කැටයනවල පැවැත්ම

එකවර ජීවත්වන හා මියගිය බළලකු නිර්මානයකිරීමට නොහැකිවුව ද, බටහිර විද්‍යාඥයන් එකවිට බැමුම් අවස්ථා දෙකක ඇති කැටයන නිර්මානයකිරීමට සමත් වී ඇත. මෙය තරමක් විස්තර කළයුතු ය. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක හෝ වෙනත් ක්වොන්ටම් අංශුවක හෝ බැමුම (spin) යනු බමරයක බැමුමට වඩා වෙනස් දෙයක් බව අපි සඳහන්කෙළෙමු. ක්වොන්ටම් අංශුවක බැමුම ත්‍රිමාන අවකාශයෙහි දිශා තුනක් දිගේ මැනගත හැකි ය. යම් දිශාවක් දිගේ බැමුම එක්කෝ උඩු අතට විය හැකි ය, නැත්නම් යටි අතට විය හැකි ය. මෙහි උඩු අත හා යටි අත යන්න දිශාවක හුදු පැති දෙකක් පමණකි. සාමාන්‍යාර්ථයෙන් උඩ හා පහත යන්නක් එයින් අදහස් නො කෙරෙයි.

අවකාශයෙහි එක් දිශාවක් දිගේ බැමුම මැනගත්තේ යැයි සිතමු. ඉන් අදහස්වන්නේ ඒ දිශාව දිගේ බැමුම උඩු අතට ද එසේත් නැත්නම් යටි අතට ද යන්න අප දන්නා බව ය. එහෙත් ක්වොන්ටම් අංශුවෙහි එක් දිශාවක් දිගේ බැමුම මැනගත්තේ ය, එනම් නිරීක්ෂණය කෙළේ ය, යන්නෙන් ගම්‍යවන්නේ අනෙක් දිශාවන් දෙක දිගේ බැමුම හෝ බැමුම් හෝ අප නොදන්නා බව ය. ඒ හයිසන්බර්ග් අනිශ්චය මූල ධර්මයට අනුකූලව ය. එක් දිශාවක් දිගේ බැමුම දත් වහාම අනෙක් දිශා දෙකින් එකක හෝ බැමුම දැනගත නො හැකි ය. ඒ දිශාවන් දිගේ අංශුවෙහි බැමුම එක්විට උඩු අතට මෙන් ම යටි අතට ද වෙයි. ඒ දිශාවන් දෙකෙන් එක් දිශාවක් දිගේ බැමුම මැනගතහොත් එවිට එය එක්කෝ උඩු අතට හෝ යටි අතට වනු ඇත. එහෙත් ඒ සමග කලින් බැමුම දත් දිශාව දිගේ බැමුම උඩු අතට මෙන් ම යටි අතට ද පත්වෙයි.

ක්වොන්ටම් අංශුවක බැමුම එලෙස ඇතැම් දිශාවක් දිගේ එක්විට උඩු අතට මෙන් ම යටි අතට ද විය හැකි ය. බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයන් කර ඇත්තේ අංශුවල බැමුම එලෙස ඇති බව පෙන්වාදීම ය. මෙහි දී කිවයුතු කරුණු කිහිපයක් වෙයි. ක්වොන්ටම් අංශුවක අවස්ථාව හිල්බට් අවකාශයෙහි යම් දෛශිකයක් මගින් නිරූපනය කළහැකි බව අපි කලින් දුටුවෙමු. එමෙන් ම ඒ දෛශිකය (තරංග ශ්‍රිතය) ඕනෑම නිරීක්ෂ්‍යයක් විසින් ලබාගත හැකි අවස්ථා නිරූපනයකරන දෛශිකවල (අයිගන් දෛශිකවල) ඒකජ සංයෝජනයක් ලෙස ලිවිය හැකි බව ද සඳහන් වී ඇත. ඒ නිරීක්ෂ්‍යය නිරීක්ෂණය නොකර ඇති තාක් අංශුවේ අවස්ථාව එහි අයිගන් දෛශිකවල ඒකජ සංයෝජනයක් ලෙස ප්‍රකාශකළ හැකි ය යන්න එහි තේරුම වෙයි.

එහෙත් ඒ නිරීක්ෂ්‍යය නිරීක්ෂණය කළ වහාම ක්වොන්ටම් අංශුවෙහි අවස්ථාව නිරීක්ෂ්‍යයෙහි එක් අයිගන් දෛශිකයකින් පමණක් නිරූපනය කළහැකි වෙයි. ඒ අයිගන් දෛශිකයෙන් නිරූපනයවන්නේ නිරීක්ෂණයෙන් පසු අංශුව ලබාගන්නා අවස්ථාව ය. කලින් අයිගන් දෛශිකවල ඒකජ සංයෝජනයක් ලෙස ප්‍රකාශිත ව තිබී දැන් එක් අයිගන් දෛශිකයක් පමණක් බවට පත්වීම තරංග ශ්‍රිතයෙහි කඩාවැටීමක් (collapse of the wave function) ලෙස හැඳින්විණි. අංශුවේ බැමුම සම්බන්ධයෙන් ද ඒ අදාළ ය. යම් දිශාවක් දිගේ බැමුම මැනීමට පෙර ඒ බැමුමේ අයිගන් දෛශික දෙකෙහි (උඩු අත හා යටි අත) ඒකජ සංයෝජනයක් ව තිබූ අවස්ථා ශ්‍රිතය (state function) හෙවත් තරංග ශ්‍රිතය මැනීමෙන් පසුව එක් අයිගන් දෛශිකයක් පමණක් බවට පත්වෙයි. එනම් එක් අයිගන් දෛශිකයකට කඩා වැටෙයි.

බෝර් විද්වතාට එල්ල කරනු ලැබූ ප්‍රශ්නය වූයේ එසේ තරංග ශ්‍රිතය කඩාවැටීමට පෙර අදාළ බැමුමේ අයිගන් දෛශික දෙකෙහි ඒකජ සංයෝජනයක් වශයෙන් අංශුවේ අවස්ථාව නිරූපනය වනවිට අංශුව ඒ අවස්ථා දෙකෙහි ම එකවිට පවතින්නේ ද යන්න ය. ෂ්රොඩිංගර්ගේ බළලා පිළිබඳ ප්‍රශ්නයෙහි ද ඇත්තේ බළලා මියගිය අවස්ථාවෙහි මෙන් ම ජීවත්වන අවස්ථාවෙහි ද එක්විට පැවතිය හැකි ද යන්න ය. බෝර් විද්වතා එයට දුන් පිළිතුර වූයේ ඒ ගැන කතාකිරීම හෝ කල්පනාකිරීම හෝ තේරුමක් නැති ක්‍රියාවක් බව ය. එයට හේතුව ලෙස ඔහු දැක්වූයේ යමක් නිරීක්ෂණය නොකරණ විට එය පවතින්නේ ද නැත් ද යනුවෙන් ඇසීම තේරුමක් නැති බව ය. අයින්ස්ටයින් පඬිවරයා එවිට ඇසූ ප්‍රශ්නය වූයේ අප හඳ දෙස නොබලන විට එය පවතින්නේ ද නැත් ද යන්න ය. ඒ ප්‍රශ්නයට බෝර් විද්වතා දුන් පිළිතුරක් ගැන දැනගැනීමට නැත. එහෙත් අවශ්‍ය නම් ඔහුට කිවහැකි ව තිබුණේ අප හඳ දෙස නොබැලුව ද වෙනත් අයකු ඒ මොහොතේ හඳ දෙස බලන්නේ ය යන්න ය. එසේත් නැතහොත් අප හඳ දෙස බැලූ පසු අප එහි අවස්ථාවෙහි වෙනසක් නොකරනතාක් හඳ පවතින්නේය යනුවෙන් පිළිතුරක් දිය හැකිව තිබුණි.

© Prof. Nalin De Silva

එයටත් එහා ගොස් අවශ්‍ය නම් හඳ වැනි මහේක්ෂ (macro) වස්තූන්ට ක්වොන්ටම් භෞතිකය බලනොපාන බව ද කිවහැකිව තිබුණි. එහෙත් මේ පිළිතුරුවල ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදයෙහි ඇති දුර්වලකම ද හෙළිවෙයි. එක් පැත්තකින් අපේ ඉන්ද්‍රියවලට මෙතරම් වැදගත්කමක් දෙන්නේ ඇයි ද යන ප්‍රශ්නය මතුවෙයි. ඉන්ද්‍රියගෝචර අත්දැකීම් පමණක් විශ්වාස කළ යුතු ද? අපේ ඉන්ද්‍රිය අප මුළා නොකරන්නේ ද? මුළා කරන්නේ ය යන ප්‍රකාශයෙන් අදහස්වන්නේ අප මුළා නොවන තැන් ද ඇති බව ය. ඒ මුළා නොවන අවස්ථාවන්හි දී පමණක් අපට සත්‍යය පසක් වන්නේ ද? මුළා නොවන බව අප දැනගන්නේ කෙසේ ද? සත්‍යය යනු කුමක් ද? මෙවැනි ප්‍රශ්න රාශියකට ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදයෙහි සාර්ථක පිළිතුරක් දියහැකි නො වෙයි.

බළලා පිළිබඳ ඇසූ ප්‍රශ්නයෙන් බෝර් විද්වතාට ඒ අවස්ථාවට සරිලන සාර්ථක පිළිතුරක් දියහැකිව තිබුණ ද කැටයනවල බැමුම සම්බන්ධයෙන් වර්තමාන ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදියකුට කිවහැක්කේ කුමක් ද? යම් දිශාවක් දිගේ කැටයනයකට බැමුම් අවස්ථා දෙකෙහි ම එකවිට පිහිටිය හැකි ය. ඒ බව බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයන් පරීක්ෂණාත්මක ව පෙන්වා තිබෙනු පමණක් නොව එය ක්වොන්ටම් පරිගණකවල යොදා ගැනෙයි. තවම ක්වොන්ටම් පරිගණක වෙළෙඳපොළෙහි නැති බව සැබෑ ය. එහෙත් ක්වොන්ටම් පරිගණක සම්බන්ධ මූලික පර්යේෂණ දැන් කෙරෙමින් පවතියි. එහි දී එක්විට අවස්ථා කිහිපයක පවතින අංශු ඇති බව තහවුරු වී ඇත.

දැන් එසේ නම් ප්‍රශ්නයවනුයේ අප බැලුවත් නැතත් එලෙස අංශු අවස්ථා කිහිපයක පැවැත්ම කෝපන්හේගන් විවරණය මගින් තේරුම්ගන්නේ කෙසේ ද යන්න ය. මෙහ දී කෝපන්හේගන් නිරීක්ෂණයට ගැලවිය හැකි මගක් වෙයි. බැමුම් අවස්ථා දෙකක එකවිට පවතින ක්වොන්ටම් අංශු බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයන් විසින් නිරීක්ෂණය කෙරී නැත. එසේ නම් ඔවුන් කර ඇත්තේ කුමක් ද යන ප්‍රශ්නය කිසිවකුට ඇතිවනු ඇත. බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයන් කර ඇත්තේ කැටයනයකට හෝ වෙනත් ක්වොන්ටම් අංශුවකට හෝ එකවිට අවස්ථා දෙකක පැවතිය හැකි බව තහවුරු කිරීම පමණ ය. එසේ කැටයන පවතින බව ඔවුහු දනිති. එහෙත් ඔවුන් ඒ බව නිරීක්ෂණය කර නැත.

නිරීක්ෂණය කර නැත යන්නෙන් අදහස්කරන්නේ කැටයනයක යම් දිශාවක් දිගේ ඇති බැමුම කුමක්දැයි දැනගැනීමට බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයන් උපකරණයක් යොදා නොමැති බව ය. ඔවුන් බැමුම කුමක් දැයි මැනගැනීමට උත්සාහයක් දරා නැත. යම් අයුරකින් ඔවුන් එවැනි උත්සාහයක් දැරුවහොත් කැටයනය එක් අවස්ථාවකට පමණක් සීමාවනු ඇත. එනම් එවිට තරංග ශ්‍රිතය කඩාවැටෙනු ඇත. කැටයනය අවස්ථා දෙකක ඇති බව භෞතික විද්‍යාඥයෝ දනිති. එහෙත් කැටයනයේ අවස්ථා දෙකම එකවිට නිරීක්ෂණයකිරීමට ඔවුන්ට නො හැකි ය. එසේ නිරීක්ෂණය කළ වහාම කැටයනය එක් බැමුම් අවස්ථාවකට පමණක් කඩා වැටෙයි.

මෙය තරමක් පටලැවිලි සහගත යැයි යමකුට සිතුණහොත් එය පුදුමයට කරුණක් නො වෙයි. බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයෝ ඉන්ද්‍රියගෝචර නිරීක්ෂණ ගැන විශ්වාසය තබති. යථාර්ථවාදියෝ මෙන් ම ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදියෝ ද ඉන්ද්‍රියගෝචර සංසිද්ධි ඇත්තට ම පවතින්නේ යැයි සිතති. එලෙස සලකති. යථාර්ථවාදියෝ එයට අමතර ව ඉන්ද්‍රිය ගෝචර නොවන දෑ ද ඇතැයි ගනිති. එහෙත් ඒ සැමවිට ම නොව ඉන්ද්‍රියගෝචර සංසිද්ධි ඒ ඉන්ද්‍රියගෝචර නොවන දැයින් තේරුම්ගත හැකි අවස්ථාවල දී ය. උදාහරණයක් ලෙස ඉන්ද්‍රියගෝචර නොවුණ ද, පරමාණු, ගුරුතාවාකර්ෂණ ක්ෂෙත්‍රය, විද්‍යුත් චුම්බක ක්ෂෙත්‍රය ආදිය ඇතැයි පිළිගැනීමට ඔවුන්ට හැකි ය. පරමාණු ඇතැයි ගැනීමෙන් රසායන විද්‍යාවේ බොහෝ කරුණු ද භෞතික විද්‍යාවේ ඇතැම් කරුණු ද තේරුම්ගැනීමට හැකිවෙයි.

එහෙත් ඔවුන්ට ප්‍රශ්නයක් වන්නේ ගුරුත්වාකර්ෂණය සම්බන්ධයෙන් ය. එකල ප්‍රක්ෂිප්තවල පමණක් නොව ග්‍රහ වස්තුවල චලිතය ද ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂෙත්‍රය මගින් තේරුම්ගත හැකිව තිබූ බැවින් යථාර්ථවාදය පිළිගත් බටහිර විද්‍යාඥයන්ට ගුරුත්වාකර්ෂණය ඇතැයි පිළිගැනීමේ ප්‍රශ්නයක් නො වී ය. එහෙත් අයින්ස්ටයින් විද්වතාගේ සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙන් පසුව ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂෙත්‍රය යනුවෙන් යමක් නොමැති බව බටහිර විද්‍යාඥයෝ තේරුම් ගත්හ. එහෙත් යථාර්ථවාදීහු ඉන් ලබාගත හැකි නිගමන ලබා නොගත්හ. ඔවුහු ගුරුත්වාකර්ෂණය වෙනුවට අවකාශ කාලයෙහි වක්‍රතාව පිළිගත්ත ද යථාර්ථවාදය අත් නො හැරිය ය. විද්‍යාඥයන් වුව ද යමක් පිළිගන්නේ හුදෙක් න්‍යායක්, තර්කයක්, අත්දැකීමක් මත පදනම් වී නොවන බවට මෙය ද උදාහරණයකි.

© Prof. Nalin De Silva

ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදීහු ඉන්ද්‍රියගෝචර නොවන දෑ ගැන සැලකිල්ලක් නොදක්වති. ඔවුන්ට අනුව අප ඇතැයි දන්නේ ඉන්ද්‍රියගෝචර දෑ පමණ ය. ඉන්ද්‍රියගෝචර දෑ ඇති බව ඔවුන්ට නිශ්චිත ය. එමෙන් ම ඔවුන්ට නිශ්චිතවන්නේ ද එලෙස ඉන්ද්‍රියගෝචර වූ දෑ පමණ ය. ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදයේ පුරෝගාමියකු වූ මාක් විද්වතා බටහිර භෞතික විද්‍යාවෙහි පරමාණු යොදාගැනීම පිළිබඳ විරුද්ධත්වයක් දැක්වී ය. ඔහු කියා සිටියේ බටහිර භෞතික විද්‍යාවෙහි යොදාගත යුත්තේ ඉන්ද්‍රියගෝචර සංකල්ප පමණක් බව ය. කෙසේ වෙතත් දැන් ඇති වී තිබෙන්නේ ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදයට අළුත් ම අවස්ථාවක් ද නො වෙයි. බැමුම් අවස්ථා දෙකක එකවිට ඇති ක්වොන්ටම් අංශු ඇතැයි බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයෝ පවසති. එහෙත් එවැනි අංශු නිරීක්ෂණය කළ කිසිවකු ද නැත.

එක්තරා අයුරකින් ගතහොත් එකවිට බැමුම් අවස්ථා දෙකකින් යුක්ත ක්වොන්ටම් අංශු පරමාණු වැනි ය. පරමාණු දැක ඇති, නිරීක්ෂණය කරඇති, කිසිවකු නැත. එහෙත් පරමාණු ඇති බව බටහිර විද්‍යාඥයෝ අද විශ්වාස කරති. මාක් විද්වතා එදා බටහිර භෞතික විද්‍යාවෙහි පරමාණු යොදාගැනීම ගැන විරුද්ධ වුව ද අද එයට විරුද්ධවන ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදියකු නැත. ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදීන් පරමාණු ඇති (පවතින) බව පිළිගන්නේ දැයි හරිහැටි කිවහැකි නො වෙයි. අඩුම තරමින් බෝර් විද්වතාට එය ප්‍රශ්නයක් නො වී ය. පරමාණු ආදී අංශු නැතැයි ගතහොත් ක්වොන්ටම් භෞතික විද්‍යාවක් අවශ්‍ය නො වෙයි. නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි අංශු ගැන බෝර් විද්වතා කතාකර ඇති බව පැහැදිලි ය. ඔහු විරුද්ධ වූයේ නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි අවස්ථා ගැන පමණක් කතාකිරීමට යැයි අද අපට සිතාගත හැකි ය. එකල ඒ සම්බන්ධයෙන් නිශ්චිත ව යමක් කියා ඇති බවට සාක්ෂි නැත. අද ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදීන්ට ප්‍රශ්නය වනුයේ නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි අවස්ථා ද ඇති බව ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදීන්ට පසක් වීම ය.

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva