સુલભ કરાવનાર રેલ્વે કે મોટરને દોષ દેવો એમાં અન્યાય જ થાય. દૂરદર્શક, સૂક્ષ્મદર્શક, અને રંગપટદર્શક વગેરે યંત્રોથી પણ પ્રકૃતિપરિચયનાં સાધનોમાં વૃદ્ધિ કરનાર વિજ્ઞાનને તો સર્વથા માન જ ધરે.

વિજ્ઞાન અને કવિતા

તે ઉપરાંત વિજ્ઞાનની સાધારણ હકીકતોમાં જ રસમયતા છે. વિજ્ઞાનની શુષ્ક દેખાતી હકીકતોમાંથી નૈસર્ગિક સૌન્દર્ય અને રસિકતા ઉભરાય છે. મનુષ્યની રસવૃત્તિનું પોપણુ થાય અને મનુષ્ય જીવન વધારે રસિક અને, એવી સામગ્રી વિજ્ઞાનની દરેક આખાઓમાંથી મળી આવશે. આ વૈજ્ઞાનિક રસભંડાર સર્વને માટે ખુલ્લો છે. તેનો લાભ લેનાર ચિત્રકાર કે શિલ્પકાર હજી સુધી ગુજરાતમાં દેખાયા નથી, પરંતુ કવિતાના પ્રદેશમાં આ રસભંડાર ખર્ચાય છે. મનુષ્ય એ પ્રકૃતિનું પાણ છે અને કવિનું એક કર્તવ્ય આ પ્રાકૃતિક રસિકતા અને સુન્દરતાનું દર્શન કરાવવાનું છે. સત્ય અને સૌન્દર્યના અભેદનો પ્રત્યક્ષ અનુભવ, પ્રકૃતિ અને વિજ્ઞાનથી પરિચિત એવા “અંદા” નામના ગ્રંથમાં ડા. નરસિંહરાવ કરાવે છે :

Beauty is Truth, Truth, Beauty, that is all ye know on Earth, and all you need to know.--Keats.

કન્મકા હું કુળવતી, મુજ માત મોટી મેદિની,
 તેજસ્વી સૂર્ય પિતાજી મહારા, એમનાથી રહું બહીતી;
 માત મહારી પૂજ્ય તેની પ્રદક્ષિણા કરું ઉંરથી,
 મુજ તાત તે પણ પૂજ્ય તેવા, વંદના કરું દૂરથી.

આ કાવ્ય કેવળ કવિતાની રસવૃત્તિથી યોગ્યથેલું નથી. પણુ

તેમાં વિજ્ઞાનની ખરી હકીકતોનો સમાવેશ થાય છે, અને ખગોળ-
 શાસ્ત્રના શિક્ષણમાં ઉપયોગી થાય તેવું છે. ચંદ્ર એ પૃથ્વીની પુત્રી
 છે; એમ ધારવામાં આવે છે કે પૃથ્વીના પ્રાચીન સમયમાં તે પ્રવાહી
 રૂપમાંથી સંપૂર્ણ ધનરૂપમાં આવતા પહેલાં તેનો એક ભાગ છૂટો
 પડીને તેમાંથી હાલનો ચંદ્ર થયો છે; અને તે ખાડાવાળા ભાગમાં
 હાલનો પાસીરીક મહાસાગર છે; ચંદ્ર પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરે છે અને
 સૂર્યથી બહુ જ દૂર રહે છે એ પણુ વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિએ ખરું જ છે.

મેઘધનુષ્ય એ સૃષ્ટિની એક સુંદર અને અપ્રતિમ ઘટના છે.
 એ ઘટનાનું રસિક વર્ણન કરાવનાર અને તેમાં પણુ સ્નેહના આવી-
 ભાવનું દર્શન કરાવનાર સ્વ. ગોવર્ધનરામભાઈની નીચેની પદ્ધિઓમાં
 પણુ વિજ્ઞાન અને રસવૃત્તિનું ઉત્તમ સંયોજન છે. સૂર્યના કિરણોના
 વક્રીભવનથી આ મેઘધનુષ્ય ઉત્પન્ન થાય છે એ ન્યૂટનની શોધથી
 મેઘધનુષ્યમાં રહેલાં આશ્ચર્ય અને આનંદની રસવૃત્તિનો નાશ થયે
 છે એમ કહેનાર કીટ્સે ભૂલ કરી છે એમ આ પદ્ધિઓ વાંચીને
 કહેવું પડે છે :—

સ્નેહ વિષ્ણુકૃપ કૃષ્ણ મુકુટ શિખી કલાપ કેરી
 કમાન સુંદર ! આછી આછી દિવસ દીપ સમ
 પ્રથમ ભારતી ! વધ્યો પ્રકાશ ! વધ્યા વળી રંગ
 વિલાસી બધ્યા રતિમૂલ કરાંકુર સૂર્ય તણુ
 જલદોદરમાં પ્રસરી નવરૂપ ગ્રહે અતિ સુંદર
 નામ કહે જન “ અમ્બુદયાપ ” મને પણુ લાગતી

સ્નેહકમાન વીંટી સહિ ભૂમિ અને તલને
લઈ લેતી સ્વગોળ વિશે જ્યિની.....
નીલ, લાલ, પીળો, વળી ચાર ખીન્ન, રમી એક ખીન્ન
તણી સાથે રહ્યા; કરચથ ઉપર રવિ જેસી કરે
મુખ સપ્ત ધરે હય તેજ! તું તે; મન જો! મન જો!

સ્નેહમુદ્રા

વાદળીઓ ને તેમની અનન્તવિધ ક્રિયાઓ અને ચમત્કારોનું
વર્ણન નીચેની પંક્તિઓમાં છે, તેમાં પાતળી વાદળીમાંથી જલ-
ખિન્દુઓ કેવી રીતે થાય છે અને તેમાંથી કેવા સુંદર આકારો રચાય
છે એ સાદી વૈજ્ઞાનિક હકીકત રસિક શબ્દોમાં કવિએ વર્ણવી છે:
જલો અવનિનાં સજ્જ અનિત્ર પાંખ નિર્મલ ખની,
તરન્ત ખગમાલ સંમ કરતાં જ આકાશમાં;
સુવે ઢંગતી ઝાડના ઘુમટ કેરી શયા વિશે,
રચે ઝુલતી લગ્નચન્થિ કર સાહી તર્યુગમના,
ભરે કુસુમ કાશમાં સ્ફટિક, મોતી વેરે ફલે,
શકુન્તકવગી ખચે ચગકચુન્દ હીરામય;
વિદગ્ધ તરુ ઢાંકી લે ક્ષણ, કરે કપિય શાભતા,
શિક્ષા પણ પરિપ્વજે, કહિને ચિત્ત કામલ સરે.

ભણકાર

આવાં ખીન્ન અનેક અવતરણો ખતાવીને સિદ્ધ કરી શકાય
કે પ્રાકૃતિક સૌન્દર્ય—કુદરતની સુંદરતા-પ્રાચીન સમયની પેઠે હાલમાં
પણ-વિજ્ઞાનથી વિશિષ્ટ અને સ્પષ્ટ થયા હતાં—કવિની કલોને
પોષે છે. વળી કેવળ કવિનામધારી મનુષ્યો જ સૌન્દર્યમધુનું
પાન કરી કરાવી શકે છે એમ નથી; મનુષ્યની રસવૃત્તિનાં પોષક
તરવો વિજ્ઞાનની સાધારણ હકીકતોમાંથી મળી શકે છે. સરસતાના
ક્ષેત્રમાં વૈજ્ઞાનિક સત્યને સ્થાન નથી એ મત ચિત્રની એક જ ખાણુ

જીએ છે. કેવળ અપૂર્વાતાના શોખીન રસલકતોએ “કલ્પના કરતાં સત્ય વધારે અદ્ભુત હોય છે,” truth is stranger than fiction એ યાદ રાખવું જોઈએ અને સત્યમાંથી પણ સરસતા અને સૌન્દર્યનાં તત્ત્વો સંગ્રહવાં જોઈએ.

વૈજ્ઞાનિક હકીકતોની રસમયતા

વિજ્ઞાનનું ધ્યેય સૃષ્ટિક્રમ-સૃષ્ટિક્રિયા સમજવાનું છે. આ ધ્યેયની પ્રાપ્તિને માટે વિજ્ઞાન સૃષ્ટિક્રિયામાં સર્વત્ર વ્યવસ્થા અને નિયમિતતા જીએ છે અને શોધે છે. આ વ્યવસ્થા અને નિયમિતતાની સાથે સુઘટિતતા Symmetry અને સંવાદ Harmony પ્રાપ્ત થાય છે. આ ચારે તત્ત્વો સૌન્દર્યનાં અને રસવૃત્તિનાં પોષક છે. તે ઉપરાંત સૃષ્ટિક્રિયાના ખાલ વર્ણનમાં જ એટલી બધી રસમયતા છે, કે તે દરેક હકીકતને કાવ્યનું રૂપ આપી શકાય; સૃષ્ટિની વિશાળતા અને વિશ્વનું વિરાટ સ્વરૂપ આપણને અદ્ભુત આશ્ચર્ય અને ભય વગેરે રસોનું દર્શન કરાવે છે. ઊંચા પર્વતોની ટોચ ઉપરથી દેખાતાં દર્યો, ઘીચ ઝાડીઓ, પાણીનાં શાંત ઝરણાં, એક બાજુએ દૂર દેખાતી હિમરેખા, અને બીજી બાજુએ દેખાતો વિશાળ દષ્ટિસીમાનો વિસ્તાર; અથવા તેા અંધારી રાત્રિની ગાઠ શાન્તિમાં તારાનો પ્રકાશ, અને આકાશ અને અવકાશની અનંતતા અને શાન્તિ; સમુદ્રની મધ્યમાં તોફાન અને વાવાઝોડાની વિધ્વંસમય પ્રવૃત્તિના અનુભવો અને તેને જીતવાને મનુષ્યના પ્રયત્નો; વાયુ અને જલની ગતિ અને તેમાં રહેલું બળ, સમુદ્રની ભરતીઓટની નિયામક શક્તિ; પાણીનાં ટીપાં અને સ્ફટિકના બંધારણમાં રહેલાં નિયામક બળ, વનસ્પતિ અને વૃક્ષને સુંદર ફુલ ફળનાં રંગીત કપડાં પહેરાવનારું બળ, પૃથ્વીને અને બીજાં ગ્રહોને એક સાથે ગૂંથી રાખનાર બળ, અને આખા સૂર્યમંડળને એક દૂરના તારાની સમીપ ધસડી જતું બળ, ખનિજ રેડીઅમના પથ્થરો અને પરમાણુઓમાં રહેલું અથાગ બળ—એ સર્વ અદ્ભુત હકીકતો રસવૃત્તિને પોષે છે. સૃષ્ટિની નિયમિતતામાં પણ સૌન્દર્યનાં તત્ત્વો છે; સૂર્ય,

