ෂ්‍රෝඩිංගර්ගේ බළලා

තරංග ශ්‍රිතය කඩාවැටීමට පෙර අංශුවට පිහිටුමක් ඇත්නම් එහි අවස්ථා ශ්‍රිතය පිහිටුම් කාරකයට අදාළ අයිගන් දෛශිකය මගින් නිරූපනය වෙයි. එමෙන් ම ඒ අවස්ථාව ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවල ඒකජ එකතුවක් ලෙස ද ප්‍රකාශකළ හැකිවෙයි. (මෙහි දී අප පිහිටුම හා ගම්‍යතාව සළකාබැලුව ද, සාධාරණවශයෙන් ගතහොත් ඕනෑම කාරකයක් හා එහි ප්‍රතිබද්ධ කාරකය සැළකිය හැකි ය.) අංශුවෙහි ගම්‍යතාව මැනගැනීම සඳහා උපකරණයක් යෙදූ විගස අංශුව අළුත් අවස්ථාවකට පත්වන බවත් ඒ අවස්ථාව ගම්‍යතා කාරකයෙහි නිශ්චිත අයිගන් දෛශිකයකින් නිරූපනයකෙරෙන බවත් අපි දුටුවෙමු. කලින් ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවල එකතුවක් ව පැවති තරංග ශ්‍රිතය එක් දෛශිකයක් පමණක් බවට පත්වීම තරංග ශ්‍රිතයෙහි කඩාවැටීමක් ලෙස හැඳින්වෙයි. එසේ තරංග ශ්‍රිතය කඩාවැටෙන්නේ ඇයි ද යන්නත් කලින් ඒකජ එකතුවක් ලෙස පැවති තරංග ශ්‍රිතයෙන් නිරූපනයවූයේ කුමක් ද යන්නත් අපේ ප්‍රශ්න වෙයි.

ඒ ප්‍රශ්න සාකච්ඡාකිරීමට පෙර එක් කරුණක් මතක්කර දිය යුතුවෙයි. ගම්‍යතා කාරකය සම්බන්ධයෙන් තරංග ශ්‍රිතය එක් නිශ්චිත අයිගන් දෛශිකයකින් පමණක් නිරූපනය වනවිට තරංග ශ්‍රිතය පිහිටුම් කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවල ඒකජ එකතුවක් ලෙස ප්‍රකාශකළ හැකි වෙයි. දැන් නැවතත් අංශුවෙහි පිහිටුම දැනගතහොත් එවිට තරංග ශ්‍රිතය පිහිටුම් කාරකයෙහි නිශ්චිත අයිගන් දෛහිකයක් මගිනුත් ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවල ඒකජ සංයෝජනයක් (එකතුවක්) මගිනුත් නිරූපනය කළහැකි වෙයි.

බෝර් විද්වතා ප්‍රමුඛ පිරිස ඉදිරිපත්කළ කෝපන්හේගන් විවරණය ඉන්ද්‍රියානුභූත දර්ශනය මත පදනම් වෙයි. අයින්ස්ටයින් ෂ්‍රෝඩිංගර් ප්‍රධාන විද්වත්හු යථාර්ථවාදී දර්ශනයක පිහිටා කෝපන්හේගන් විවරණයට විරුද්ධ වූහ. ඔවුන්ට අනුව ගම්‍යතාව මැනගැනීමට පෙර අංශුවෙහි අවස්ථාව ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවල ඒකජ එකතුවක් ලෙස ප්‍රකාශකළ හැකිනම් ඒ අයිගන් දෛශිකවලින් ද යමක් ප්‍රකාශකෙරෙයි. එලෙස ඒ ප්‍රකාශකෙරෙන්නේ කුමක් ද යන්න පිලිබඳ ව විවිධ සංවාද එදවස (දැනට අවුරුදු හැත්තෑවකට පමණ පෙර) ඇතිවිය. ෂ්‍රෝඩිංගර් විද්වතාට අනුව ඒ එක් එක් අයිගන් දෛශිකයෙන් අවස්ථාවක් නිරූපනය විය යුතු විය.

