ગૌણઅણુ કણ હિગ્ગસ બોઝોન

(Subatomic Particle Higgs Boson)

વિઠ્ઠલભાઈ અં. પટેલ

ઈમે'રિટસ પ્રોફેસર ઑફ મેથેમેટિક્સ હમ્બોલ્ટ, સ્ટેટ યુનિવર્સિટી આર્કેટા, કેલિફોર્નિયા-95521

યુરોપના સંગઠન અણુ સંશોધનની સંસ્થા સર્ન (CERN) ફ્રાન્સ અને સ્વિટ્ઝરલેન્ડની સરહદ ઉપર જીનીવા નજીક આવેલી છે. તેનું ફ્રેન્ચ નામ, 'Conseil Europeen Pour la Recherche Nucleaira' હોઈને ટૂંકમાં સર્ન (CERN) તરીકે ઓળખાય છે. આ સંસ્થાના 13 દેશો સભ્યો છે અને આ દેશો તેમની આવકના પ્રમાણમાં આ સંસ્થાને ફાળો આપે છે. સર્નમાં લગભગ 1200 વૈજ્ઞાનિકો અને ઇજનેરો છે અને કુલ 3500 કર્મચારીઓ છે. આ સંસ્થામાં કશું જ ખાનગી સંશોધન થતું નથી. બધું જ કામ સામયિકોમાં પ્રસિદ્ધ થાય છે. સર્નના ડિરેક્ટર - જનરલ ડૉ. રોલ્ફ હ્યુઅરે (Rolf Heaer) જુલાઈ 4, 2012ના રોજ પત્રકારોને જણાવ્યું કે, ''અમે ગૌણઅણુ કણોના પ્રમાણભૂત નમૂનામાં ટેબલનું છેલ્લું ખૂટતું પાયાનું અનિવાર્ય કણ શોધ્યું છે. આ ચિત્તાકર્ષક કણના બધા ગુણધર્મો શોધવાની લાંબી મુસાફરીની શરૂઆત છે.'' આ શોધ વિસ્તારપૂર્વક ડૉ. ઇન્કાન્ડેલ (Incandela) અને ડૉ. ગિઆનો ટ્ટિએ (Gianotti) વર્ણવી અને જણાવ્યું કે પાકા પુરાવા સાથે જે ગૌણઅણુ કણ શોધ્યો છે તેનું દ્રવ્ય અને જાત હિગ્ગસકણના જેવી જ છે. અબજો ડૉલરો અને માણસોની લાખો કલાકોની મહેનતથી આ બન્યું છે.

ગૌણઅણુ કણોનું પ્રમાણભૂત નમૂનાનું ટેબલ લગભગ 1970માં પૂરું થયેલું જે નીચે પ્રમાણે છે. આ ટેબલના ઘણા બધા કણોનું અસ્તિત્વ ચકાસી શકાયું છે. જમણી બાજુના સૌથી નીચેના કણ હિગ્ગસ બોઝોન Hનું અસ્તિત્વ સર્ને ચોક્કસતાપૂર્વક કર્યું. હવે આ ટેબલ પાકું થયું

ટેબલ - 1

	ફર્મિઓનો (Fermions)			બોઝોનો (Bosons)
ક્વાર્કો (Quarko)	U અપ ક્વાર્ક	C ચાર્મ ક્વાર્ક	T ટોપ ક્વાર્ક	R ફોટોન
	D ડાઉન ક્વાર્ક	S સ્ટ્રેઈન્જ ક્વાર્ક	B બૉટમ ક્વાર્ક	Z ઝી બોઝોન
લેપ્ટોનો(Laptons)	E ઇલેક્ટ્રોન	U મ્યુઓન (noun)	T ટાઉ (Tau)	W ડબલ્યુ બોઝોન
	Ve ઈલેક્ટ્રોન ન્યુટ્રિનો	Vu મ્યુઓન ન્યુટ્રિનો	Vt ટાઉ ન્યુટ્રિનો	g ગ્લુઓન (Gluon
				H હિગ્ગસ બોઝોન (Higgs Boson)

પ્રોટોનના દ્રવ્ય કરતાં હિગ્ગસકણનું દ્રવ્ય 133 ગણું છે. પ્રમાણમાં આ કણ વજનદાર ગણાય. આથી તેને શોધવા માટે વિકરાળ પ્રવેગર (Accelerator) જોઈએ. પાયાના કણોની ઘણી શોધો થઈ છે અને કોઈએ ખાસ ધ્યાન આપ્યું નથી. જ્યારે હિગ્ગસકણની શોધનું આટલું બધું મહત્ત્વ કેમ ? હિગ્ગસકણ બીજા બધા પાયાના કણો તેમનું દ્રવ્ય કઈ રીતે મેળવે છે તેની મહત્ત્વની કડી પૂરી પાડે છે.

પાયાના કણોના બે મુખ્ય ભાગ છે. ફર્મિઓનો અને બોઝોનો. પૃથ્વી જેમ તેની ધરીની આસપાસ ફરે છે, તેમ કણો પણ તેમની ધરીની આસપાસ ફરે છે. કણના કોણીય આવેગને (Angular Momenturn)ને સ્પિન (Spin) કહેવાય. ઈલેટ્રોન, અપ ક્વાર્કનો સ્પિન આંક 1/2 છે જ્યારે ફોટોનનો સ્પિન આંક 1 છે. જે કણોનો સ્પિન આંક 1/2 હોય કે કણો ફર્મિઓનો કહેવાય છે, જ્યારે જે કણોના સ્પિન આંક પૂર્ણાંક હોય તે કણો બોઝોનો કહેવાય છે. ફોટોનનો સ્પિન આંક 1 હોઈને, ફોટોન બોઝોન છે. ભારતીય ભૌતિકશાસ્ત્રી સત્યેન્દ્રનાથ બોઝના ફાળાને ધ્યાનમાં રાખીને પૉલ ડિરાકે (Poul Dirac) આવા કણોને બોઝોનો કહેલા.

સત્યેન્દ્રનાથ બોઝનો જન્મ જાન્યુઆરી 1, 1894માં કોલકતા (Kolkata)માં થયેલો. તેમના પિતા સુરેન્દ્રનાથ બોઝ ઈસ્ટ ઇન્ડિયા રેલવેમાં ઇજનેરી ખાતામાં નોકરી કરતા હતા. તેમને છ બહેનો હતી. હિન્દુ હાઈસ્કૂલમાં એક વખત પરીક્ષામાં એક રીતથી વધારે રીતે દાખલાઓ ગણવા માટે 100માંથી 110 ગુણ મળેલા. ઘણા મિત્રો સાથે ભેગા થઈને દૂરબીન અને વિજ્ઞાનનાં સાધનો બનાવતા. પ્રેસિડન્સી કૉલેજમાંથી બી.એસસી. (B.Sc.) થયા અને કલકત્તા યુનિવર્સિટીમાંથી એમ.એસસી. (M.Sc.) થયા પછી 1916માં કલકત્તા યુનિવર્સિટીના ભૌતિકશાસ્ત્ર વિભાગમાં જોડાયા.

1921માં ઢાકા યુનિવર્સિટીમાં નવો ભૌતિકશાસ્ત્ર વિભાગ શરૂ કરવા જોડાયા. 1924માં સ્ટેટિસ્ટિકલ મોડેલનું (Statistical Model) વર્ણન કરતું સંશોધન પેપર આઇન્સ્ટાઈનને મોકલ્યું અને તેમાંથી બોઝ - આઇન્સ્ટાઈન બીનાની (Phenomenon) શોધ થઈ. આ શોધના કારણે ઢાકા યુનિવર્સિટીએ તેમને ભૌતિકશાસ્ત્ર વિભાગના વડા અને અધ્યાપક બનાવ્યા. પચીસ વર્ષ પછી 1945માં કોલકતા પાછા આવ્યા અને કોલકત્તામાં મૃત્યુ પામ્યા ત્યાં સુધી ભણાવ્યું અને સંશોધન કર્યું. તેમને 1954માં પદ્મભૂષણ આપીને ભારતે કદર પણ કરી. વરાળ ઘટ્ટ થવાથી પ્રવાહી બનવાના બોઝ-આઇન્સ્ટાઈનના પાયાના કામ ઉપર સંશોધન કરનારા ઓછામાં ઓછા દશેક ભૌતિકશાસ્ત્રીઓને નોબેલ પ્રાઇઝ મળ્યાં છે.

કોઈપણ પથ્થર લઈએ. હથોડીથી ટુકડા કરીએ. નાના ટુકડાના ફરીથી હથોડીથી ટુકડા કરીએ. હથોડીના બદલે નાના ટુકડા કરવા રેઝર બ્લેડ અને જોવા માટે સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર લઈએ. ટુકડા કરે જઈએ. બે શક્યતાઓ : કાયમને માટે ટુકડા કરતા જવાય અથવા ટુકડા આગળ ન કરી શકાય. જો ટુકડા ન કરી શકાય તો આપણને નાનામાં નાનો અવિભાજ્ય ટુકડો મળ્યો. 2300 વર્ષ પહેલાં એથેન્સમાં રહેતા અને ભણાવતા ડીમૉક્રિટ્સ (Democriut) કોઈપણ પદાર્થના નાનામાં નાના અવિભાજ્ય ટુકડાને પદાર્થનો અણુ (atom) કહેતા. ગ્રીક ભાષામાં 'એટમ'નો અર્થ 'કાપી ન શકાય' જૂના જમાનામાં ગ્રીક લોકોનું અનુમાન હતું કે દુનિયાના પદાર્થો અણુના બનેલા છે. કોઈપણ પુસ્તકનાં વાક્યો શબ્દોના બનેલા છે. શબ્દો બારાખડીના બનેલા છે. બારાખડીના અક્ષરો ઉપર જ બધી ભાષાઓ રચાયેલી છે, તે જ પ્રમાણે થોડાક જ પણ સ્વતંત્ર અણુઓના સંયોગથી જુદા જુદા પદાર્થો બનેલા છે. માધ્યમિક શાળામાં આપણે

હાઈડ્રોજન, હીલિયમ, ઑક્સિજન વગેરેના અણુઓ વિશે શીખેલા. આ અણુઓ ડીમોક્રિટ્સની વ્યાખ્યા પ્રમાણેના.

રધરફોર્ડ (Ruther Ford), નિલ્સ બોહ્ર (Niels Bohr) વગેરેના કામથી અણુના કેન્દ્રભાગમાં ન્યુટ્રોન અને પ્રોટોન આવેલા છે અને તેમની આસપાસ ઇલેક્ટ્રોન ફર્યા કરે છે તે સમજાયું. અણુ શબ્દનો અર્થ નાનામાં નાનો અવિભાજ્ય ભાગ. જેને આપણે અણુ કહીએ છીએ તેના ત્રણ ભાગ થયા. અણુ શબ્દનો મનાતો અર્થ ન રહ્યો. અણું શબ્દ દઢ રીતે વપરાતો થયો હોઈને તેને તે જ રીતે વાપરીશું. હાલમાં પદાર્થના નાનામાં નાના અવિભાજ્ય ભાગને મૂળકણ (Fundamental or elementary particle) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. નવાં નવાં સાધનો શોધતાં રહેવાના કારણે આજે અવિભાજ્ય લાગતા ભાગનું આવતી કાલે વિભાજન થશે. આથી મૂળકણો બદલાયા કરશે. મૂળકણ કેવડો હશે તે સમજીએ.

આપણે નરીઆંખે મીલીમીટરનો દશમો ભાગ એટલે કે $10^{-4} = 0.0001$ મિ. જોઈએ છીએ. સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રથી આપણે જે નરીઆંખે જોઈએ છીએ તેના હજારમા ભાગનું જોઈ શકીએ. આથી સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રથી 10^{-7} મિ. જોઈ શકીએ. અણુઓ આના યે હજારમા ભાગના છે એટલે કે અણુઓ 10^{-10} મિ.ના છે. પ્રોટોન અણુ કરતાં 100,000 ઘણો નાનો છે એટલે કે 10^{-18} મિ.નો છે. આવા સૂક્ષ્મકણોની હિલચાલ અને શોધો કઈ રીતે કરી શકીએ ? આવા સૂક્ષ્મકણોના ટુકડા કઈ રીતે થઈ શકે ?

અણુઓને ભારે વેગ આપવા માટે વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રનો ઉપયોગ કરીને ઠેલીને સીધા રસ્તે કે વર્તુળાકાર રસ્તે લઈ જઈને વારંવાર ધક્કાઓ મારીને ગતિ ખૂબ જ વધારી શકાય. આ ગતિ પ્રકાશની ગતિની આસપાસની ગતિ હોય ત્યારે જ અથડાવીએ તો જ અથડાવેલા અણુઓના નાના કણોમાં ટુકડા થાય. આ ભારે વેગ આપવા માટે વપરાતાં મશીનો પ્રવેગર (એક્સ'લરેટર (accelerator) તરીકે ઓળખાય છે. આ વેગવાળા અણુઓને સામસામે અથડાવવામાં આવે છે અને અથડાવ્યા પછી જે સૂક્ષ્મકણો મળે તેનો અભ્યાસ કરીને નક્કી થઈ શકે કે શું મળ્યું. અણુઓને અથડાવવામાં વપરાતાં મશીનો અથડાવનાર (ક્લાઈડર (Collidedr) તરીકે ઓળખાય છે. અથડાવ્યા પછી મળેલા સૂક્ષ્મકણોનો અભ્યાસ કરવા માટે વપરાતાં મશીનો શોધક (ડિટેક્ટર (Detector)) તરીકે ઓળખાય છે. સીધા કે વર્તુળાકાર રસ્તાઓ ખૂબ જ વેગ આપવા માટે લાંબા જોઈએ. સારી રીતે ચલાવવા માટે તાલીમ લીધેલા ઘણા માણસો જોઈએ. આથી સર્નનો બધો થઈને ૨૫૦૦નો સ્ટાફ છે.

પ્રોટોનોના એક કિરણપુંજને (બીમ (beam)) ઘડિયાળના કાંટાની દિશામાં અને બીજા પ્રોટોનોના કિરણપુંજને ઘડિયાળના કાંટાની ઊલટી દિશામાં વર્તુળાકાર કે સીધા રસ્તે દોડાવીને પ્રવેગ આપો. પ્રોટોનના બદલે ઇલેક્ટ્રોન, એન્ટીપ્રોટોન, મ્યુઓન, વગેરેના કિરણપુંજ પણ વપરાય છે. જ્યારે બંને બાજુની ગતિ લગભગ પ્રકાશની ગતિ જેટલી થાય ત્યારે બંનેને સામસામે અથડાવવામાં આવે છે. અથડાતાં જ દ્રવ્યનું બાષ્પીભવન થઈને $E = mc^2$ પ્રમાણે અરૂપ ઉર્જામાં રૂપાંતર થાય છે. આ અરૂપ ઊર્જાનું $E = mc^2$ પ્રમાણે દ્રવ્યમાં રૂપાંતર થાય છે. આ દ્રવ્યમાં ઘણા નવા અને અજાણ્યા કણો હોય છે. આ શેના કણો છે તે શોધવા અને સમજવા શોધકો હોય છે. આ નવા કણોનું નિર્માણ થતાં જ તેમનું ઊર્જામાં રૂપાંતર થાય છે. આ અરૂપ ઊર્જાનું ફરીથી નવા અને સૂક્ષ્મ કણોમાં રૂપાંતર થાય છે. આ દ્રવ્યનું ઊર્જામાં રૂપાંતર થાય છે. આ ચાલ્યા કરે છે અને આપણા જૂના મિત્રો પ્રોટોનો આપણને પાછા મળે છે.

નીચેનું ઉદાહરણ મૂર્ખામીભર્યું લાગશે, પણ પ્રકાશના વેગથી અથડાવવાથી શું થાય તે સમજવા માટે છે. બે ટેટીઓ લઈએ. બંનેને સામસામી દિશામાં પ્રકાશની ઝડપે દોડાવીને અથડાવીએ. બંને એકબીજાના ભૂક્કા બોલાવશે અને આંખના પલકારામાં ચમકારા સાથે બાષ્પીભવન થઈને $E = mc^2$ પ્રમાણે દ્રવ્યનું અરૂપ ઊર્જામાં રૂપાંતર થશે. અને તરત જ આ ઊર્જાનું તડબૂચ અને કાકડીમાં રૂપાંતર થશે. આ દ્રવ્યનું એટલે કે તડબૂચ અને કાકડીનું $E = mc^2$ પ્રમાણે કેરી અને જામફળના દ્રવ્યમાં રૂપાંતર થશે. આ બંનેનું આંખના પલકારામાં ઉર્જામાં રૂપાંતર થશે. અને આ ચાલ્યા જ કરશે. બે ટેટીઓના ખૂબ જ શક્તિશાળી અથડામણથી આપણને થોડીક જ ક્ષણો માટે તડબૂચ, કાકડી, કેરી, જામફળ વગેરે મળ્યાં. આ બધું જોઈને ઉત્સાહથી વધારે ને વધારે ઝડપે બે ટેટીઓને સામસામે અથડાવીને આપણે પૃથ્વી ઉપર થતાં લગભગ બધાં જ ફળો અલબત્ત થોડીક ક્ષણો માટે જોઈ શકીશું.

આ રીતે 1940, 1950 અને 1960માં અલ્પ સમય માટે પણ દ્રવ્યમાન કણો સોની સંખ્યામાં શોધતાં રહ્યાં. ઘણા પાયાના કણો હતા અને ઘણા પાયાના કણો ન હતા. આ સમય દરમિયાન ભૌતિકશાસ્ત્રમાં આ ધંધો જ હતો !! પ્રવેગરમાં નવા નવા કણો કૃત્રિમ રીતે અલ્પક્ષણ માટે પેદા કરીને તેમના ગુણધર્મનો અભ્યાસ કરીને વર્ગીકરણ કરવામાં આવતું. વનસ્પતિશાસ્ત્રમાં જેમ જેમ નવા છોડ શોધાતા અને કાળજીપૂર્વક તેમનું વર્ગીકરણ કરવામાં આવતું તેવું જ આ નવા નવા કણોનું બનતું. સૌથી સરળ રીતે દ્રવ્ય પ્રમાણે ભાગ પાડી શકાય. હલકા ઓછા દ્રવ્યવાળો કણ ગ્રીક ભાષામાં 'લેપ્ટોન' છે. આથી હલકા ઓછા દ્રવ્યવાળા કણો લેપ્ટોનો તરીકે ઓળખાય છે. ઈલેક્ટ્રોન, ન્યુટ્રિયોન વગેરે લેપ્ટોનો છે. વધારે દ્રવ્યવાળા કણો બેરીઓનો (baryons) તરીકે ઓળખાય છે. ન્યુટ્રોન, પ્રોટોન, વગેરે બેરીઓનો છે. મધ્યમ દ્રવ્યવાળા કણો મીઝન (Meson) તરીકે ઓળખાય છે. મ્યુઓન (Muon) મીઝન છે.

1928માં પૉલ ડિરાકે સૂક્ષ્મ પોટલાનું ગતિશાસ્ત્ર (Quantum Mechanics) અને વિશિષ્ટ સાપેક્ષવાદને (Special Relativity) ભેગા કર્યા જે રીલેટિવિસ્ટિક ક્વૉન્ટમ મિકેનિક્સ (Relatiivistic Quantum Mechanics) તરીકે ઓળખાય છે. આના સમીકરણ ઉપરથી ડિરાકે જણાવ્યું તે ઇલેક્ટ્રોનના જેટલા જ દ્રવ્યવાળું અને ધન ચાર્જવાળું કણ હોવું જોઈએ. કોઈ પણ કણના જેટલા જ દ્રવ્યવાળું અને વિરોધી ચાર્જવાળું કણ, જેને આપણે વિરોધીકણ તરીકે ઓળખીશું, તે હોવું જોઈએ. ઇલેક્ટ્રોનનું વિરોધી કણ પૉઝિટ્રોન (Positron) છે :

તારાઓ વચ્ચેની જગ્યા ખૂબ જ ઝડપથી મુસાફરી કરતા ભાતભાતના કણોથી ભરેલી છે. આ કણો ખૂબ જ ઝડપથી (પ્રકાશની ગતિથી) લગભગ ખાલી જગ્યામાં ફર્યા કરે છે. પૃથ્વી ઉપર પણ આવે છે. આપણે તેમને કૉઝ્મિક (Cosmic) કિરણોથી (Ray) ઓળખીએ છીએ. પૃથ્વીની ઉપરના વાતાવરણના વાયુઓના અણુઓને આ કણો ખૂબ જ ઝડપથી જોરદાર રીતે અથડાતા હોઈને જૂના અને નવા કણો પેદા થાય છે. 1932માં કાર્લ એન્ડરસને (Carl Anderson) કૉઝ્મિક કિરણોનો અભ્યાસ કરતાં પૉઝિટ્રોન શોધી કાઢેલો અને તે બદલ તેમને 1936માં નોબેલ પ્રાઈઝ આપવામાં આવેલું.

ઘણી અણુકેન્દ્રીય કિરણોત્સર્ગી પ્રક્રિયાઓમાં અણુનો કેન્દ્રભાગ બીજા હલકા અણુના કેન્દ્રભાગમાં ફેરવાય છે અને ઇલેક્ટ્રોન પણ બહાર કાઢે છે. એક જ તકલીફ : નવું દ્રવ્ય પહેલાંના કરતાં નજીવું થોડુંક ઓછું દ્રવ્ય અને ઊર્જા અરસપરસ બદલી શકાય

($E=mc^2$). આથી કોઈ પ્રમાણમાં ખૂબ જ ઓછી ઊર્જા ચોરી જતું લાગ્યું. ઊર્જા સચવાઈ રહે તે માટે વુલ્ફગેન્ગ પૉલિએ (Wolfgang Paul) દ્રવ્ય અને વિદ્યુત વગરના કણની આગાહી 1930માં કરી. આ ભ્રામક કણનું નામ ફર્મિએ (Fermi) ન્યુટ્રોન ઉપરથી 'નાનો ન્યુટ્રોન' એટલે કે ન્યુટ્રિનો (Nutrino) આપ્યું. 1955માં જ્યૉર્જીઆના ન્યુક્લીઅર રીએક્ટરમાં (Nuclear Reactor) ન્યુટ્રિનોનું અસ્તિત્વ શોધાયું.

ઘણા બધા કણો શોધાતા રહ્યા અને આ બધા મૂળકણો ન હોઈ શકે. આથી તેમનું વર્ગીકરણ કરવાના પ્રયત્નો ચાલુ થયા. ખાસ ધ્યાન દોરે તેવો પ્રયત્ન ગીલ્લ-મેન્નનો (Gill-mann) ધ્યાન દોરે તેવો છે. તેમણે ઓછામાં ઓછા દ્રવ્યવાળા આઠ મીઝનોના (Isospin) આઇસોસ્પિન અને નવી શોધેલી વિચિત્રતાના અક્ષો પસંદ કરીને આલેખ દોર્યા. તેમને સરસ ષટ્કોણ (હેક્સાગૉન, Hexagon) મળ્યો. જ્યારે કણો અથડાય ત્યારે સરખા આચરણવાળા અને સરખા દ્રવ્યવાળા કણોની લાક્ષણિકતા દર્શાવવા આઇસોસ્પિન વપરાય છે. આ જ પ્રમાણે ઓછામાં ઓછા દ્રવ્યવાળા આઠ બેરીયોનોનો આલેખ પણ પહેલાંના જેવો જ હતો. આનો અર્થ શો ? ગણિતીક કોઈ સંબંધ ખરો ? તપાસ કરતાં એવું મળ્યું કે ગણિતના લી ગ્રૂપ (Lie Group) SU (3) ને અષ્ટકોણમાં દર્શાવી શકાય છે. SU (3)થી આઠકણોની સાથે સાથે દશ અને 27 કણો પણ દર્શાવી શકાય.

1962માં કણોના ભૌતિકશાસ્ત્રની (Particle physics) ચર્ચાસભા (Conference) જીનિવામાં હતી. ગીલ્લ-મેન્નને ચાર કણો Δ^-, Δ^0, Δ^+, Δ^{++}, ની ખબર હતી. પણ કોઈપણ રીતે આઠ કણોની યોજના બંધ બેસતાં ન હતાં. આ ચર્ચાસભામાં બે નવાં શોધાયેલાં કણોની જાહેરાત થઈ. ત્યાં જ પાટિયા ઉપર ગીલ્લ-મેન્ને ત્રિકોણ દોર્યા. પાયામાં ઉપરના ચાર કણો બતાવ્યા, પાયાના સમાંતર બે રેખાઓ દોરી, એક સમાંતર રેખા ઉપર ત્રણ જાણીતા અને બીજી સમાંતર રેખા ઉપર બે નવા શોધાયેલા કણો બતાવ્યા. શિરોબિંદુએ પ્રશ્નાર્થ મૂકીને અજાણ્યા કણનું નામ ઓમેગા-માઈનસ (Omega Minus) $\bar{\Omega}$ આપ્યું અને તે અજાણ્યા કણનું દ્રવ્ય, ચાર્જ અને સ્પિન કેટલું હોવું જોઈએ તે પણ જણાવ્યું. ૧૯૬૩માં જ $\bar{\Omega}$ કણ બ્રુકહેવન, ન્યુયૉર્કના (Brookhevan, New york) પ્રવેગરમાં મળ્યો. ત્યારથી આઠ કણોને દર્શાવવાની સફળતાના કારણે ગીલ્લ-મેન્ન નવા મેન્ડેલીવ (Mendleav) બન્યા.

ગીલ્લ-મેન્ને જોયું કે વધારે દ્રવ્યવાળા કણો (બેરીયનો) SU (3)ની ગોઠવણી પ્રમાણે ગોઠવી શકાય છે, પણ ફક્ત ત્રણ કણો ત્રિપુટી સ્વરૂપે કેમ ગોઠવી શકાતા નથી ? એવું ન બને કે બેરીયનો ત્રણ મુખ્ય કણોના બનેલા હોય !! ગીલ્લ-મેન્ને આ વિચારને હિંમતભરી રીતે આગળ ધપાવ્યો. અને આ ત્રણ મુખ્ય કણોમાં નામ પણ વિચાર્યાં. જેમ્સ જોયસીની (James Joyce) નવલકથા ફિન્નીગન્સ વેઈકના (Finnegan's Wake) પાત્ર ક્વાર્ક (Quark) ઉપરથી ત્રણ જુદા મુખ્ય કણોનાં નામ અપ ક્વાર્ક (Up Quark, U), ડાઉન ક્વાર્ક (Down Quark, D) અને સ્ટ્રેઈન્જ ક્વાર્ક (Strange Quark, S) પસંદ કર્યા. ક્વાર્ક શબ્દનો અર્થ શોધવાનો પ્રયત્ન કરવાની જરૂર નથી. 1964માં ગીલ્લ-મેન્ને બેરીયનો ત્રણ ક્વાર્કોના બનેલા છે તેવું કોઈપણ જાતની પ્રયોગિક સાબિતી વગર હિંમતભરી રીતે જાહેર કર્યું. ક્વાર્ક નામ પણ મજાક જેવું લાગતું અને સ્કીમનો અમુક ભાગ અને નામો પણ હડહડતાં બેવકૂફી ભર્યાં લાગતાં. આ ગીલ્લ-મેન્નના સંશોધન પેપરનો ઉલ્લેખ ગઈ સદીના કોઈપણ સંશોધન પેપર કરતાં વધારેમાં વધારે થયેલો. ખરેખર આવો જ વિચાર જ્યૉર્જ

ઝવીગને (George Zweig) પણ આવેલો અને આવાં જ બધાં પરિણામો 80 પાનાના સંશોધન પેપરમાં આપેલાં. પણ આ કામ વર્ષો બાદ પ્રસિદ્ધ થયેલું. તેમણે ક્વાર્કને બદલે એક્કો (એસ, ace) નામ પસંદ કરેલુ.

બેરીયોનો (Baryons, વધારે દ્રવ્યવાળા કણો) ત્રણ ક્વાર્કોના બનેલાં છે. પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોન વધારે દ્રવ્યવાળા કણો છે અને પ્રોટોન બે U અપ ક્વાર્કો અને એક D ડાઉન ક્વાર્કનો બનેલો છે, જ્યારે ન્યુટ્રોન બે D ડાઉન ક્વાર્કો અને એક U અપ ક્વાર્કોનો બનેલો છે. મીઝનો (Mesons, મધ્યમ દ્રવ્યવાળા કણો) ક્વાર્ક અને વિરોધીક્વાર્કના (એન્ટીક્વાર્ક) બનેલા છે. લેપ્ટોનો (Laptons, હલકા દ્રવ્યવાળા) ક્વાર્કોના બનેલા નથી. સ્વતંત્ર મૂળ કણો છે. ઇલેક્ટ્રોન, ન્યુટ્રિનો, મ્યુઓન વગેરે સ્વતંત્ર મૂળ કણો છે.

સ્ટેન્ફર્ડ લિનીઅર એક્સેલરેટર સેન્ટરના (Stan for Linear Accelerator Center, SLAC) 1968ના પ્રયોગોમાં પ્રોટોન ક્વાર્કોનો બનેલા હોવાનું પહેલવહેલું જોવા મળ્યું. સપ્ટેમ્બર 1974માં બ્રુકહેવન નેશનલ એક્સેલરેટર લેબોરેટરી, લૉન્ગ આઈલેન્ડના (Brookhaven National Accelerator Labroratory, Long Iland) ટિન્ગ (Ting) અને તેમના સહાધ્યાયીઓએ નવો કણ શોધેલો. આનું નામ J રાખેલું. આની જાહેરાત થાય તે પહેલાં જ SLACએ નવેમ્બર 1974માં આ જ કણ શોધેલો અને તેનું નામ સાઈ (psi) રાખેલું. આ બંને કામો ડિસેમ્બર 2, 1974ના ફિઝિકલ રીવ્યુ લેટર્સમાં (Physical Review Letters) પ્રસિદ્ધ થયેલાં અને આ કણ જે – સાઈના (J/psi, jay-sigh)નામે ઓળખાય છે. આને સમજાવવા માટે ચોથા ક્વાર્ક C ચાર્મની (Charm Quark, C) જરૂર પડી અને આ મૂળકણ C ચાર્મ તરીકે ઓળખાય છે. કણ જે - સાઈ (J/psi) મીઝન કણ છે અને ચાર્મોનિયન (Charmonium, $C\bar{C}$) તરીકે ઓળખાય છે અને તે C અને $\bar{C}$નો (વિરોધીચાર્મ) બનેલો છે.

1975માં સ્ટેન્ફર્ડના (SLAC) માર્ટીન પર્લ (Martin Perl) અને સહાધ્યાયીઓએ ઇલેક્ટ્રોન અને મ્યુઓનનો કુટુંબી લેપ્ટોન શોધ્યો. આ નવો મૂળકણ ઇલેક્ટ્રોનથી 3500 ઘણા દ્રવ્યવાળો છે. આ ત્રીજો લેપ્ટોન હોઈને ગ્રીકભાષાના ત્રીજા માટેના શબ્દનો પહેલો અક્ષર લઈને ટાઉ (Tau) નામ આ નવા લેપ્ટોનનું અપાયું. ચાર લેપ્ટોનો ઇલેક્ટ્રોન, ઇલેક્ટ્રોન ન્યુટ્રિનો, મ્યુઓન, મ્યુઓનન્યુટ્રિનોની સાથે સમપ્રમાણતા (સીમીટ્રિ, Symmetry) માટે U, D, C અને S ક્વાર્કો છે. નવા બે લેપ્ટોનો ટાઉ અને ટાઉન્યુટ્રિનો ઉમેરાતાં સમપ્રમાણતા હોવી જરૂરી હોઈને બીજા બે ક્વાર્કો હોવા જોઈએ. આની શોધ શરૂ થઈ. ફર્મિ નેશનલ એક્સેલરેટર લેબોરેટરીના (Fermi National Accelerator Laboratory or Fermilab) લીઓન લેડરમેન (Leon Ledermann) અને તેમના સહાધ્યાયીઓએ 1977માં કણ અપસિલોન (Upsilon) શોધ્યો જે મીઝન હતો. આ મીઝન હોઈને ક્વાર્ક અને વિરોધી ક્વાર્કનો બનેલો છે. જે પાંચમો ક્વાર્ક શોધતા હતા તેનો આ બનેલો મીઝન છે. પાંચમો ક્વાર્ક શોધાતાં છઠ્ઠો ક્વાર્ક પણ શોધવાનો રહ્યો. આ બંનેના નામ માટે પણ ચર્ચા થઈ. ઘણા “બ્યુટી (Beauty)” અને ‘ટ્રુથ (Truth)” સૂચવતા પણ આખરે “બૉટમ (Bottom)” અને “ટૉપ (Top)” જીતી ગયા. મીઝન પસિલોન $B\bar{B}$નો બનેલો છે. પાંચમો ક્વાર્ક B બૉટમ ક્વાર્ક તરીકે ઓળખાય છે. છઠ્ઠો ક્વાર્ક ઘણા દ્રવ્યવાળો હોઈને વધારે ઊર્જાવાળા મશીનોની જરૂર રહી. આખરે 18 વર્ષ બાદ એટલે કે 1995માં ફર્મિલેબે જ T ટૉપ ક્વાર્ક પહેલવહેલો શોધ્યો. Tની જિંદગી ખૂબ જ ટૂંકી હોઈને અને ખૂબ જ દ્રવ્યમાન હોઈને શોધવાનું સરળ ન હતું.

ગુરુત્વાકર્ષણ બળથી આપણે પરિચિત છીએ. એ જ પ્રમાણે વિદ્યુતચુંબકીય બળથી પણ પરિચિત છીએ. આપણે જોરદાર (Strong) અને કમજોર (Weak) બળથી પરિચિત નથી. આ નામ નવાં છે, બદલાયા કરે છે. આ બળો અણુકેન્દ્રીય બળો છે અને એકદમ ટૂંકા અંતર એટલે કે ગૌણઅણુના માપક્રમ ઉપર જ લાગે છે. આ બંને બળો તાજેતરમાં શોધાયેલાં છે. જોરદાર બળ અણુકેન્દ્રના પ્રોટોનો અને ન્યુટ્રોનોના ક્વાર્કોને ભેગા રાખે છે. પ્રોટોનો ધન ચાર્જવાળા હોઈને તેમનું પ્રત્યાકર્ષક બળ એકબીજાને દૂર રાખવા પ્રયત્ન કરશે, પણ જોરદાર બળ પ્રોટોનો અને ન્યુટ્રોનોને ભેગા રાખે છે. ભેગા રાખવા માટે જોરદાર બળ વિદ્યુતચુંબકીય બળથી ઘણું વધારે હોવું જરૂરી છે. જ્યારે કમજોર બળ કિરણોત્સર્ગી પદાર્થો જેવા કે યુરેનિયમ અને કોબાલ્ટ જેવાના ક્ષય માટે જવાબદાર છે.

ગઈ સદીમાં ભૌતિકશાસ્ત્રીઓએ શોધી કાઢ્યું કે દરેક બળની જોડે સૂક્ષ્મ ધોરણે બળનો કણ જોડાયેલો છે. આ કણને બળનું નાનામાં નાનું પોટલું (Quantum)પણ કહી શકાય. આપણે જ્યારે વિદ્યુતચુંબકીય કિરણ પિસ્તોલ વાપરીએ છીએ ત્યારે ફોટોનનો પ્રવાહ વહેવડાવીએ છીએ. r ફોટોન વિદ્યુતચુંબકીય બળનું પોટલું છે. r એ કણ છે. ટેબલ ૧ના જમણી બાજુના છેલ્લા ખાનામાં મૂળકણ g ગ્લુઓન આપેલો છે. ગ્લુઓનને અણુના કેન્દ્રભાગને મજબૂત ગ્લુથી (glue) જોડી રાખનાર કહી શકાય. g ગ્યુઓન જોરદાર બળનું પોટલું છે. એ જ રીતે ટેબલ ૧ના જમણી બાજુના છેલ્લા ખાનામાં આપેલો મૂળકણો W અને Z કમજોર બળના પોટલાઓ છે. W, Z અને G કણોનું અસ્તિત્વ ૧૯૮૪ના પ્રયોગોમાં થઈ ચૂક્યું છે અને આ અસ્તિત્વની શોધ માનવજાતની મોટામાં મોટી શોધ છે.

મનોરંજક વાત તો એ છે કે આપણી જાણીતી દુનિયા U અપ ક્વાર્કો, D ડાઉન ક્વાર્કો, ઇલેક્ટ્રોનો, ફોટોન, ‘W,Z અને G ગ્લુઓનની બનેલી છે. બાકીના બધા લેપ્ટોનો અને ક્વાર્કો પ્રવેગરમાં બનાવેલા છે અને જ્યારે વિશ્વ પેદા થયું ત્યારે થોડાક સમય માટે તેમનું અસ્તિત્વ હતું. હાલમાં કોઈપણ જાણીતું કામ તેમનાથી થયું હોય તેમ લાગતું નથી. ગુરુત્વાકર્ષણ બળ માટે નાનામાં નાનો કણ ગ્રીવીટોન (Graviton) ગુરુત્વાકર્ષણ બળનું પોટલું છે. આનું અસ્તિત્વ હજુ સુધી શોધાયું નથી.

ડાબા હાથમાં ઇલેક્ટ્રોન હોય અને જમણા હાથમાં ડાબા હાથના જેવો જ ઇલેક્ટ્રોન હોય તેવી કલ્પના કરો. આ બંને ઇલેક્ટ્રોનોને નજીક લાવવા પ્રયત્ન કરીએ. ગુરુત્વાકર્ષણ બળ બંને ઇલેક્ટ્રોનોને ભેગા કરવા પ્રયત્ન કરશે. જ્યારે વિદ્યુતચુંબકીય બળ બંનેને જુદા રાખવા પ્રયત્ન કરશે. આ બંને બળોમાં કયું બળ વધારે જોરાવર ? વિદ્યુતચુંબકીય પ્રત્યાકર્ષક બળ ગુરુત્વાકર્ષણ બળ કરતાં 10^{42} ઘણું છે. બંને બળો સરખાવવાં હોય તો ધારો કે જમણા હાથના સ્નાયુનું બળ ગુરુત્વાકર્ષણ બળ દર્શાવે છે. સ્નાયુનું બળ એક એકમ લંબાઈએ બંને હાથમાં એક સરખું છે. વિદ્યુતચુંબકીય પ્રત્યાકર્ષક બળ દર્શાવવા માટે આપણે સ્નાયુ સાથે ડાબા હાથને લગભગ હાલના વિશ્વના અંત સુધી લંબાવવો પડે. પૃથ્વી ઉપર વિદ્યુતચુંબકીય બળ ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કચડી નાખતું નથી, કારણ કે મોટા ભાગની વસ્તુઓમાં ધન અને ઋણ વિદ્યુત (chargeo) સરખી હોઈને વિદ્યુતચુંબકીય બળ એક બીજાને રદ કરે છે. જ્યારે બીજી બાજુ ગુરુત્વાકર્ષણ બળ આકર્ષક બળ હોઈને એક બીજાને રદ કરતું નથી. ઊલટું જેમ પદાર્થ મોટો તેમ ગુરુત્વાકર્ષણ બળ વધારે. ગુરુત્વાકર્ષણ બળ આખરે નબળું બળ હોઈને તેના કણ ગ્રેવિટોનનું અસ્તિત્વ સાબિત કરવું અઘરું નબળું બળ હોઈને તેના કણ ગ્રેવિટોનું અસ્તિત્વ સાબિત કરવું અઘરું છે.

જોરદાર બળ (અણુબળ) વિદ્યુતચુંબકીય બળ કરતાં સો ગણું વધારે જોરદાર તે પ્રયોગ દ્વારા જાણી શકાયું છે. અણુકેન્દ્રમાં ઘણા પ્રોટોનો છે અને તેમનામાં ધન વિદ્યુત હોઈને વિદ્યુતચુંબકીય પ્રત્યાકર્ષણ બળ પ્રબળ છે, છતાંયે પ્રોટોનો જોડાયેલા છે. આથી પ્રોટોનો વચ્ચેનું જોરદાર બળ વિદ્યુતચુંબકીય પ્રત્યાકર્ષક બળ કરતાં ઘણું વધારે છે. જોરદાર (Strong, Nuclear) બળ કમજોર (Weak, Nuclear) બળ કરતાં લાખ ઘણું જોરદાર છે.

વૈજ્ઞાનિકોને મૂળકણોને કઈ રીતે દ્રવ્ય મળ્યું તે સમજાવવામાં તકલીફ પડે છે. તે સમાજવતાં સમજાવતાં જવાબની નજીક આવે છે, પણ કંઈક બાકી રહી જાય છે. ક્વાર્કો, લેપ્ટોનો અને બોઝોનોની સાથે કણના દ્રવ્ય અને કણોના એકબીજા સાથે જોડાવવાના સુસંગત સિદ્ધાંત માટે બોઝોન પ્રકારના કણની જરૂરિયાત જણાઈ. 1964માં એડિનબર્ગમાં (Edinburg) ભૌતિકશાસ્ત્રી પીટર હિગ્ગસ (Peter Higgs) તેમની ઑફિસમાં બેઠેલા હતા અને વિચાર આવ્યો કે અદશ્ય ક્ષેત્ર વિશ્વના ખૂણે ખૂણે પ્રસરેલું છે. વિશ્વના જન્મ સમયે નિષ્ક્રિય હતું, પણ જેમ જેમ વિશ્વ ફેલાયું અને ઠંડું પડ્યું, તેમ તેમ આ ક્ષેત્રની હાજરી લાગવા માંડી. મોટા ધડાકા સાથે (બિગ બેન્ગ (Big Bang)) વિશ્વની ઉત્પત્તિ થઈ. એ સમયે મૂળકણો દ્રવ્ય વગરના હતા. આ ધડાકા પછીના આંખના પલકારાના સમયમાં વધતા જતા વિશ્વમાં ઊર્જાનું ક્ષેત્ર સર્વત્ર ચાલુ થયું. દ્રવ્ય વગરના કણો જે પ્રકાશની ગતિથી ફરતા હતા તે આ ક્ષેત્રમાં ફસાયા અને દ્રવ્યવાળા બન્યા. જે કણોને આ ક્ષેત્રની અસર વધારે લાગી. તે કણો વધારે દ્રવ્યવાન બન્યા. વિશ્વ શરૂઆતમાં સૂક્ષ્મ દડા જેવું હતું, પણ ખૂબ જ ઊર્જાથી ભરેલું હતું. આંખના પલકારામાં વૉલીબૉલ જેવડું થયું અને હિગ્ગસક્ષેત્ર જીવંત થયું. આ સમયમાં દ્રવ્યનો પહેલો ભારે ટુકડો બન્યો. હિગ્ગસના દ્રવ્ય આપવાના ક્ષેત્રના કેન્દ્રમાં તો આ ક્ષેત્ર સાથે જોડાયેલો નવો કણ હિગ્ગસકણ તરીકે ઓળખાય છે. કણોને દ્રવ્ય આપ્યા પછીના રહેલા હિગ્ગસક્ષેત્રના કણો હિગ્ગસ બોઝોન કણો છે. આ ક્ષેત્ર વગર વિશ્વનાં મૂળકણો પ્રકાશની ગતિથી સુસવાટા મારતાં હોત. અણુ અને અણુસમુદાય (molecule) ન હોત. ગ્રહો, તારાઓ અને તારામંડળ ન હોત. હિગ્ગસની માન્યતા સાચી હોય તો હિગ્ગસકણ હોવું જોઈએ.

ગૌણઅણુ કણોના પ્રમાણભૂત નમૂનાના ટેબલ-1માં ઘણાં બધાં મૂળકણો છે, આથી આ ટેબલ સરળ નથી. આ ટેબલ સરળ બની શકે ? શક્યતા ખરી. આપણે હિગ્ગસ બોઝોન કણ H કાઢીને કમજોર બળના માની લીધેલા સિદ્ધાંતથી મળતી માહિતીને પ્રયોગથી મળતી માહિતી સાથે સરખાવીએ. જો ઊર્જા ઓછી હોય તો બંને માહિતીઓ લગભગ સરખી છે. જો ઉર્જા વધારે હોય તો બંને માહિતીઓ તદ્દન જુદી છે. આનો અર્થ એ થાય કે કંઈક અગત્યનું રહી ગયું છે. શક્ય છે કે કોઈ નવો કણ ખૂટતો હોય. કોઈએ હિગ્ગસકણ જેવા કણની જરૂરિયાતની સૂચના કરી હોત.

હિગ્ગસક્ષેત્ર અને હિગ્ગસકણ સમજવા માટે નીચેનું ઉદાહરણ મદદરૂપ થશે. ધારો કે એક મોટા ઓરડામાં ઘણા બધા ઊભા ઊભા બાજુવાળા જોડે કોઈની કોઈ બાબતોની દલીલો કરતા ઊભા છે. ઓચિંતા જ ઓરડામાં કોઈ ખૂબ જ જાણીતા ક્રિકેટ રમનાર કે જાણીતા અભિનેતા ખૂબ જ ઝડપે પસાર થવા નીકળે છે. થોડા ઘણા લોકો તેમની આસપાસ ટોળે વળે. લોકો તેમની આસપાસ ટોળે વળતાં તેમને આગળ વધવામાં અડચણ ઊભી થાય અને તે ધીમા પડે. જાણે કે એવું લાગે કે તેમના દ્રવ્યમાં વધારો થયો. ($m_1v_1 = m_2v_2$, m દ્રવ્ય અને v ગતિ દર્શાવે છે.) બધા લોકો હિગ્ગસક્ષેત્ર દર્શાવે છે. જાણીતા ક્રિકેટ, રમનાર કે જાણીતા અભિનેતાએ કણ છે, જેમણે ક્ષેત્રની સાથે ક્રિયા પ્રતિક્રિયા કરીને

દ્રવ્યમાં વધારો કર્યો. ટોળે વળનારા લોકો હિગ્ગસબોઝોન કણો છે.

સર્નનો 'લાર્જ હાર્ડન ક્લાઈડર (Large Hardon Callider, LHC)' ભાગ છે. LHC હિગ્ગસ બોઝોન કણ શોધવા માટે અને આ જ પ્રકારનાં બીજાં સંશોધનો માટે સો કરોડ ડૉલરોના ખર્ચે બાંધવામાં આવેલું છું. પ્રોટોન-પ્રોટોનની એક લાખ કરોડ વખતની અથડામણમાં કદાચ એકાદ વખત હિગ્ગસકણ પેદા થાય. આ કણનું તરત જ વિઘટન (decony) બીજા કોઈ કણમાં થાય. પ્રોટોન-પ્રોટોન અથડાય ત્યાં શોધકો જેમાં પરિવર્તન થાય તે કણને શોધે. જારના પૂળાઓના મોટા ઢગલામાં નાની પડેલી સોયને શોધવાથી યે આ કામ અઘરું છે. હિગ્ગસ કણ શોધવા માટે પ્રોટીન-પ્રોટીનને પાંચ કરોડ વખત અથડાવ્યા. આનો વિચાર કરવા માટે પ્રોટોન-પ્રોટોનની એક વખતની અથડામણ માટે એક રેતીનો કણ લઈએ, તો બધી અથડામણ માટે મોટો સ્વિમિંગપૂલ ભરાય તેટલી રેતી થાય. ૩૫ લાખમાં એક વખત ખોટું પડવાની શક્યતા છે. લગભગ ચોક્કસ આ હિગ્ગસ કણ છે અને વૈજ્ઞાનિકો હિગ્ગસ બોઝોન કણ વિશે જાણવા માટે આતુર છે.

અમેરિકાની શિકાગો નજીક આવેલી ફર્મિલેબ (Fermilab) અને યુરોપની ફ્રાન્સ-સ્વિટ્ઝરલૅન્ડની સરહદ ઉપર આવેલી સર્વ વચ્ચેની હિગ્ગસ બોઝોન કણ શોધવાની હરીફાઈમાં સર્ન જીતી ગયું છે.

(નરસિંહજીની મંદિર પાસે, ઉવારસદ રોડ,
શેરથા તા. જિ. ગાંધીનગર)

ગરીબીનું ગૌરવ

આપણા દેશમાં ગરીબીનું પણ એક પ્રકારનું ગૌરવ છે, એક જાતનો મોભો છે. અહીં ગરીબ પોતાની ગરીબીથી શરમાતો નથી. તવંગરના મહેલના કરતાં પોતાની ઝૂંપડીને તે વધારે ચાહે છે – અરે, તે ઝૂંપડીને વિશે અભિમાન પણ રાખે છે. દુનિયાના ભૌતિક પદાર્થોની માલિકીની બાબતમાં ગરીબ હોવા છતાં, તે દિલનો અથવા આત્માનો દરિદ્રી નથી. સંતોષ તેની સંપત્તિ છે. હિંદુસ્તાનમાં માણસનો એવા પ્રકારનો ખાસ નમૂનો જોવાને મળે છે, જે પોતાની જરૂરિયાતો બને તેટલી ઓછી રાખવામાં આનંદ માને છે. તે પોતાની પાસે માત્ર મૂઠી લોટ ને ચપટી મીઠું-મરચું રાખી એક કકડામાં બાંધીને ફરે છે. કૂવામાંથી પાણી ખેંચીને પીવાને માટે તે ખભે દોરી-લોટો ભેરવીને ચાલે છે. તેને આ સિવાય બીજી એકે વસ્તુનો ખપ નથી. રોજના દસથી બાર માઈલ તે પગે ચાલી નાખે છે. પોતાના કપડાના કટકામાં જ તે લોટ બાંધી લે છે, બળતણને માટે થોડાં સૂકાં ડાંખળાં આમતેમથી વીણી લઈ તેની ધૂણીના અંગારા પર પોતે બાંધેલા લોટને શેકી લે છે. આ રીતે શેકાયેલા લોટને બાટી કહે છે. મેં તે ચાખી છે. મને તે ઘણી સ્વાદિષ્ટ લાગી છે. સ્વાદ સાચું જોતાં ખાવાની વાનીમાં નથી; પ્રામાણિક મજૂરી અને મનનો સંતોષ જે ભૂખ લગાડે છે, તેમાં રહેલો છે. આવા માણસનો સાથી કે બેલી અને મિત્ર ઈશ્વર છે, અને તે પોતાને કોઈ રાજા કે બાદશાહથીયે વધારે શ્રીમંત માને છે.

એથી ઊલટું, જે કોઈ પૈસાની તૃષ્ણામાં ને તૃષ્ણામાં તેની પાછળ પડે છે તેને, ગમે તે રૂપાળા નામે પણ, બીજાને લૂંટ્યા કે ચૂસ્યા વિના છૂટકો નથી. અને એ બધું કરવા છતાં દુનિયાના કરોડો તો કદી લક્ષાધિપતિ થવાના નથી.

મો૦ ક૦ ગાંધી