અંદ્ર અને ગ્રહોની નિયમિત ગતિ, ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ, રસાયનિક ક્રિયાઓના નિયમો, અને જડ અને શક્તિના સંરક્ષણના નિયમો, સૃષ્ટિની સતત અને ગભરાવનારી ગતિમાં આપણને સ્થિરતા, શાન્તિ, સંતોષ અને આનંદ આપે છે. જીવવિદ્યાના અભ્યાસથી પણ જીવનશક્તિની મહત્તા, વિપુલતા, અને સર્જકતાનું ભાન થવાના વૈજ્ઞાનિકોને ઘણા પ્રસંગો આવે છે. મનુષ્યકૃત કાર્ષ્ણ્ય પણ રાજ્યપ્રધારણના કરતાં ઉધઈ, કીડી કે મધમાખીનું દૈનિક જીવન વધારે નિયમિત અને રસમય છે; અને પ્લારીક ટાંકણીના માથા કરતાં નહાની જગ્યામાં કીડીના મગજની રચના અને ક્રિયાના કરતાં સૃષ્ટિમાં વધારે અદ્ભુત વસ્તુ ભાગ્યે જ મળી આવશે; મનુષ્યે પનાવેલાં યંત્રો કરતાં તેના શરીરમાં રહેલા નહાનામાં નહાના સાંધાની રચનામાં વધારે અદ્ભુતતા અને સંપૂર્ણતા રહેલી છે. વિજળીના દીવા કરતાં પણ ઓછા વ્યયથી આગીઓ કાઠો અને આગીઓ માંખ પ્રકાશ આપી શકે છે; મનુષ્યે પનાવેલી આગખોટો કરતાં પણ વધારે સરળતા અને ગતિથી માછલીઓનાં ગતિયંત્રો કામ કરે છે; એરોપ્લેન કરતાં સાધારણ પક્ષીઓ વધારે રહેલાઈથી પોતાની મરજી પ્રમાણે આકાશમાં વિહરી શકે છે; મ્હોટી હોવીટ્કર તોપો અને પરમાણુ બોમ્બ કરતાં પણ વધી જાય એટલી વિનાશશક્તિ એક ચપટીમાં સમાય એટલા જંતુઓમાં હોય છે.

વિશ્વની અનંતતા

સૃષ્ટિની અદ્ભુતતા, વિશાળતા, વિવિધતા, અપરિમિત ખજા, સતત ગતિ, નિયમિતતા, વ્યવસ્થા એ સર્વ શુષ્ક દેખાતાં વૈજ્ઞાનિક લક્ષણોમાં રસિકતા અને અને રસવૃત્તિનાં પોષક તરવો છે અને તે સકલ રસભંડાર કલાકારોના ઉપયોગ માટે ખુલ્લો છે. પરંતુ તે સર્વથી વધે તેવું વિશ્વનું અનંત રૂપ છે. “જ્યાં ન પહોંચે રવિ ત્યાં પહોંચે કવિ” એ સાધારણ કહેવત આ અનંતતાના વર્ણનમાં ખોટી પડે છે. દૂરદર્શક અને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રોની શોધથી અનંતતાના દૃશ્ય-સીમાન્તો ખને છેડેથી વધુ અને વધુ દૂર થતા જાય છે. ખગોલમાં

સૂર્ય, ગ્રહો અને તારાની ગતિ, તેમનાં પરિણામો, અને તેમની વચ્ચેનાં અંતરો સાધારણ મનુષ્યની કલ્પનાની બહાર છે. “ સૂર્યને એક રેતીના કણ જેટલો કલ્પો, તો પૃથ્વી તેનાથી એક ઈંચ દૂર મૂકવી પડશે. અને તેનું કદ ઘણું જ નાનું હોવાથી તે અદૃશ્ય બિંદુ જ રહેશે. એનાથી નજીકનો તારો બીજા રેતીના કણ જેવો દેખાશે, પણ તેને ચાર માઇલ દૂર મૂકવો પડશે...આપણે સૂર્ય અત્યારના પ્રચંડ વેગથી પોતાની નજીકના બીજા તારાને પહોંચવાની ઇચ્છા કરે, તો તેને ત્યાં જતાં સીતેર હજાર વર્ષ લાગે. પ્રકાશ-તેજ-સેકંડના ૧,૮૬૦૦૦ માઇલ જેટલી ગતિથી ચાલે તો પણ નજીકના તારાથી પૃથ્વી ઉપર આવતાં તેને ૨૫ વર્ષ લાગે છે! સૌથી નજીકનો તારો પૃથ્વીથી ૧,૮૬,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦૦:માઇલ છેટે છે!” એક ગ્રામ હાઇડ્રોજનમાં તેનાં ધારીક પરમાણુની સંખ્યા એટલી બધી હોય છે કે તે દર્શાવવાને ૬૬૦ ની સંખ્યા ઉપર એટલીસ મીઠાં લખવાં પડે! અપૂર્વાતાના પૂજકને આ સામગ્રી કરતાં વધારે રસિક અને અદ્ભુત સામગ્રી કઈ કલ્પના-સૃષ્ટિમાંથી મળી શકશે ?

વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ અને રસવૃત્તિ

વિજ્ઞાનના સેવનથી, પ્રકૃતિના સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણ અને અન્વેષણથી મનુષ્યની રસવૃત્તિ ક્ષીણ થતી નથી અને તેથી જીવનરસનો લ્હાવો લેવાની શક્તિ ઘટતી નથી એ આપણે ઉપર જોયું. વિજ્ઞાનથી રસભાવના પોષાય છે અને વિજ્ઞાનના વિકાસની સાથે રસભંડારની સામગ્રી પણ વધતી જાય છે, અને પ્રકૃતિના સૂક્ષ્મ નિરીક્ષણ અને અન્વેષણથી આ રસવૃત્તિ સંઘટિત થાય છે એ પણ આપણે જોયું. તે છતાં સ્પષ્ટ કરવું પડશે કે વિજ્ઞાનની ભાવના અને કલારસની ભાવના અથવા તો વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ અને રસવૃત્તિમાં કણો ભેદ છે. શિક્ષણ અને મનનથી વૈજ્ઞાનિકનું મન દરેક વસ્તુ તરફ શંકા અને સાવધાનતાથી જુએ છે; સત્ય અને ચોકસાઈ માટેનો આગ્રહ, અને સત્યપ્રાપ્તિમાં અંગત માનસિક દોષથી દૂર રહેવાના સતત પ્રયત્નો વગેરે કારણોથી માનસિક વૃત્તિ કેટલાક અંશે કલા અને રસભાવનાનાં બધા સ્વરૂપોને પોષી શકતી નથી. રસભાવનાનું મૂલ

કલ્પના છે અને તેનું ધ્યેય આનંદ છે; આનંદની શોધમાં કલ્પનાનો વિહાર અપ્રતિબદ્ધ રાખવાની વૃત્તિમાં વિજ્ઞાનની સાવધાનતા અને વાસ્તવિકતા અંતરાયરૂપ થઈ પડે છે. પરંતુ વિજ્ઞાનની શોધો રસવૃત્તિને પાષક નથી; સૃષ્ટિનું રહસ્ય સમજતાં આશ્ચર્ય અને અદ્ભુતતાના અંશો નાશુદ્ધ થવાને ખદ્દલે વધારે ઊંડા અને ગહન થતા બને છે. એક પ્રસિદ્ધ વૈજ્ઞાનિક લેખકના શબ્દોમાં કહીએ તો Science never destroys wonder but only shifts it, higher and deeper; સાધારણ દૃષ્ટિએ જોઈએ તેના કરતાં વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિએ જોવાથી આપણને કાંઈક વધારે સૂક્ષ્મ, વધારે ઉચ્ચ અને વધારે ઊંડું રહસ્ય પ્રાપ્ત થાય છે. સત્ય અને સુન્દરતા એ એ એક જ પરમ તત્ત્વનાં શુદ્ધ લક્ષણો છે, તેમાં ભેદનો આભાસ હોવા છતાં વિરોધ નથી.

વૈજ્ઞાનિકો રસવૃત્તિવિહીન હોય છે એમ ધારવાને કારણ નથી. મેલેરિઆનો રોગ કઈ ગતના મચ્છરથી ફેલાયેલી રીતે થાય છે તેની શોધ કલકત્તામાં સર રોનાલ્ડ રોસના હાથે ૧૮૯૮માં થઈ હતી: તે પ્રસંગે તેણે વૈજ્ઞાનિકના મનમાં ઉદ્ભવતી: સંતોષ, આનંદ, અને ગર્વની લાગણીઓ દર્શાવતી કવિતા લખી છે. રોસ એક પ્રતિભાશાલી અને અનેકદેશી વિદ્વાનો ઉપાસક હતો તેણે ૧૯૨૫ માં અંગ્રેજી કવિઓની પરિષદનું પ્રમુખસ્થાન શોભાવ્યું હતું. તેની કવિતામાં વૈજ્ઞાનિકના વિજયની સાથે પ્રભુનું ચિંતન અને સમાજસેવાના આદર્શો સારી રીતે વ્યક્ત થયા છે.

This day relenting God
Hath placed within my hand
A wondrous thing; and God
Be praised. At His command
Seeking His secret deeds,
With tears and toiling breath.

I find thy cunning seeds
O millior.-murdering Death.

I Know this little thing
A myriad men will save.
O Death, where is thy sting?
Thy Victory, O Grave.

આને કૃપાળુ પ્રભુએ મારા હાથમાં એક અદ્ભુત વસ્તુ મૂકી છે. તેને માટે હું વંદુ છું. પ્રભુની આજ્ઞાથી તેમની ગહન કૃતિઓનું શોધન કરતાં કરતાં શ્રમિત હૃદય અને અશુદ્રવિત ચક્ષુઓથી હું, લાખો માનવીના નાશ કરનાર યમદેવના ખીજાંકુરોને શોધી શકયો છું. આ જ્ઞાનલવથી પણ હજારો માનવીઓને ખયાની શકાશે એવી મારી ખાત્રી છે. મૃત્યુ તારો ડંખ ક્યાં છે અને યમદેવ તારો વિજય ક્યાં છે ?..... “મૃત્યુ મરી ગયું રે લોલ !”

વૈજ્ઞાનિક હકીકતોમાંથી રસવૃત્તિનું સેવન થઇ શકે છે એ શ્રી. કાલેલકરે પોતાના લેખોમાં અનેકવાર સિદ્ધ કરી પતાવ્યું છે. કથં ન જ્ઞેયં અસ્મામિઃ એ સુંદર અને સમર્થ લેખમાં “મારી અંદરનો ભૌતિકશાસ્ત્રી” અને તેની અદમ્ય જિજ્ઞાસાનું આનંદમય વર્ણન છે. એ પ્રકૃતિપૂજક કવિ ગદ્યમાં સુંદર કવિતા લખે છે. ખગોલવિદ્યાના અભ્યાસ અને મનનથી એ વિષયને તેમણે કેટલો આકર્ષક પતાવ્યો છે ! એમના “જીવનના આનંદ”માં ‘અનંતનો વિસ્તાર’ એ ૭૦ પાનાં ખગોલવિદ્યાના પ્રત્યક્ષ અનુભવથી તરબોળ છે અને તેમનું એક વાક્ય તો તેમનો અસીમ વિજ્ઞાનપ્રેમ દર્શાવે છે. “સપ્તર્ષિ, વીંછૂડો, હરણુ, કૃત્તિકા, ચિત્રા, સ્વાતિ, હાથિઓ, શ્રુવણુ વગેરે વેદકાળથી આપણને જગાડતા તારાઓની આકૃતિઓ અને એમનાં સ્થાન આપણે ઓળખી ન શકીએ ?” કાકા કાલેલકર એકલી પ્રાચીનતાના પૂજક નથી. તેમણે પોતાના ઉપમા ભંડારને

કાવ્યની કોઈ વાર ફટલાંગેક વાદળાંને “પ્લેટીનમ” સાથે સરખાવ્યાં છે. તેમાં પ્લેટીનમ જેવી અર્વાચીન ધાતુના રંગની ખરી કિંમત તેમણે વૈજ્ઞાનિક રીતે કરી છે. તેમના જેવા બીજા સમર્થ લેખકો પાસે આપણે વિજ્ઞાનની સામગ્રી સાહિત્ય અને કવિતામાં પ્રસરતી જેવાની આશા કેમ ન રાખીએ ?

ઉમાશંકર જેથીએ તેમની અદ્ભુત શૈલીમાં વિજ્ઞાનની કિંમત કરી છે, જ્ઞાનસિદ્ધિ (એક વૈજ્ઞાનિકનું આત્મકથન) એ સુંદર કાવ્યમાં વૈજ્ઞાનિકોની મનોવ્યથાનું વર્ણન છે.

એ સત્ય કાળે ન ધડીય જ'પતું.
જવાળામુખીના મુખમાં પ્રવેશતું.
હંદોળવાં ઉત્તર શૂંગ અદ્રિનાં
ને પેંગડામાં સ્થલ કાલને લઈ
બ્રહ્માંડ કરાં તળીઆં તપાસવાં.
તૂટો, તૂટો, સૌ ભ્રમભાળ તૂટો
બૂહ! તૂટો કીરત કોટ સર્વ.
તૂટો ભલે સૌ સ્થલકાલ ભીંતડાં,
કે ચિત્ત તૂટો મુજ વિશ્વ માપતું.
પરંતુ પાયા સતના તૂટો ના;
ને ભાવિ આશા લગીરે ખૂટો ના.

ઉમાશંકર જેથી ઉદ્ધાન્તિવાદ વિષે નીચેનો ઉલ્લેખ કરે છે :

વિકર્યો ક્રમ સૃષ્ટિનો, વિરતર્યો, પાંગર્યો, ભલો
છલકાયો ધરકરો ખોળલો ખાગુડાં વડે.
ઉદ્ભિજ્ઞેની વધી વેગે સુસંતતિ અંકુડિતા
જગી બીજી પ્રભાવંતી અંડજ્ઞેની જમાત ત્યાં
પ્રસરી પાંગરી એ ત્યાં જગી ઓજસ્વતી બીજી
યોનિજ્ઞે તણી સૃષ્ટિ, ને પૃથ્વી થૈ પ્રાણીઓવતી.

પદ્મા વૈજ્ઞાનિકોને લોકપ્રિય સાહિત્ય લખતાં આવડતું નથી, એ ઘટના કેવળ ગુજરાતમાં નહીં પણ પૃથ્વીભરના પદ્મા દેશોમાં જોવામાં આવે છે. એ પરિસ્થિતિ જોતાં સાહિત્યકોનો ધર્મ છે કે તેમણે સાહિત્યમાં વિજ્ઞાનને અધિકતર સ્થાન આપવું અને વિજ્ઞાનનાં તથ્યોને, વિજ્ઞાનની પદ્ધતિને અને વિજ્ઞાનના આશયોને લોકપ્રિય બનાવવામાં સદાય આપવી. મહાકવિ દાગોરના ઉપમા અને અલંકાર ભંડારમાં વિજ્ઞાનને મોટું સ્થાન મળેલું છે અને એમનું “વિશ્વપરિચય” પુસ્તક એ સાહિત્ય-સમ્રાટના નિઃસીમ વિજ્ઞાનપ્રેમનું પ્રતીક છે. શ્રીયુત કિશોરલાલ મશરૂવાળા ઉધછના જીવન સંબંધી સુદર પુસ્તક લખે અને તેની અનેક આવૃત્તિ થાય એ ગુજરાતી વાંચકની રસમય વૈજ્ઞાનિક સાહિત્ય માટેની ભૂખ બતાવે છે. માટે આદિશામાં વધારે પ્રયાસો થાય અને સિદ્ધ-હસ્ત લેખકો પોતાના વિષયો અને નવલકથાઓ, ટૂંકી વાર્તાઓ માટે, જુલો વર્ન કે એચ. જી. વેલ્સ કે આલ્ડસ હુક્સ્લી જેવા સમર્થ લેખકોની માફક, વિજ્ઞાનનાં સત્યોનો આધાર લઈને દેશ અને સમાજસેવાની દૃષ્ટિએ વિજ્ઞાનમય સાહિત્યનું નવું ક્ષેત્ર ખીલવે એવી આશા વ્યર્થ ન ગણાય.



અકરણ
૧૪ મું.

ગુજરાત અને વિજ્ઞાન

વૈજ્ઞાનિક વિચાર અને પદ્ધતિ અને વિજ્ઞાનના ઇતિહાસ સંબંધી આટલું લખ્યા પછી ગુજરાતને વિજ્ઞાનની જરૂર છે કે નહિ તે સંબંધી કાંઈ વિવેચન કરવાનું રહેવું ન જોઈ એ. ગુજરાતમાં વૈજ્ઞાનિક સાહિત્ય અને સાધનોના અને તેમની વૃદ્ધિને માટે આવશ્યક ભૌતિક પરિસ્થિતિ અને માનસિક વૃત્તિનો અભાવ દેખાય છે. પરંતુ તેમની જિનતા અને તેથી થતી હાનિ ગુજરાતના નેતાઓની નજર બહાર નથી એવાં ચિન્હો પણ સ્પષ્ટ દેખાય છે. આ પુસ્તક પ્રથમ ૧૯૨૬માં લખાયું ત્યારે ગુજરાતને વિજ્ઞાનની જરૂર વિષે આપું પ્રકરણ લખવું પડેલું; તે વખતે ૧૯૧૪માં હિંદી વૈજ્ઞાનિક કોનગ્રેસની સ્થાપના અને ૧૯૨૧માં ગુજરાતી સાહિત્ય પરિષદમાં વિજ્ઞાન વિભાગની સ્થાપના અગત્યના ખનાવો ગણીને ગુજરાતના ઇતિહાસમાં આઈન્સ્ટાઇનના સાપેક્ષતાના સિદ્ધાન્તની સાથેની વર્ષાવલિમાં મૂકેલાં. તે પછીના વર્ષોમાં હિંદનો અને ગુજરાતનો ઇતિહાસ જલદીથી ધણો આગળ વધ્યો છે.

કોલેજોમાં પણ વિજ્ઞાનના વિષયોને માટે વિદ્યાર્થીઓની માગણી એટલી બધી વધી ગઈ છે કે નવી વૈજ્ઞાનિક કોલેજો અને જૂની કોલેજોના વિજ્ઞાન વિભાગો બંધાવવાને માટે હરિક્ષાઈ વધી પડી છે, અને કેટલાએક જૂના વિચારના અધ્યાપકોને શંકા પણ થાય છે કે વિજ્ઞાનના પૂરમાં હિંદની પ્રાચીન સંસ્કૃતિનું શિક્ષણ પાછળ તો નહિ પડી જાય. તે છતાં હજી પણ ગુજરાતના નવવિધાનમાં વિજ્ઞાન અને વૈજ્ઞાનિકા અને વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિને યોગ્ય સ્થાન મળે અને તેને માટે યોગ્ય તૈયારી થાય તે વિષે આગ્રહ રાખવાની જરૂર છે.

બ્રિટિશ સત્તાધીશોએ જૂન ૧૯૪૮માં રાજ્યસત્તા હિંદી પ્રજાને સોંપવાનો નિર્ણય કર્યો છે. તે અમલમાં મૂકવા માટે આપણી પાસે આવશ્યક તૈયારી છે? આપણી શારીરિક નિર્બળતા તપાસો, આર્થિક

સંપત્તિના ડગમગતા પાયા સંભાળો, આપણા દેશના ખેડૂતો દેશની પ્રગતિ માટે આવશ્યક ખોરાક ઉત્પન્ન કરી શકે છે કેમ કે તે તપાસો, આપણી પ્રગતિને કેટલો ભાગ હજી નિરક્ષર છે તે નીરખો, આપણા ઉદ્યોગો અને હુન્નરો કેટલા અંશે અન્ય દેશોની યંત્રકળા ઉપર આધાર રાખે છે તે જુઓ, આપણા સમાજજીવનમાં શિક્ષિ અને પ્રણાલિકાનું સામ્રાજ્ય કેટલું પ્રબળ છે તે વિચારો, આપણા ધાર્મિક જીવનમાં ઢોંગ, કલહ, અને અસત્ય કેટલું વહે છે. તે વિલોકો અને પછી કહો કે જગતની સ્વતંત્ર પ્રગતિઓમાં અગ્રસ્થાન લેવાને માટે આપણે હજી કેટલી તૈયારી કરવાની પાડી છે? ગુજરાતીઓ શેર-ખજારમાંથી, કાળાખજારમાંથી, વ્યાપારમાંથી ખજારની ચઢતી પડતીને કાલ લઇને ધન ઉપાર્જન કરી શકે છે, પરંતુ નવા ઉદ્યોગો ખીલવીને અથવા તો નવા સંશોધનથી નવું ધન પેદા કરવાની તેમની શક્તિ ઓછી છે. ગુજરાતે કાપડની મીસોનો ઉદ્યોગ સારો વિકસાવ્યો છે તે વાત ખરી છે પરંતુ વિદેશી કારખાનાઓની નકલ કરવા ઉપરાંત છેલ્લા સો વર્ષની કારકાદિમાં ગુજરાતના કાપડ ઉદ્યોગે નવા પેટન્ટો, નવી હીકમતો, નવી દ્રિયાઓ, નવી શોધો હજી સુધી યોગ્ય પ્રમાણમાં નોંધાવ્યાં નથી. તેનું મુખ્ય કારણ એક બાજુથી પ્રગતિ અજ્ઞાન અને બીજી બાજુથી રાજ્યની ખેદરકારી. સ્વરાજ્ય મળતાંની સાથે આ ખેદરકારી તો જરૂર દૂર થવાની પરંતુ પ્રગતિ અજ્ઞાન દૂર કરવામાં ઘણો સમય લાગશે. આ સમય ટૂંકા કરવામાં પ્રથમ કાર્ય તો વિજ્ઞાનના અભ્યાસથી અને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિથી દેશના પ્રશ્નોના ઉકેલ કરવાની સમાજને ટેવ પાડવાનું છે.

દરેક દેશની ઉન્નતિનાં સાધનોમાં ત્રણ મુખ્ય ગણાય. શરીરની સંપત્તિ માટે પુરતો ખોરાક, હવા, પાણી, અને નિરોગી વાતાવરણ, આર્થિક સંપત્તિ માટે વેપાર, ઉદ્યોગ અને કમાણીનાં સાધનો, અને માનસિક અને આધ્યાત્મિક ઉન્નતિને માટે યોગ્ય સમાજજીવનની વ્યવસ્થા. પ્રગતિ શારીરિક સંપત્તિ બળવવાને અને વધારવાને માટે યોગ્ય હવા ઉત્પન્ન

વાળાં મકાનો, રોગ અને ગંદકી દૂર રાખવાની વ્યવસ્થા. પ્રગ્નને માટે આવશ્યક અને પૂરતા ખોરાકની ઉત્પત્તિનાં સાધનો અને તેને અંગે કૃષિકલા અને ખેતીવાડીને ઉત્તેજન; વેપાર, ઉદ્યોગ અને વ્યવહારનાં સાધનો. માટેની તૈયારી : આ ત્રણે ક્ષેત્રોમાં યોગ્ય આયોજન સધાય અને દેશની સંસ્કૃતિ અને સમૃદ્ધિ સારા પાયા ઉપર રચાય તેને માટે શિક્ષણ, સાહિત્ય, કળા-એ સર્વેને યોગ્ય ઉત્તેજન મળવું જોઈએ. આ બધા પ્રદેશોમાં ઘણી આયોજના અને તૈયારી કરવાની છે તેમાં વિજ્ઞાનના હિસ્સા વિષે થોડાએક ઉલ્લેખ કરવો યોગ્ય લાગે છે.

શારીરિક સંપત્તિ અને આરોગ્યના પ્રદેશમાં ગુજરાતીઓની જરૂરી-આત સૌથી વધારે છે. ઇંગ્લંડમાં આજથી ત્રણસો વર્ષ પહેલાં જે વસ્તુ-સ્થિતિ હતી તેના કરતાં યે આપણે ખરાબ સ્થિતિમાં છીએ. ત્રણસો વર્ષ પહેલાં ઇંગ્લંડમાં સરેરાશ છઠ્ઠીનું આયુષ્ય ૩૦ વર્ષ જેટલું હતું. આજે હિન્દુસ્તાનમાં ભાગ્યે જ ૨૩ વર્ષનું સરેરાશ આયુષ્ય ગણાય. પણ હાલમાં ઇંગ્લંડનું સરેરાશ આયુષ્ય ૬૧ વર્ષનું ગણાય છે. અને ઓસ્ટ્રેલિયા અને ન્યુઝીલેન્ડમાં તો આયુષ્ય તેથી પણ વધારે લાંબું છે. ત્રણસો વર્ષ પહેલાં ઇંગ્લંડમાં જન્મ્યા પછી પહેલા વર્ષમાં ૩૦ ટકા બાળકો મરી જતાં હતાં. પણ અત્યારે તો ત્યાં ૬ ટકા જ અને ન્યુઝીલેન્ડમાં ૩ ટકા મરી જાય છે, પરંતુ અમદાવાદ અને ગુજરાતનાં બીજાં શહેરોમાં તે મરણપ્રમાણ ૬૨ ટકા છે. ગુજરાતની નિશાળો અને પાઠશાળાઓમાં ભણતાં હિંદુ વિદ્યાર્થીઓની ઊંચાઈ, વજન, અને છાતીનાં માપ ઉપરથી જણાય છે કે આ વિદ્યાર્થીઓનું આરોગ્ય ઘટતું જાય છે. આ સંબંધી ગુજરાત સંશોધન મંડળને ઘણી તપાસ અને સંશોધન પછી જણાયું છે કે જન્મ વખતે જ ગુજરાતી બાળકોનાં વજન પહેલાં કરતાં ઘટતાં જાય છે. આ પ્રકારની વસ્તુસ્થિતિ સુધારવાને માટે પ્રબળ પ્રયાસોની સર્વ-દેશીય અને વિપુલ તૈયારી કરવી જોઈએ.

વિજ્ઞાનની દરેક શાખાઓમાં નિષ્ણાત ગુજરાતીઓ મળી આવે

તેમ છે અને પ્રગતિ શારીરિક દારિદ્ર્ય મટાડવાને નિષ્ણાત ડોક્ટરો પૂરતી નહીં પણ સારી સંખ્યામાં મળી શકે એમ છે. પરંતુ ખરી વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ સિવાય પ્રગતિ કે દેશને જોઈતો લાભ મળતો નથી. ડોક્ટરી શિક્ષણની પદ્ધતિ જ એવી થઈ પડી છે કે જોઈએ તેટલા વિદ્યાર્થીઓને શિક્ષણ પણ મળી શકતું નથી. તેજસ્વી વિદ્યાર્થીઓ શિષ્યવૃત્તિ લઈને આગળ વધી શકે પણ સાધારણ સ્થિતિના વિદ્યાર્થીઓને સ્થાન મળતું નથી. પરંતુ લાગવગ અને સાધનવાળા પણ ઓછી બુદ્ધિવાળા વિદ્યાર્થીઓને ડોક્ટર થવાની તક મળે છે. વળી શિક્ષણને માટે સમય અને લાભકાત ઓછી હોવાને લીધે સમાજને ડોક્ટરી શિક્ષણનો જોઈએ તેટલો લાભ મળતો નથી અને સાધારણ ડોક્ટરોને જીવની પદ્ધતિથી કામ કરવાની ટેવ પડી ગયેલી હોવાને લીધે પોતાના રોજના ધંધામાં ધણી ભૂલો કરે છે. પરંતુ તેમની સંખ્યા ઓછી હોવાને લીધે અને પોતાની લાભકાતના પ્રમાણમાં વધારે માન મળતું હોવાને લીધે સમાજને તેમના શિક્ષણ અને બુદ્ધિનો યોગ્ય લાભ મળતો નથી. આ વિષે આયોજન સફળ થાય તે પહેલાં શિક્ષણ વિશાળ અને સસ્તું કરવું જોઈએ. ડોક્ટરો વૈદ્યો, કે હકીમો ધણી સારી સંખ્યામાં ઉત્તમ શિક્ષણ લઈને તૈયાર થાય તો જ તેમાંથી થોડાએક સેવાભાવી અને કાર્યદક્ષ વિદ્વાનો પ્રગતિ શારીરિક અને આરોગ્ય સંપત્તિમાં વૃદ્ધિ કરી શકે.

ખોરાકને માટે જોઈતું અનાજ સારી ગતના અને સારા જથ્થામાં તૈયાર થવું જોઈએ. રશિયા જેવા ફળદ્રુપ દેશોમાં પણ એ દેશની આયોજનામાં ખોરાકને પ્રથમ સ્થાન આપવામાં આવ્યું હતું. અને ૧૬ ટકા જેટલું અનાજ વધારે ઉત્પન્ન કરવાને માટે આ યોજના કરવામાં આવી હતી. હિન્દુસ્તાનમાં પણ સાડા પાંચ કરોડ ટનને બદલે સાડા છ કરોડ ટન જેટલું અનાજ ઉત્પન્ન કરવાની જરૂર છે. તે ઉપરાંત દેશની વસ્તીમાં દર વર્ષે પચાસ લાખ માણસો વધે છે તેને માટે પણ જોગવાઈ કરવી જોઈએ. આ કામને માટે

ફક્ત વધારે પ્રમાણમાં ખેતી કરવી અથવા તે ખીજ પાક ઘટાડીને ફક્ત ખોરાકના અનાજના પાકનો વધારો કરવો એ પૂરતું નથી. સારા ખીજ વાવવાથી, સાફ ખાતર નાંખવાથી અને ખેતીમાં સંભાળ લેવાથી થોડો વધારો થઈ શકે. પરંતુ એના કરતાં જે નવી જમીન પર સારી ખેતી કરવાને માટે જમીનના તરવેનું સંશોધન અને જ્યાં જરૂર પડે ત્યાં યંત્રો વાપરી નવી જમીન ખેતીમાં લાવવાને માટે વ્યવસ્થાપૂર્વક યોજના થવી જોઈએ. આ કાર્યમાં વિજ્ઞાનનો ખરો ઉપયોગ થઈ શકે તેને માટે વિજ્ઞાનના ઇતિહાસની અને સંશોધનની દૃષ્ટિએ શિક્ષણ અપાવું જોઈએ. ખરી વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ સિવાય ઉપવકાયાનું શિક્ષણ નકામું જાય છે.

વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ અને વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ સમાજના અનેક પ્રશ્નોના અભ્યાસમાં દાખલ કરવી એ ઘણું અગત્યનું કામ છે. ગુજરાતના સામાજિક પ્રશ્નોના ઉકેલ માટે પણ આ પદ્ધતિનો લાભ આપવો જોઈએ. નવગુજરાતના સામાજિક વિધાનનું સંવાદી અને સમન્વિત ચિત્ર તૈયાર કરવું હોય તો અર્થશાસ્ત્ર, માનસશાસ્ત્ર, નૃવિદ્યા અને સમાજવિદ્યામાં પણ વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ પ્રમાણે અન્વેષણ અને સંશોધન કરવાની જરૂર છે. અને તેવી જ રીતે ઇતિહાસની પુનરચનાને માટે પુરાતત્ત્વની ઊંડી વિદ્વાનોનો ઉપયોગ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિથી થવો જોઈએ. અત્યારે સમાજવિદ્યા ફક્ત વર્ણન અને વિવેચન પર આધાર રાખે છે તેને બદલે તે પ્રયોગાત્મક અને વિનિયુક્ત વિજ્ઞાનની શાખા ગણાવી જોઈએ. વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિથી આપણા સમાજના પ્રશ્નોનો ઉકેલ થાય તો યંત્રોની વિરુદ્ધ જે ખોટી ભાવના ઉત્પન્ન થઈ છે તેનો વાસ્તવિક નિકાલ થઈ જાય. દેશની ખેતીમાં અને ઉદ્યોગોમાં જ્યાં જ્યાં યંત્રોનો ઉપયોગ પડે ત્યાં ત્યાં તે કરવો જોઈએ અને યંત્ર વિરુદ્ધ જે કાંઈ અનુભવો થયેલા હોય તેનો યોગ્ય રસ્તો કાઢીને સમાજની ઉન્નતિ સાધવાનો પ્રયત્ન થવો જોઈએ. યંત્રો બનાવનાર અને યંત્રો વાપર-

નાર જુદા દેશોમાં હોય તો તેમનો વિરોધ સમજી શકાય તેમ છે. પરંતુ એક જ દેશમાં દેશના જ કારીગરોના ખર્ચ અને શુદ્ધિથી ખનાવાતાં યંત્રો તે જ દેશમાં વપરાય તો તેમાંથી ગેરલાભ થવાના સંભવ ઘણા ઓછા છે. વધારે અનાજ મેળવવું હોય; દેશને વધારે કાપડની જરૂર હોય, વધારે જલદીથી વધારે સંખ્યામાં અને ઓછા ખર્ચે મુસાફરી કરવી હોય તો યોગ્ય યંત્રો, રેલ્વે, મોટર અને વિમાનના સાધનો આ દેશમાં જ અને અને આ દેશનો જ કાચો માલ દેશના કારીગરો અને દેશના જ પેટન્ટો તેમની ખનાવટો અને ઉપયોગમાં વપરાય તો મુડીવાદ અને મજૂરવાદના વિરોધને સ્થાન નહિ રહે. સમાજનાં જુદાં જુદાં અંગોમાં વિરોધ અને કલહનાં કારણો તો હંમેશા રહેવાનાં જ. પરંતુ તેમને દૂર કરવાને માટે સાધનો અને યોજનાઓ વૈજ્ઞાનિક આયોજનથી નક્કી કરી શકાય એમ છે.

શુદ્ધ ધાર્મિક પ્રશ્નોમાં વિજ્ઞાનને સ્થાન નથી. પરંતુ જ્યારે ધર્મ અને દૈનિક આચાર વચ્ચે વિરોધ ઉત્પન્ન થાય અને સમાજની પ્રગતિમાં ધર્માધિભાવથી અંતરાય આવે ત્યારે વિજ્ઞાન શત્રુભાવે નહિ પણ મિત્રભાવે આ વિરોધ શમાવવાનો પ્રયત્ન કરી શકે. જૈનો અને વૈષ્ણવો, સનાતનીઓ અને સમાજીઓ, હિંદુઓ અને મુસલમાનો-એ સર્વેનાં ધર્મશાસ્ત્રો વિષે વિજ્ઞાનને કહેવાનું હોય જ નહિ; પરંતુ તેમના આચાર વિચારના અંતરાયો, દેશ અને સમાજને હાનિકર્તા ન થઈ પડે તેવી વિચારસૃષ્ટિ ઉત્પન્ન કરવામાં વિજ્ઞાનનું વિશાળ દષ્ટિ-બિંદુ ધણું ઉપયોગી થાય એમ છે. સત્યસેવન અને નિષ્પક્ષપાતી વિચારની પ્રેરણાથી અધ્યયેત્રા વૈજ્ઞાનિક વિચારકોના અભિપ્રાય સ્વતંત્ર હોવાથી તેમના દષ્ટિબિંદુની અસર સમાજ ઉપર એક સરખી રીતે પ્રસરશે અને તેનો સ્વીકાર સર્વત્ર થશે. વિજ્ઞાનની તુલનાત્મક પદ્ધતિના સંસર્ગથી ધર્મનું ખોટું અનૂન ઓછું થવાનું; અને જેમ જેમ વૈજ્ઞાનિક વિચારો સમાજમાં પ્રસરતા જશે તેમ તેમ ધાર્મિક વિરોધ અને કલહોની તીવ્રતા અને સંખ્યા ઓછી થવાની.

વિજ્ઞાનની કિંમત રશિયામાં જેટલી થાય છે તેટલી પૃથ્વીના કોઈ પણ દેશમાં થઈ નથી. રશિયામાં ૧૯૩૪ ની સાલમાં પણ દર વર્ષે એક અબજ રૂબલ વિજ્ઞાનને માટે રાજ્ય તરફથી વપરાતા અને તે દેશની આવકનો ફક્ત એક ટકો હતો. અમેરિકામાં વિજ્ઞાનને માટે વપરાતી રકમ આના ત્રીજા ભાગની અને (અટનમાં દશમા ભાગ જેટલી હતી. આ કારણને લીધે રશિયામાં વિજ્ઞાનનો વિકાસ વિપુલ રીતે થયો છે. હિંદમાં પણ તે વિકાસનાં ચિહ્નો જોવામાં આવે છે. પણ તે હજી ખીજાંકુર રૂપમાં જ છે.

વિજ્ઞાનનાં અન્વેષણનાં સાધન અને પદ્ધતિ જ્યારે આધ્યાત્મિક પ્રદેશોમાં સુવ્યવસ્થિત રીતે સ્વીકારાશે અને જ્યારે નવું માનસશાસ્ત્ર આત્માના આધ્યાત્મિક સ્વરૂપનું વાસ્તવિક જ્ઞાન મેળવશે ત્યારે સર્વધર્મ-માંથી એક વિશ્વવ્યાપી ધાર્મિક વિચાર નીકળશે અને તેનાથી ધર્મના બધા બાહ્ય વિરોધો શમશે. આ સમય દૂર હોવા છતાં પણ હાલના ધાર્મિક વિરોધ અને અંદર અંદરના કલહ સમાવવાને માટે વિજ્ઞાનના વિચારો કરતાં વધારે ઉત્તમ સાધન મળવું અશક્ય છે.

૧૯૪૭ ની હિંદી વિજ્ઞાની કોન્ગ્રેસનું પ્રમુખપદ રાષ્ટ્રનેતા પંડિત જવાહરલાલ નહેરૂએ લઈને અને રાષ્ટ્રીય સરકાર તરફથી વિજ્ઞાનને ઉત્તેજન આપીને વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં નવો યુગ શરૂ કર્યો છે. હિંદ જોવા ફળદ્રુપ દેશમાં ભૂખમરો અટકાવવા માટે ગરીબાઈ અજ્ઞાન, વહેમ, જડ રીતરિવાજોમાંથી પ્રજાને બચાવવા માટે દેશની અઢળક સંપત્તિનો સંપૂર્ણ ઉપયોગ કરવા માટે વિજ્ઞાન સારી મદદ કરી શકે એમ છે. વિજ્ઞાન અને વિજ્ઞાનની શોધોનો ઉપયોગ તો આર્થિક અને ઔદ્યોગિક કારણોને લીધે દેશમાં જરૂર થવાનો છે, અને તેમાંથી ગુજરાત અલગ રહી શકે એમ નથી. પરંતુ તે ઉપરાંત ખીજા પ્રદેશોમાં વિજ્ઞાનનો ઉપયોગ થાય એ ઇચ્છ છે.

વિજ્ઞાનની યોગ્ય સેવા વિના ગુજરાતની સંપૂર્ણ ઉન્નતિ સધા-

વી અશક્ય છે. વિજ્ઞાન એટલે કેવળ શુષ્ક હકીકતનો ભંડાર એ સંકુચિત અર્થમાં ન લેતાં વ્યવસ્થા, મહેનત, ખંત, ધીરજ, નમ્રતા, વિચાર અને અભિપ્રાયનું સમતોલપણું વગેરે ગુણોના લાભ આપનારી વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ અને વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ એ સર્વનો સમાવેશ વિજ્ઞાનમાં થવો જોઈએ. દરેક પ્રશ્નને વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિથી એટલે કેવળ સત્યશોધક દૃષ્ટિથી ચર્ચવાની, એક જ અભિપ્રાયને વળગી રહેવાની હકને બદલે, નવી માહિતી કે સાક્ષી મળતાં અભિપ્રાય બદલવાની તૈયારી અને તે પહેલાં ઉતાવળથી અને ખાત્રી કે પ્રયોગ વિના અભિપ્રાય નહિ પાંધવાની ટેવ પાડવાને માટે સતત માનસિક સંયમની જરૂર છે. વિજ્ઞાનની આટલી બધી સામગ્રી પ્રાપ્ત કરવી કઠિન લાગે પરંતુ તે આવશ્યક છે અને છેક દુઃસાધ્ય નથી. ગુજરાતની મહત્તા હજી સંપૂર્ણ રીતે સમજાઈ નથી. ગુજરાતીઓને કેવળ સ્વાર્થી, ધનલોભી, નફાખોર, વ્યાપારી વૃત્તિની પ્રગ્ન ગણનારાઓ ભૂલ કરે છે. જે પ્રગ્નએ ગાંધીજી જેવા વિચારક અને કર્મચોગી મહાપુરુષ આપ્યા છે, દયાનંદ સરસ્વતી જેવા ધર્મવીર, દાદાભાઈ નવરોજી જેવા કર્મવીર, વિકૃત્તભાઈ અને વલ્લભભાઈ પટેલ જેવા રાજપુરુષો, જમશેદજી ટાટા જેવા ઉદ્યોગવીર અને દાનવીર આપ્યા છે તે પ્રગ્નની કિંમત હવે અલ્પ ન ગણી શકાય. ગુજરાતની સાધારણ પ્રગ્નની શારીરિક અને આર્થિક નિર્ધનતા લલેને હાલમાં ચિંતા ઉપજાવે તેવી હોય; પરંતુ જે જે દિશાઓમાં ગુજરાતે અત્યાર સુધી ખ્યાતિ મેળવી છે તે જોતાં તેનું ભવિષ્ય ઉજ્જવળ અને આશાપ્રદ છે. હજી સુધી વિજ્ઞાનની જે કાંઈ અવગણના થઈ છે તેનું પ્રાયશ્ચિત્ત કરવાની તૈયારીનાં ચિહ્નો સ્પષ્ટ દેખાય છે. ગુજરાતના પ્રભાવશાળી પ્રથમ વૈજ્ઞાનિક વિદેહી પ્રોફેસર ગજજરના વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણના અમુક અંશો 'કલાભવન'માં સુસ્થાપિત થયા છે. તેમણે સ્થાપેલું એલેમ્પિક કેમીકલ કારખાતું ગુજરાતના રસાયનિક ઉદ્યોગને સાડું ઉત્તેજન આપી રહ્યું છે અને તેની પાસે જ સારાભાઈ કેમીકલ કારખાતની શરૂઆત થઈ રહી છે. તેમના જ એક

વિદેહી શિષ્ય કપિલરામ વકીલે સ્થાપેલાં રસાયનિક કારખાનાંઓ ધ્રાંગધ્રા અને મીઠાપુર (દ્વારકા)ના શાન્ત પ્રદેશોને નવીન અને અપૂર્વ અર્વાચીનતા અપાવે છે. ગુજરાતમાં જન્મેલા જમશેદજી ટાટાની સંપત્તિ અને ભુદ્ધિથી બેંગલોરના વૈજ્ઞાનિક મહાવિદ્યાલયમાંથી નીકળતા પ્રવાહનો લાભ ગુજરાતને અપરોક્ષ રીતે ધણી દિશામાં મળ્યો છે. ત્યાંના જ એક સંશોધક અને શિક્ષક હોમી ભાલાએ વિશ્વરશ્મિ અને પરમાણુશક્તિના વિષયમાં વિલક્ષણ પ્રતિભા બતાવીને રોયલ સોસાયટીના પ્રથમ ગુજરાતી ફેલોની અપૂર્વ ખ્યાતિ મેળવી છે અને વધુ કીર્તિ અને જ્ઞાન મેળવવાની આશા આપે છે. અમદાવાદના મીલ ઉદ્યોગના સ્થાપક રાવખલાદૂર રણછોડલાલ છોટાલાલના કુટુંબની સંખાવતોથી એક હુન્નરશાળા અને એક વિજ્ઞાનની પાઠશાળા સ્થપાયાં છે. કાપડની મીલોથી ગુજરાતની આર્થિક સંપત્તિમાં અઢળક વધારો થયો છે: અને સવા કરોડ રૂપીઆ આ મીલો તરફથી નવી વૈજ્ઞાનિક હુન્નરશાળાની સ્થાપનામાં ખર્ચાવાના છે. ગુજરાતમાં કૃષિવિદ્યાલય અને પશુપ્રજનન વિદ્યાલય આણંદ ખાતે સ્થપાયાં છે. મેડીકલ અને ઇજનેરી કોલેજો અમદાવાદ અને વડોદરામાં સ્થપાવાના ભણકારા વાગી રહ્યા છે. ગુજરાત યુનિવર્સિટીની સ્થાપનાની તૈયારીઓ વેગવાન રીતે થતી લાગે છે. ગુજરાત કાઠીઆવાડનાં નાનાંમોટાં રાજ્યોનાં સંવદ્ધન અને એકીકરણના દિવસો ખહુ દૂર નથી. ભાષાવાર પ્રાંતોની યોજના સ્વીકારાય તો સકળ ગુજરાત એક જ રાજ્યતંત્ર કે પ્રજાતંત્રના નિયમનમાં આવે એ ઘટના હવે ધણી દૂર ન ગણાય. તેવા પ્રસંગે ગુજરાતીઓની વ્યવહારકુશળ ભુદ્ધિ વિજ્ઞાનની વાસ્તવિક કિંમત જરૂર સમજશે ત્યારે વિજ્ઞાનનો અનાદર તો નહિં જ થાય, પરંતુ ઉત્તરોચિત વિજ્ઞાનની પૂજા વધતી જશે, અને તે દિશામાં ગુજરાતની પ્રતિગૌરવ અને મહિમાની વૃદ્ધિ કરવાના શુભ કાર્યમાં વૈજ્ઞાનિકો

ઉપયોગી થશે.

વિજ્ઞાન એટલે વિજ્ઞાનનાં કેવળ શુષ્ક તથ્યો નહિ, પણ વૈજ્ઞાનિક વૃત્તિ-નિઃસ્વાર્થી જીવન, નમ્રતા, ખંત, મહેનત વગેરે ગુણોની કેળવણી એટલો ભાર ફરીથી મૂકવો જોઈએ. આ વિષે મહાન રશીઅન વૈજ્ઞાનિક પાવલોવના નીચેના શબ્દો અક્ષરે અક્ષર પાલન કરવા યોગ્ય છે:

“મારા દેશના વિજ્ઞાનના અભ્યાસને માટે તત્પર થયેલાં યુવકો અને યુવતીઓને હું શું કહેવા ઇચ્છુ છું ?

સૌથી પ્રથમ તો ખંત. સફળ વૈજ્ઞાનિક કાર્યને માટે આ ધણી અગત્યની જરૂરીઆત વિષે તીવ્ર ઊર્મિ સિવાય હું કદિ બોલી શકતો નથી. ખંત, ખંત અને તે ઉપરાંત પણ ખંત. તમારા કાર્યની શરૂઆતથી જ જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવામાં ખંતથી કામ કરવાની ટેવ પાડો.

વિજ્ઞાનના શિખર ઉપર ચઢવાનો પ્રયત્ન કરો તે પહેલાં વિજ્ઞાનનાં મૂળ તરત્વે ખરાખર શીખો. પહેલાનું જ્ઞાન પાકું કર્યા વગર નવું કામ હાથમાં લેશો નહિ. તમારા જ્ઞાનમાં કાંઈક પણ ઉણપ હોય તો નવા ગરખાથી અથવા નવી કલ્પનાઓથી અથવા નવા સિદ્ધાન્તના નામે તે ઉણપ પૂરવા યત્નો કરશો તો આવા પરપોટાઓથી અને તેમના વિવિધ રંગોને લીધે તમને ક્ષણિક આનંદ થશે પણ તે ફૂટી ગયા પછી તમારી પાસે વધુ શુંચવણ સિવાય કાંઈ રહેશે નહિ.

ધૈર્ય અને આત્મનિયંત્રણ કેળવો. વૈજ્ઞાનિક સફળતા માટે જરૂરી એવી સખત મહેનત મળૂંરી કરતાં શીખો. સંપૂર્ણ તથ્યો અને હકીકતો મેળવો, તેનો અભ્યાસ કરો અને સરખાવો. પક્ષીની પાંખો ગમે તેવી સંપૂર્ણ હોય પરંતુ હવાના ટેકા વગર તે અહર ઊડી શકે જ નહિ. તથ્યો વૈજ્ઞાનિકોની હવા છે અને તે હવા વગર વૈજ્ઞાનિક કોઈ દિવસ જાંચે ઊડી શકે જ નહિ. તથ્યો સિવાય તમારી કલ્પનાઓ અને સિદ્ધાન્તોની મહેનત પાણીમાં જશે.

અભ્યાસ વેળાએ, પ્રયોગ વેળાએ અને અવલોકન વેળાએ હકી-કતોમાં ઊંડા ઊતરવા પ્રયત્ન કરજો. તથ્યાના કેવળ ચોકીદાર-તથ્ય-પાલની પદ્ધતી સતોષ ન માનશો. તેમની ઉત્પત્તિનું રહસ્ય જાણવાને માટે હંમેશા પ્રયત્ન કરો, તેમનું નિયમન કરનારા નિયમો શોધવાને હંમેશા પ્રયત્ન કરો.

નમ્રતા એ ખીજો જરૂરી ગુણ છે. ‘હું’ તો બધું જ જાણું છું’ એવો ભાવ કદિ ન સેવતા. તમારી કાર્તિ યોગરદમ પ્રસરી હોય અને તેને માટે તમે યોગ્ય હો છતાં પણ ‘ના, હું અજ્ઞાન છું’ એવું મનને કહી દેવાની હિંમત ના ગુમાવશો.

અહંકારને નવ ગજના નમસ્કાર કરજો. અહંકાર તમારા ઉપર કાણુ જમાવશે ત્યારે તે તમારી સહકારની ઈચ્છા હોવા છતાં હકીલા-પણામાં ફેરવી નાંખશે. ઉપયોગી સલાહ સૂચનો અને મૈત્રીભરી મદદ નકારવા લલચાવશે. વળી અહંકારનાં પડળ બંધાવાથી તમને વૈજ્ઞાનિક વાસ્તવિકતાનો લાભ મળશે નહિ.

ત્રીજો ગુણ ધગશ. વિજ્ઞાન મનુષ્યનું સારૂં છે જીવન માગી લે છે એ યાદ રાખજો. લલેને તમને એકને બદલે બે જીવંતી ભોગવવાતી મળે તો તે પણ એછી પડશે. વિજ્ઞાન માણસની પાસેથી ઊંડી ધગશ, અથાક પ્રયત્ન અને શ્રદ્ધા માગે છે.”

આપણા દેશમાં અને ખાસ કરીને પંડિત જવાહરલાલ નહેરૂના ઉત્સાહથી વિજ્ઞાનને, વૈજ્ઞાનિક શિક્ષણને અને વૈજ્ઞાનિકોને ઘણું ઉત્તેજન મળતું જાય છે. આ પ્રમાણે વિજ્ઞાનમાં દેશ તરફથી જે વિશ્વાસ મૂકવામાં આવે છે તેનો ખરોખર ઉત્તર આપવો એ વિજ્ઞાનપૂજક યુવાનો તેમ જ વડીલોની આવશ્યક ફરજ છે.



संदर्भ पुस्तकेनी यादी

- Introduction to Science. J. A. Thomson. 1912.
Science and the Human Mind. W. C. Whetham. 1912.
Discovery, the Spirit and Service of Science.
R. A. Gregory. 1912.
The Grammar of Science. Karl Pearson. 1911.
Introduction to Science. Alexander Hill.
The Foundations of Science. W. C. Whetham.
1912. (गुजरातीमां अनुवाद-“विज्ञान प्रवेशिका”
-कर्ता रा. छोटालाल व्याजकृष्ण पुरास्त्री.)
The Commonsense of the Exact Sciences.
W. K. Clifford. 1879.
A History of the Inductive Sciences.
W. Whewell. 1857.
A History of European Thought in the Nineteenth
Century. Vol. I. Scientific Thought.
Merz. 1896.
Lectures on the Method of Science.
B. Strong. Oxford-1906.
Recent Developments in Physical Science.
W. C. Whetham. 1909.
Electrical Nature of Matter and Radioactivity.
H. C. Jones. 1911.
The Coming of Evolution. J. W. Judd. 1910.

- The Origin of Species. Darwin.
 Darwin & Modern Science. Ed. S. C. Seward. 1909.
 Social Evolution. Benjamin Kidd.
 Hereditary Genius. Francis Galton.
 The Riddle of the Universe. E. Hackel. 1900.
 Elements of Metaphysics. A. E. Taylor. 1993.
 Fragments of Science. Tyndall. 1876.
 A History of the Warfare of Science with Theology.
 A. D. White.
 A History of the Conflict between Religion and Science.
 J. W. Draper.
 An Outline of History. H. G. Wells. 1921.
 A History of Science. Sedgwick & Tyler.
 A History of Science. H. S. Williams.
 History of Chemistry. Sir Edward Thorpe.
 Introduction to History of Science.
 Miss Arabella Buckley.
 Civilisation in Ancient India. R. C. Dutt.
 Physical Sciences of the Hindus.
 B. N. Seal : Panini Office.
 Positive Sciences of the Ancient Hindus.
 B. N. Seal. Longmans.
 The Hindi Scientific Glossary. Nagari Pracharini Sabha.
 Newton to Einstein. Harrow.

Hindu Chemistry. Sir P. C. Ray. 2 vols. गुजराती
अनुवादकर्ता: प. वै. मेह. गु. व. सोसायटी.

Hindu Achievements in Exact Sciences.

B. N. Sarkar.

Hindu Superiority. Har Bilas Sarda.

The Surgical Instruments of the Hindus. 2 vols.
(Calcutta University)

History of Indian Medicine by Girindranath
Mukhopadhyaya 2 vols. (Calcutta University)

Hindu Medicine. Thakore Saheb of Gondal.
Studies in the Medicine of Ancient India.

A. T. Rudolf Hoernle.

Society & Nature Part III Law of Causality in
Modern Science: Hans Kelsen 1946

Science To-day & To-morrow, Second Series
W. Kaempffert. Villing Press; Newyork 1945

Social Function of Science: J. D. Bernal F.R.S.
1939 London.

आयुर्वेद विज्ञान भासिकमां रा. दुर्गाशंकर डे. शास्त्रीना लेणे;
वणी पुरातत्त्व. पु. ३. अं. १. २; पु. २. अंक ३.

પ્રત્યક્ષશરીર : ડૉ ગણનાથસેન (સંસ્કૃતમાં).

શરીરરચનાશાસ્ત્ર : ડૉ ત્રિલોકનાથ વર્મા. (હિન્દીમાં).

વિજ્ઞાન (અલ્લાહાબાદની વિજ્ઞાન પરિષદ્ તરફથી હિન્દીમાં પ્રગટ થતાં
માસિક અને બીજાં પુસ્તકો).

ગુજરાત સાહિત્ય પરિષદના વિજ્ઞાન વિભાગના પ્રમુખોનાં ભાષણો
અને વિજ્ઞાનસમિતિનો રિપોર્ટ.

સયાજી વૈજ્ઞાનિક શબ્દસંગ્રહ.

સયાજી સાહિત્યમાળા અને બાળજ્ઞાનમાળાનાં વિજ્ઞાનનાં પુસ્તકો.

મહારાષ્ટ્રીય જ્ઞાનકોષ, વિજ્ઞાનેતિહાસ. શ્રી. વ્યં. કેતકર. (મરાઠીમાં).
સિદ્ધાન્તસાર: મ. ન. દ્વિવેદી.

આપણો ધર્મ: આ. બા. ધ્રુવ.

વૈજ્ઞાનિક શબ્દસંગ્રહ. યો. ગો. શાહ: શ્રી ગુજરાતી કાર્યાલય
સભા. ૧૯૩૭.



पारिभाषिक शब्दकोषः अंग्रेज



Abstract Science- } सावात्मक विज्ञान.

Accoustics-
नादशास्त्र. ध्वनिशास्त्र.

Agriculture-कृषिविद्या.

Anatomy-शरीररचनाशास्त्र.

Anthropology-मनुष्यविद्या.

Apparatus-उपकरण.

Applied Science-
विनियुक्त विज्ञान.

Area-क्षेत्रफल.

Architecture-स्थापत्य.

Astrology-
न्यातिथि. न्यातिविद्या.

Astronomy-भूगोलविद्या.

Attraction-आकर्षण.

Atom-परमाणु.

Atomic energy-परमाणु शक्ति.

„ weight-परमाणु भारांक.

Average-सरेराश.

Axiom-स्वतःसिद्ध नियम.

Axis-धरी.

Bacteriology-बहुविद्या.

Balance-त्राजवां, तोलनयंत्र.

Barometer-वायुभारमापक.

Botany-वनस्पतिविद्या.

Biology-ज्यविद्या.

Calcination-लसभीकरण.

Calculus-कलनविद्या.

Calx-लसम.

Calyx-प्राणकोष.

Comparative-तुलनात्मक.

Catapult-पथर अने तीर
नांभवानु यंत्र, धनुष्ययंत्र.

Control experiment-
निर्णायक प्रयोग.

Concrete science-
कृत्वात्मक विज्ञान.

Calorie-कैलोरी, उष्मा मापकयुक्तम.

Capillary-केशीय.

Cause-कारण.

-first cause-आदिकारण.
कर्तृत्वभावमयकारण.

-secondary cause-निमित्त-
कारण, जालुकारण.

Cell-कोष,
 Chemistry-रसायनविद्या, रसा-
 यनशास्त्र,
 -Inorganic-अनिज,
 -Organic-प्राणीज,
 Chemical-रासायनिक,
 Chord-आपकर्ण,
 Civics-पौरशास्त्र,
 Cohesiveness-संसक्ति,
 Colloid-कोलॉयड,
 Conservation-संरक्षण,
 Cosmic Dust-विश्वरज,
 Continuity-सातत्य,
 Consciousness-चेतन,
 Crane-जिंठडा,
 Crystal-रेङ्कटिक,
 Crucible-भूषा, कुलडी,
 Cube-घन,
 Cuberoot-घनमूल,
 Cubical contents-घनकृण,
 Culture-संस्कृति,
 Curve-रेखा,
 Decimal-दशांश,
 Deduction-निगमन,
 Density-घनता, शुद्धत्व,
 Diameter-व्यास,
 Differential calculus-
 अक्षर-कलनविद्या.,

Dimension-परिमाणु,
 Dispersion-विलानन,
 Distortion-वक्रता; विपथ गमन,
 Dynamics-गतिविद्या,
 Astro-Dynamics-
 अमंडलगतिविद्या,
 Hydro-जलगतिविद्या,
 Thermo-उष्मा ,, ,,
 Electro-विद्युद् ,, ,,
 वीजगतिविद्या,
 Diffusion-व्यापन,
 Economics-अर्थशास्त्र,
 Ether-धतर,
 (आकाश-Sky
 अवकाश-Space)
 Energy-शक्ति, जण,
 Elasticity-स्थितिरथापकता,
 स्थैर्य,
 Electricity-विद्युत्-विजणी-
 वीज,
 Electron-वीजलु,
 Electroplate-विजणीथी-वीजथी-
 ढाण अढाववा,
 Ellipse-लंबवर्तुल,
 Emanation-निसरलु,
 Embryology-जर्ब विद्या,
 Empirical-अनुभवसिद्ध.

Emulsion—ઈમલ્શન, તેલ અને
પાણીનું મિશ્રણ, અવલેહ.

Engineering—યંત્રવિદ્યા.

Equation—સમીકરણ.

Ethnology—નૃકુલવિદ્યા.

Etiology—ઉત્પત્તિશાસ્ત્ર.

Eugenics—સુપ્રજનનવિદ્યા,

Evaporation—આપીભવન.

Evolution—ઉત્ક્રાન્તિ.

Experiment—પ્રયોગ.

Experimental—પ્રયોગાત્મક
—પ્રયોગસિદ્ધ, પ્રયોગપૂર્વક.

Fossil—અવશેષ.

Fact—તથ્ય, હકીકત.

Fluidity—પ્રવાહિતા.

Fundamental—મૈલિક.

Function—ફલ.

Geography—ભૂગોળવિદ્યા.

Geology—ભૂવિદ્યા.

ભૂસ્તરવિદ્યા—Stratigraphy

Geognosy—ભૂગર્ભવિદ્યા.

Galaxy—આકાશગંગા.

Glacial—હૈમ.

Glacier—હિમસંહતિ, હિમસંસ્થિતા

Genus—જાતિ,

—species—ઉપજાતિ.

Germ—ખીજાંકુર.

Germ cells—ગર્ભજંતુકોષ.

Germ-plasm—મૂલાંકુરો.

Gravity—ગુરુત્વ.

Gravitation—ગુરુત્વાકર્ષણ.

Habit—ઢેવ, પ્રકૃતિ.

Heat—ઉષ્મા, ઉષ્માશાસ્ત્ર.

Heredity—આનુવંશિક સંસ્કાર,
અન્વય.

Heterogeneous—વિનતીય.

Homogeneous—સન્નતીય.

Hydrostatics—જલસ્થિતિ-
વિદ્યા.

Hypothesis—કલ્પના, વાદ.

Harmony—સંવાદ, સંવાદીપણું.

Indirect—પરોક્ષ.

Induction—આગમન, અનુમાન,

Inertia—નિષ્ક્રિયત્વ, આલસ્ય.

Infinity—અનંતતા.

Intuition—ઉપલબ્ધિ.

Instinct—પ્રેરણાશક્તિ.

Integral—Calculus—
ચલરાશિકલન.

Latent—ગુપ્ત.

Law-नियम, सैद्धान्तिक नियम.
 Lens-ताल, मणि ल'भगोणकाय.
 Logic-न्यायशास्त्र, तर्कशास्त्र.
 Light-प्रकाश, प्रकाशविद्या.
 Liver-यकृत.
 Lever-लीवर.
 Motion-गति.
 -Capillary-केशीय गति,
 अबिसर्पण.
 -Curvilinear-कम्पन.
 -Downward-पतन.
 -Fluid-स्थन्दन.
 -Vibratory-स्पन्दन.
 Magnet-लोहचुम्बक.
 Magnetism-चुम्बकत्व.
 Matter-द्रव्य.
 Mechanics-यंत्रविद्या.
 Mineralogy-अनिजशास्त्र.
 Mining-अननविद्या.
 Magnitude-परिमाणु, मांन.
 Mass-वजन, स्थूलपरिमाणु.
 Metaphysics-परमार्थशास्त्र.
 Mensuration-क्षेत्रमिति.
 Metallurgy-धातुविद्या.
 Metereology-हवामानविद्या.
 Meteor-अरतो तारे, उडका.
 Methodology-पद्धतिशास्त्र.

Metre-मीटर, मापनं अंकम.
 Molecule-आणु.
 „ cular weight-
 आणुभारिक,
 Momentum-वेगमानः वेगस्थः
 संस्कार.
 Muscle-स्नायु.
 Nebulae-निहारिका.
 Negative-ऋणु.
 Nerve-ज्ञानतंतु, मज्जतंतु.
 Nervous system-ज्ञानतंतु-
 संस्थान.
 Oceanography-समुद्रविद्या.
 Observatory-वेधशाला.
 Orbit-कक्षा.
 -Distortion of-विपथगमन.
 Oxidation-अस्मीकरणु.
 Oxygen-आकसीजन, प्राणुवायु.
 Periodicity-सामयिकता.
 Palaeontology-प्राचीन'
 -प्राणीविद्या.
 Petrology-शिलाविद्या.
 Pendulum-दोलक.
 Philosophy-तत्त्वज्ञान, शीलसुशीः
 तत्त्वचिंतनः.
 Phenomenon-घटना.

- Physics-बैातिकशास्त्र. बैातिक-
विधा.
- Physiology-शरीर व्यापारशास्त्र.
- Pole-ध्रुव.
- Positive-धन.
- Prism-त्रिपाश्चि.
- Precession of Equinoxes-
-अथनयन.
- Probable-सांभविक.
- Psychology-
मानसशास्त्र-मनोविधा.
- Psycho-Physics-बैातिक-
मानसशास्त्र, मनःशरीरशास्त्र.
- Quality-गुण, भाव, धर्म.
- Quantity-मात्रा, राशि,
- Rotation-भ्रमणगति, परिवृत्ति.
- Revolution-
परिभ्रमण, परिक्रमण.
- Reaction-प्रत्याघात.
- Reflection-परावर्तन.
- Refraction-वक्रीकरण.
- Relativity-सापेक्षता.
- Scholasticism-पांडित्यवाद.
- Science-विज्ञान. }
Scientific-वैज्ञानिक. }
(शास्त्र-धर्मविधा. scripture)
- Sex-व्रत, लिंग.
- Sexual-व्रतियेय.
- Scientist-वैज्ञानिक, विज्ञानी.
- Sign-चिह्न, संज्ञा.
- Sine-ज्या.
- Size-कद, परिमाण.
- Solvent-द्रावक.
- Solubility-द्राव्यता.
- Solution-द्रवण.
- Sound-ध्वनि, ध्वनिशास्त्र, नाद-
शास्त्र.
- Sociology-समाजशास्त्र.
- Specialised-श्रेकदेशीय.
- Specific gravity-घनता.
- Spectrum-रंगपट.
- Space-दिग्, अवकाश.
- Spleen-प्लीहा.
- Spectroscope-रंगपटदृशक.
- Spectroscopy-रंगपटविधा.
- Stereochemistry-घनरसायन.
- Stereoscope-घनचित्रदर्शक.
- Statics-स्थितिविधा.
- Statistics-गणनाशास्त्र.
- Strain-प्रवणन.
- Structure-अंधारण.
- Subconscious self-सूक्ष्ममन.
-उपमन.
- Sub-sciences-विज्ञाननी उप-
-शास्त्रा.

Symmetry-સુઘટિતતા.
 Technology-હુન્નરવિદ્યા.
 Telescope-દૂરબીન.
 Temperature-ઉષ્ણતા, ઉષ્મા-
 -માપ.
 Terrestrial-પૃથ્વીવ.
 Non-terrestrial-અપૃથ્વીવ
 Theory-મત, વાદ, સિદ્ધાન્ત.
 Theoretical-સૈદ્ધાન્તિક.
 Tide-ભરતી.
 Tissues-તંતુઓ.
 Trigonometry-ત્રિકોણમિતિ.
 -plane-તલ " "
 -spherical-ગોળીય "
 Ultra-Violet-અત્યુલ્લાસીત.
 Uniformity-એકરૂપતા.
 Universal-સાર્વત્રિક.

Universe-વિશ્વ, સૃષ્ટિ.
 Vacuum-શૂન્ય. અવકાશ.
 Variable-ચલિત.
 Velocity-વેગ.
 Veracity-સત્યમયતા.
 Verification-સાબિતી. નિર્ણય.
 Vibration-કંપન.
 Viscosity-રિનઝ્યતા, ચિક્રટતા.
 Volume-ધનદ્વંડળ.
 Windlass-ઉચ્ચાલન યંત્ર.
 ઊંટડો, સામાન ઉંચો કરવાનું યંત્ર.
 Wave-તરંગ.
 Work-કામ, કાર્ય.
 X-Rays-ક્ષકિરણો.
 Zodiac signs-રાશિચક્રસંજ્ઞા.

ઉપરના શબ્દોમાં રાસાયનિક તત્ત્વો અને તેમની સંજ્ઞા આપવામાં આવ્યાં નથી. આંતરરાષ્ટ્રીય સમિતિએ નક્કી કરેલાં નામ અને સંજ્ઞામાં ખાસ કારણ વગર ફેરફાર કરવાની જરૂર હું જોતો નથી. ગુજરાતીમાં પ્રચલિત નામો જેવાં સુવર્ણ, રજત, કે લોહ, જસત, સીસક, ત્રાંચુ, વગેરે ચાલુ રાખવાં જોઈએ. પરંતુ તેમની સંજ્ઞાઓ તો આંતરરાષ્ટ્રીય સમિતિએ નક્કી કર્યાં પ્રમાણે જ રાખવાથી સરળતા પ્રાપ્ત થાય છે. તત્ત્વોની પેઠે રાસાયનિક સંયોજનોની સંજ્ઞાઓ પણ તેવી જ રીતે સર્વદેશસંમત ધોરણે પ્રમાણે રાખવી જોઈએ.

નીચેના ગુજરાતી શબ્દકોષમાં અંગ્રેજી વિભાગમાં નહિ અપા-
 થેલા શબ્દો આપવામાં આવ્યા છે.

પારિભાષિક શબ્દકોષ : ગુજરાતી

અપાકર્ષણ--repulsion
 અભિધાન--impact
 અભિસર્પિણ--capillary motion
 અવશેષ--fossil
 અવય--heredity
 અજ્ઞેયતાવાદ--agnosticism
 આંતર સંબંધ--inter-related
 આયતન--volume
 આવર્તન--incidence
 આકર્ષણ--attraction
 આયન--ion જલમય દ્રવણમાં
 રહેતાં વીજમય કણો
 એકીકરણ--synthesis
 ઈથર ether અવકાશમાં પ્રસરેલું
 પારદર્શક અદૃશ્ય અને
 અત્રાહ્ય કલ્પનામય સૂક્ષ્મ
 દ્રવ્ય
 ઈચ્છા શક્તિ--freewill-volition
 ઉત્તેજન--stimulus
 ઉપનતિ--Species
 ઉપલબ્ધિ--intuition
 ઉપમન, સૂક્ષ્મમન--subconsci-
 ous or subliminous
 self

ઉપમાનસિક--subconscious
 ઉલટું પ્રમાણ--inverse ratio
 કમ્પસ'તાન સંસ્કાર--momentum
 of vibration
 કેન્દ્રીભવન--concentration
 કેશિકા--capillary
 કોઈઈન--quinine
 ખગોળ--skys, heaven, આકાશ
 ખમંડળ ગતિવિદ્યા--astro-
 dynamics
 ગતિમય સ્થિરતા--dynamic
 equilibrium
 ગર્ભજંતુકોષ--germ cell
 ગુણક--multiple
 ધનરસાયન--stereochemistry
 ચેતન, ચૈતન્ય--consciousness
 જીવન--life
 જીવનઆરંભયુગ--Protorazoic
 Age
 જીવનચક્ર--Cycle of life
 જીવનતરત્વ--protoplasm
 જીવનરસ--sap
 જીવનયુગ, પ્રાથમિક--Palæozoic
 Age
 જાતિ--tribe, caste, genus,
 જાતીય--જાતિ વિષેનું--tribal.

ज्वनयुग माध्यमिक-Mesozoic
Age

तथ्य-fact

तंतुयो-tissues

-मज्जनतंतु-nerve

-ज्ञानतंतु-Sensory nerve

-प्रेरकतंतु-motor nerve

ताल-Lens

त्रिपार्श्व-prism

त्रूटक-discontinuous

दूर संधन-telepathy

द्रव्यसंरक्षण-
conservation
of matter

नित्यता-eternity

निर्ज्वयुग, पृथ्वीना धृतिहासने

निर्ज्व समय-Azoic Age.

निहारिका-nebula

परिमाणु-magnitude

--mass

--quantity

--dimension

परिस्थिति-circumstance

प्रतिक्रिया-reflex action

प्रेरणाशक्ति-instinct

पारसमल्लि-philosopher's
stone

पूर्वानुपूर्वी, पूर्वानुगाभी-antece-
dent

आलोक-
calyx

भेद-variation

मात्रा-quantity, mass

मल्लि-lens व्यांभने मल्लि

मान्यता-belief

मूलांडुरे-

germplasm, germ- cell

रंगपट-spectrum

रंगपट रेखा-spectrum lines

रंगपटदर्शक-spectroscope

रंगपटविद्या-spectroscopy

रसवृत्ति, कलानी भावना-

aesthetic sense

बांभवर्तुलाकार-elliptical

सुप्तज्वाला-latent heat

वर्ग-square

वर्तुलाकार-circular

वर्धनलेखन यंत्र, जनसंपत्तिनी वृद्धिना

अंशनी लेखित नोंध कर-

नाश यंत्र-crescograph

वास्तविकता-reality

वास्तव-real

विनियुक्त-आपपत्तिक-applied

विश्लेष-analysed

विश्वक्रिया—the process in
universe

विश्वरश्मि—cosmic rays

व्यापन—Diffusion

समन्वय—inter—relatedness

सार्वत्रिकता—universality

सातत्य—continuity

सापेक्ष—relative

सूर्यमध्यवाद—

• heliocentric theory

सूक्ष्म मन—subconscious self

सूत्र—formula, law

सौषिर्य—छिद्रमयता—porosity

सौन्दर्यशास्त्र—æsthetics

संवाद्, संवादिता—harmony

संस्कृति, संघात—cohesiveness

संगठित—continuous

संवेदन—knowledge

संख्या—number

—भरी—rational

—संकेतिक—irrational

सांद्रता—impenetrability

संज्ञा—formula, symbol

संस्कार, वेगस्थ—momentum

सीलीं डर—cylinder नली

शिवाशास्त्र—petrology

क्षेत्रक्षेत्र—area

ज्ञानपुनर्जन्म—renaissance