එය පැහැදිලිකිරීම සඳහා ෂ්‍රෝඩිංගර් විද්වතා චින්ත පරීක්ෂණයක් (අවස්ථාවක්) ඉදිරිපත්කෙළේ ය. එය අද වන විට ෂ්‍රෝඩිංගර්ගේ බළලා නමින් හැඳින්වෙයි. එහි දළ අදහස මෙසේ ය. බළලකු, වස කුප්පියක්, ගයිගර් ගණකයක් (Geiger Counter), මිටියක් හා පරිහානියට පත්වන (decay) පරමාණු යම් ප්‍රමාණයක් කුටියක තබනු ලැබෙයි. කුටිය සම්පූර්ණයෙන් ම ආවරණයකෙරී ඇති අතර බාහිර ලෝකය සමග කිසිම සම්බන්ධකමක් නො පවත්වයි. බාහිර සිට කුටිය තුළ සිදුවන්නේ කුමක් දැයි දැනගැනීමේ (නිරීක්ෂණයකිරීමේ) ක්‍රමයක් ද නැත.

ෂ්‍රෝඩිංගර් තම චින්ත පරීක්ෂණය සැලසුම් කෙළේ පරමාණු පරිහානියට පත්වන විට ක්‍රියාත්මක වන ගයිගර් කවුන්ටරය විසින් මිටිය උඩට ඔසවා වස කුප්පිය මත අත හැරෙන ආකාරයට ය. එවිට වස කුප්පිය බිඳී එහි ඇති වස වායුවක් ලෙස කුටිය පුරා පැතිර යයි. මොහොතකින් විස වායුව ආඝ්‍රාණය කරන බළලා මිය යයි. ෂ්‍රෝඩිංගර් විද්වතාගේ තර්කය වූයේ බළලා (බළලාගේ ශරීරය) අවසාන වශයෙන් ගත්කල පරමාණුවලින් නිර්මානය වී ඇති බැවින් බළලා ද ක්වොන්ටම් පද්ධතියක් ලෙස සැලකිය හැකි බව ය. එබැවින් බළලාට ද ක්වොන්ටම් භෞතික විද්‍යාවෙහි නියම, විවරණ ආදිය වලංගු විය යුතු යැයි ඔහු කියා සිටියේ ය.

ප්‍රශ්නය මතුවන්නේ පරමාණු සම්බන්ධයෙන් ය. ඒ එක් පරමාණුවක් හෝ පිරිහුණහොත් ගයිගර් කවුන්ටරය ක්‍රියාත්මක වී දාම ක්‍රියාවලියක් ඇති වී අවසානයේ දී බළලා මිය යයි. පරමාණුව පිරිහී නැත්නම් බළලා ජීවත්වෙයි. පරමාණුව පිරිහී ඇත්නම් බළලා මියගොස් ය. පරමාණුවට පිරිහීමට යම් සම්භාවිතාවක් වෙයි. පරමාණුව පිරිහී ඇත් ද නැත් ද යනු නිරීක්ෂණයකෙරෙන තෙක් බාහිර නිරීක්ෂකයකුට ඒ දැනගැනීමට අවස්ථාවක් නැත. යම් කාලයක දී පරමාණුව පිරිහීමට යම් සම්භාවිතාවක් වෙයි. පරමාණුව නිරීක්ෂණය කර එය පිරිහී ඇත් ද නැත් ද යැයි දැනගන්නා තෙක් එය පිරිහීම සම්බන්ධයෙන් ගත්කල අවස්ථා දෙකක පිහිටයි. එවිට පරමාණුවේ අවස්ථාව නිරූපණයකිරීමට සිදුවන්නේ

© Prof. Nalin De Silva

පිරිහීමට අදාළ අයිගන් දෛශික දෙකක එකතුවක් ලෙස ය. පරමාණුවේ තරංග ශ්‍රිතය ඉන් එක් දෛශිකයකට පමණක් කඩාවැටෙන්නේ ඒ නිරීක්ෂණය කරනු ලැබූ විට යැයි කෝපන්හේගන් අර්ථවිවරණයෙන් පැවසෙයි.

පරමාණුව එලෙස ඒ නිරීක්ෂණයකෙරීමට පෙර පිරිහුණු අවස්ථාවේ මෙන් ම නොපිරිහුණු අවස්ථාවේ ද පසුවෙයි. පරමාණුවේ අවස්ථාව අදාළ අයිගන් දෛශික දෙකක එකතුවක් වීම එයට හේතුවවෙයි. පරමාණුව සම්බන්ධයෙන් ගත්කල එසේ කීම ගැටළුවක් නොවිය හැකි නමුදු අපට බළලා ගැන කිව හැක්කේ කුමක් ද? ෂ්‍රොඩිංගර් විද්වතාගේ තර්කය වුයේ බළලා ද අවසාන වශයෙන් නිර්මානය වී ඇත්තේ පරමාණුවලින් බැවින් ක්වොන්ටම් මූලධර්ම ඒ ජීවියාට ද වලංගු බව ය. පරමාණුව පිරිහී නැත්නම් බළලා ජීවත්විය යුතු ය. පරමාණුව පිරිහී ඇත්නම් බළලා මියගොස් ය.

එහෙත් පරමාණුව පිරිහී ඇත් ද නැත් ද යන වග බාහිර නිරීක්ෂකයකුට දැනගත හැක්කේ ඒ නිරීක්ෂණයකිරීමෙන් පමණකි. නිරීක්ෂණයකිරීමට නම් කුටියේ දොර විවෘතකළ යුතු ය. නිරීක්ෂණයකිරීමට පෙර පරමාණුව පිරිහී ද නොපිරිහී ද වෙයි. එසේ නම් බළලා ගැන කිවහැක්කේ කුමක් ද? පරමාණුව පිරිහී ඇත් ද නැත් ද යැයි නිශ්චිත ව නොදත් විට බළලා මියගොස් ඇත් ද නැත් ද යැයි නිරීක්ෂකයා නො දනියි. කුටියේ දොර විවෘතකර දැක බලාගන්නා තෙක් බළලා ජීවත්වන්නේ ද නොවන්නේ ද වෙයි. එයට හේතුව බළලාගේ අවස්ථාව ජීවත්වීමට අදාළ අයිගන් දෛශිකයේ හා මියයෑමට අදාළ අයිගන් දෛශිකයේ ඒකජ සංයෝජනයක් (එකතුවක්) වන බැවින් ය.

කුටියේ දොර විවෘතකිරීමත් සමග බාහිර නිරීක්ෂකයා යම් නිරීක්ෂණයක් (මැනුමක්) කරයි. එවිට පරමාණුවේ ද බළලාගේ ද තරංග ශ්‍රිත කඩාවැටෙයි. ඒ සමග පරමාණුව එක්කෝ පිරිහුණු අවස්ථාවේ හෝ නොපිරිහුණු අවස්ථාවේ හෝ වෙයි. බළලා ද එවිට එක්කෝ මියගිය අවස්ථාවට හෝ ජීවත්වන අවස්ථාවට හෝ පත්වෙයි. මෙය විකාරයක් නොවේදැයි පාඨකයාට සිතෙනු ඇත. ෂ්‍රොඩිංගර් විද්වතා ද කියා සිටියේ ද එයම ය. මේ විකාරයක් බවත් බළලා මියගිය අවස්ථාවක මෙන්ම ජීවත්වන අවස්ථාවක ද පසුවිය නොහැකි බවත්, කුටියේ දොර විවෘතකර එදෙස බැලූ සැනින් බළලා ජීවත්වීමට හෝ මියයෑමට හෝ නොහැකි බවත් ඔහු කියා සිටියේ ය.

එහෙත් ඔහු එපමණකින් නො නැවතුණේ ය. ඔහු කියා සිටියේ මේ විකාරයට පදනම් වූ කෝපන්හේගන් විවරණය ද විකාරයක් බව ය. බළලකු එසේ ජීවත්වීමේ හා මියයෑමේ අවස්ථා දෙකෙහි ම තබන අර්ථවිවරණයක් පිළිගත නොහැකි යැයි ෂ්‍රොඩිංගර් විද්වතා කියා සිටියේ ය. ඔහු මේ චිත්ත පරීක්ෂණය නිර්මානය කෙළේ ම කෝපන්හේගන් විවරණයට පහරගැසීමට ය. ෂ්‍රොඩිංගර් විද්වතා මෙන් ම යථාර්ථවාදියකු වූ අයින්ස්ටයින් විද්වතා ද කෝපන්හේගන් විවරණය ප්‍රතික්‍ෂෙප කරන ඒ චිත්ත පරීක්ෂණය අගයකෙළේ ය.

බෝර් විද්වතා ෂ්‍රොඩිංගර් විද්වතා නැගූ ප්‍රශ්නයට (අදහසට) පිළිතුරු වශයෙන් කීවේ ඒ තේරුමක් නැති ප්‍රශ්නයක් බව ය. කුටියේ දොර විවෘතකරන තුරු එහි සිදුවන්නේ කුමක් දැයි දැනගැනීමට ක්‍රමයක් නැත. දැනගැනීමට ක්‍රමයක් නැති දෑ පිළිබඳ කතාකිරීම තේරුමක් නැත. අප කළ යුත්තේ අපට දැනගැනීමට නොහැකි නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි දේ ගැන සිත සිතා සිටීම නොව දැනගත හැකි දේ පිළිබඳ ප්‍රවාද හා විවරණ නිර්මානයකිරීම යැයි බෝර් විද්වතා ප්‍රකාශකෙළේ ය.

බෝර් විද්වතාගේ ප්‍රකාශය ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදී දර්ශනය මත පදනම් වූවකි. කුටියේ දොර වසා තිබෙනතාක් එහි ඇතුළේ සිදුවන්නේ කුමක් ද යන්න අපේ ඉන්ද්‍රියවලට ගෝචර නො වෙයි. ඉන්ද්‍රියවලට අනුභව කළ නොහැකි දැහි පැවැත්මක් ගැන කතාකිරීම ම නිෂ්ඵල ක්‍රියාවක් වේ යැයි ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදීහු ප්‍රකාශකරති. ඉන්ද්‍රිය ගෝචර නොවන සංකල්ප ඇසුරෙන් භෞතික විද්‍යාව විස්තරකිරීම පිළිබඳ ව ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදයේ පුරෝගාමියකු වූ අර්නස්ට් මාක් විද්වතා විරුද්ධවිය.

යථාර්ථවාදීන් වූ අයින්ස්ටයින්, ෂ්‍රොඩිංගර් ඇතුළු විද්වතුන්ට බෝර් විද්වතාගේ පිළිතුර ප්‍රමාණවත් නො වී ය. යථාර්ථවාදීන්ට අප නිරීක්ෂණය කළ ද නොකළ ද ලෝකය පවතියි. කුටිය තුළ සිදුවන්නේ කුමක් ද යන්න අප නිරීක්ෂණය කළ ද නැත් ද එහි යමක් සිදුවෙයි. ඒ සිදුවන්නේ කුමක් ද යන්න අපට දැනගැනීමට හැකිවිය යුතු ය.

© Prof. Nalin De Silva

එසේ දැනගැනීමට නොහැකි නම් අදාළ ප්‍රවාදයේ යම් අඩුවක් තිබිය යුතු යැයි අයින්ස්ටයින් පඬිවරයා කියා සිටියේ ය. ඔහුට අනුව ක්වොන්ටම් භෞතිකය අසම්පූර්ණ පද්ධතියක් විය.

මේ ප්‍රශ්නයෙන් ගොඩ ඒමට මගක් සොයාගැනීමට බටහිරයන් අපොහොසත් වී ඇත. ඔවුන්ගේ යථාර්ථවාදය මෙන් ම ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදය ද යල්පැනගිය දර්ශන වෙයි. අද වන විට මේ ප්‍රශ්නය තවත් අවුල් වී ඇත. අවස්ථා දෙකක පසුවන බළලුන් නිරීක්ෂණයකිරීමට බටහිරයන්ට නොහැකි වුව ද. ඔවුහු දැනට වසර දහයකට පමණ පෙර අවස්ථා දෙකක පසුවන කැටයන (cation) නිරාමානයකළහ. ඔවුන් එහි දී යොදාගත්තේ බෙරිලියම් කැටයන ය.

පරමාණු සහ වෙනත් ක්වොන්ටම් අංශුවලට බැමුම (spin) යනුවෙන් සංකල්පයක් වෙයි. ක්වොන්ටම් අංශුවක බැමුම බමරයක බැමුම වැනි වුවක් නො වෙයි. බමරයක් යම් අක්ෂයක් වටා භ්‍රමණය වෙයි. ක්වොන්ටම් අංශුවල බැමුමට ද යම් දිශාවක් වෙයි. එහෙත් ඒ බැමුම බමරයක බැමුම මෙන් සරලවන්නේ යැයි නොසිතිය යුතු ය. ඒ කෙසේ වෙතත් ක්වොන්ටම් අංශුවක බැමුම එක්කෝ යම් දිශාවකට හෝ එහි ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට හෝ විය හැකි ය. ඒ විරුද්ධ දිශාවලට ඇති බැමුම් අවස්ථා දෙක බැමුම් කාරකයේ අයිගන් දෛශික දෙකකින් නිරූපනය කළ හැකිවෙයි. බටහිර විද්‍යාඥයන් පසුගිය අවුරුදු දහයක පමණ කාලයක සමත් වී ඇත්තේ මේ බැමුම ආශ්‍රයෙන් කැටයන හා වෙනත් අංශුවල ඒ අවස්ථා දෙක එකවිට නිර්මානයකිරීමට ය.

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva