බෝර්ට ප්‍රශ්නයක්

පැරණි සිංහලයන්ගේ අවකාශය හා කාලය සාපේක්‍ෂ වුව ද නිව්ටෝනීය අවකාශය හා කාලය නිරපේක්‍ෂ විය. අයින්ස්ටයිනීය අවකාශය හා කාලය සාපේක්‍ෂ වුව ද අයින්ස්ටයිනීය අවකාශ - කාලය නිරපේක්‍ෂ විය. නිව්ටෝනීය අවකාශයෙහි කාලයෙහිත්, අයින්ස්ටයිනීය අවකාශ - කාලයෙහිත් පිටුපස ඇත්තේ නිරපේක්‍ෂ දෙවියන් වහන්සේ ය. අප මැන්නත් නැතත් නිව්ටෝනීය භෞතික විද්‍යාවෙහි සිද්ධි දෙකක් අතර දුර මෙන් ම කාල ප්‍රාන්තරය ද නිරපේක්‍ෂ විය. එමෙන් ම යම්කිසි අංශුවක පිහිටුම මෙන් ම ගම්‍යතාව ද එකවිට දැනගත හැකි විය. මැන්නත් නොමැන්නත් අංශුවකට පිහිටුමක් මෙන් ම ගම්‍යතාවක් ද විය.

එහෙත් ක්වොන්ටම් භෞතිකය විසින් මේ සියල්ල අවුල් කෙරිණි. ක්වොන්ටම් භෞතිකයෙහි අංශුවක පිහිටුම දත්විට එහි ගම්‍යතාව දැනගැනීමට නොහැකි විය. අංශුවෙහි පිහිටුම දන්නේ නම් ගම්‍යතාව නොදනියි. ඒ උපකරණවල දුර්වලකම නිසා මැනගැනීමට ඇති නොහැකියාවක් නොව නෛසර්ගිකව ම අංශුවට ගම්‍යතාවක් නොවීම නිසා ඇතිවන්නක් විය. මේ තත්ත්වය අයිගන් දෛශික ආශ්‍රයෙන් ද කිවහැකි විය.

අංශුවේ පිහිටුම දත්විට අංශුවේ අවස්ථාව නිරූපනය කරනු ලැබුයේ පිහිටීමේ කාරකයෙහි ඒ අවස්ථාවට අදාළ අයිගන් දෛශිකය මගින් ය. එවිට ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකයකින් අංශුවෙහි අවස්ථාව නිරූපනයකිරීමට නො හැකිවෙයි. එහෙත් මෙහි දී මතුවන ප්‍රධාන ගැටළුවක් වෙයි. අප කලින් සඳහන්කළ පරිදි මේ අයිගන් දෛශික හිල්බට් අවකාශයෙහි දෛශික වෙයි. අදාළ කාරක ක්‍රියාකරන්නේ හිල්බට් අවකාශයෙහි මේ දෛශික මත ය.

ඕනෑම කාරකයක අයිගන් දෛශිකවලට අයත් ගුණයක් වෙයි. එනම් හිල්බට් අවකාශයෙහි ඕනෑම දෛශිකයක් මේ අයිගන් දෛශිකවලින් ප්‍රකාශකළ හැකි වීම ය. වෙනත් වචනවලින් කියන්නේ නම් ඕනෑම කාරකයක අයිගන් දෛශික හිල්බට් අවකාශයෙහි පදනමක් වෙයි. මෙයින් කියැවෙන්නේ හිල්බට් අවකාශයෙහි ඕනෑම දෛශිකයක් ඕනෑම කාරකයක අයිගන් දෛශිකවල යම් එතුවක් ලෙස ප්‍රකාශකළ හැකි බව ය. යම් එකතුවක් යන්න ගණිතයෙහි දී කියැවෙන්නේ ඒකජ සංයෝජනයක් යනුවෙනි. උදාහරණයක් ලෙස $a = \alpha x + \beta y + \gamma z$ යැයි ලියූ විට a යනු x , y හා z හි ඒකජ සංයෝජනයක් වෙයි; මෙහි α, β, γ යනු නියත (අදිශ) වෙයි.

හිල්බට් අවකාශයෙහි පදනම් රාශියක් වෙයි. ඒ ඕනෑම පදනමක් මගින් හිල්බට් අවකාශයෙහි ඕනෑම දෛශිකයක් ප්‍රකාශකළ හැකි ය. මෙහි භෞතීය තේරුම කුමක් ද? එය කෝපන්හේගන් විවරණයට හසුවන්නේ කෙසේ ද? අංශුවක පිහිටුම නිරූපණයකෙරෙන දෛශිකය හිල්බට් අවකාශයෙහි දෛශිකයක් බැවින් ඒ දෛශිකය ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවලින් ප්‍රකාශකළ හැකි වෙයි. එනම් අංශුවක පිහිටුම දත්විට ඒ අවස්ථාව පිහිටුම් කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකයක් මගින් නිරූපනය කළහැකි වීමට අමතරව ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවල යම් එකතුවක් (ඒකජ සංයෝජනයක්) ලෙස ද ප්‍රකාශකළ හැකිවෙයි.

අංශුවක යම් අවස්ථාවක් පිහිටුම් කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකයකින් නිරූපනයකළ හැකි නම් ඉන් කියැවෙන්නේ අංශුවෙහි පිහිටුම දන්නා බව ය. එලෙසම අංශුවෙහි යම් අවස්ථාවක් ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකයකින් නිරූපනයකළ හැකි නම් ඉන් කියැවෙන්නේ එවිට අංශුවෙහි ගම්‍යතාව දන්නා බව ය. එවිට කෝපන්හේගන් අර්ථවිවරණයට හා අනිශ්චය මූලධර්මයට අනුව අංශුවෙහි ගම්‍යතාව මැනගත නො හැකි ය. එහෙත් මෙහි දී ප්‍රශ්නයක් පැනනගියි.

අංශුවෙහි පිහිටුම දත්විට අංශුවෙහි අවස්ථාව පිහිටුම් කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකයකින් නිරූපනයවන අතර ඒ දෛශිකය ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවල යම් එකතුවක් ලෙස ලිවිය හැකි ය. දැන් ප්‍රශ්නය වනුයේ මේ ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවලට ලැබෙන භෞතික වැදගත්කම කුමක් ද යන්න ය. අපට ඇති ප්‍රශ්නය මෙයයි. අංශුවේ එක් අවස්ථාවක් ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවල එකතුවක් ලෙස ප්‍රකාශකළ හැකි ය. ඒ අයිගන් දෛශිකවලට ලැබෙන භෞතික වැදගත්කම කුමක් ද? ඒ එක් එක් අයිගන් දෛශිකයෙන් යම් භෞතික

© Prof. Nalin De Silva

තත්ත්වයක් නිරූපනයවන්නේ ද? කෝපන්හේගන් අර්ථකථනයට අනුව ඒ එක් එක් අයිගන් දෛශිකයෙන් යම් යම් අවස්ථා නිරූපනය වන්නේ ද යන්න වැඩකට නැති ප්‍රශ්නයකි.

කෝපන්හේගන් අර්ථකථනයේ එලෙස කියැවෙන්නේ ඒ පදනම් වී ඇති දර්ශනය හේතුකොටගෙන ය. ඒ දර්ශනය ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදය (positivism) නමින් හැඳින්වෙයි. ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදීන් සත්‍යය හෙවත් පවතින දේ යනුවෙන් සලකන්නේ පංචේන්ද්‍රියන්ට ගෝචර දෑ පමණ ය. පංචේන්ද්‍රියන්ට ගෝචර නොවන සංකල්ප භාවිතය පිළිබඳව ද ඔවුහු විරුද්ධ වූහ. දාර්ශනිකයකු ලෙස ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදියකු වූ අර්නස්ට් මාක් නම් භෞතික විද්‍යාඥයා බටහිර භෞතික විද්‍යාවෙහි කළ යුත්තේ ඉන්ද්‍රිය ගෝචර සංකල්ප ඉන්ද්‍රිය ගෝචර සංකල්පවලින් පමණක් විස්තර කළයුතු යැයි තරයේ කියා සිටියේ ය. බටහිර භෞතික විද්‍යාවෙහි ඉන්ද්‍රිය ගෝචර නොවන සංකල්ප යොදාගැනීම පිළිබඳව ඔහු විරුද්ධ විය.

උදාහරණ ලෙස ගතහොත් ඔහු පරමාණුව හා නිව්ටෝනීය නිරපේක්ෂ අවකාශය (absolute space) යන සංකල්ප බටහිර භෞතික විද්‍යාවෙහි යොදාගැනීමට විරුද්ධ විය. පරමාණුව යන්න ඉන්ද්‍රිය ගෝචර සංකල්පයක් නො වෙයි. එලෙස ම නිරපේක්ෂ අවකාශය යන්න අර්ථදැක්වීමෙන් ම නිරීක්ෂණය කළ නොහැක්කකි. නිරපේක්ෂ අවකාශයෙහි ද්‍රව්‍ය හා විකිරණ හෝ වෙනත් දෙයක් හෝ තිබිය නො හැකි ය. ඒ අනුව එහි නිරීක්ෂකයකු ද සිටිය නො හැකි ය. නිරීක්ෂකයකු සිටි විගස නිරපේක්ෂ අවකාශය නිරපේක්ෂ වන්නේ නො වෙයි. නිරීක්ෂකයකු නොමැතිව එය දැකබලාගැනීමට නො හැකි ය. එනම් අර්ථදැක්වීම හෙවත් නිර්වචනය අනුව ම නිරපේක්ෂ අවකාශය නිරීක්ෂණය කළ නො හැකි ය. එසේ වන්නේ නිරීක්ෂණයකිරීමට නම් නිරීක්ෂකයකු අනිවාර්යයෙන් ම සිටිය යුතු බැවිනි.

නිරීක්ෂකයකුට ගෝචර නොවන්නේ යැයි කීම බටහිර ද්‍රව්‍යවාදී දර්ශනයන්ට අනුව පංචේන්ද්‍රියන්ට ගෝචර නොවේ යැයි කීමකි. වෙනත් අයුරකින් කියන්නේ නම් නිරපේක්ෂ අවකාශය යන්න පංචේන්ද්‍රියන්ට ගෝචර නොවන සංකල්පයකි. මාක් විද්වතා නිව්ටෝනීය භෞතික විද්‍යාවෙහි නිරපේක්ෂ අවකාශය යන සංකල්පය යොදාගැනීමට විරුද්ධවූයේ එබැවින් ය. ඒ අදහස පසුකලෙක තරුණ ඇල්බට් අයින්ස්ටයින් විද්වතා කෙරෙහි මහත් බලපෑමක් ඇති කෙළේ ය. නිරපේක්ෂ අවකාශයක් නොමැතිව අවස්ථිති සමුද්දේශ රාමු (inertial frames of reference) යන සංකල්පය නිර්වචනයකිරීමට නො හැකි විය. එබැවින් මාක් විද්වතාට අනුව අවස්ථිති සමුද්දේශ රාමුව යන සංකල්පය ද නිව්ටෝනීය භෞතික විද්‍යාවෙහි යොදාගැනීම වැරදි විය. මේ ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදී අදහස් පසුකලෙක තරුණ ඇල්බට් අයින්ස්ටයින් විද්වතා කෙරෙහි මහත් බලපෑමක් ඇතිකෙළේ ය. සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි දී අවස්ථිති සමුද්දේශ රාමුව යන්න අයින්ස්ටයින් විද්වතා විසින් ඉවත්කෙරුණේ ඒ අදහස්වලින් ද ලත් ආභාසයෙන් ය. එහෙත් පසුකලෙක අයින්ස්ටයින් විද්වතා ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදී අදහස්වලින් ඉවත්වූවා පමණක් නොව ඒ අදහස් තරයේ ප්‍රතික්ෂෙප කෙළේ ය. ඔහු පසුව යථාර්ථවාදියකු (realist) බවට පත්විය.

මාක් විද්වතාගේ අදහස් නීල් බෝර නම් විද්වතා කෙරෙහි ද බලපෑමක් ඇතිකෙළේ ය. නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි දෑ, එනම් පංචේන්ද්‍රියන්ට ගෝචර නොවන දෑ ඔහු තමා හා හයිසන්බර්ග් විද්වතා විසින් ප්‍රධාන වශයෙන් නිර්මානයකෙරුණු කෝපන්හේගන් අර්ථවිවරණයෙන් ඉවත්කෙළේ ය. අංශුවක පිහිටුම දත්විට එහි ගම්‍යතාවක් නැත. එවිට ගම්‍යතාවක් නිරීක්ෂණයකිරීමට නො හැකි ය. එබැවින් අංශුවක පිහිටුම දන්නා විට එහි ගම්‍යතාව ගැන කියැවෙන අදහස්වලින් ද ඇති ඵලයක් නැත. නිරීක්ෂණය නොකළ හැකි ගම්‍යතාවක් ගැන කතාකළයුත්තේ ඇයි?

අංශුවක පිහිටුම දත්විට එය පිහිටුම් කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකයකින් නිරූපණයවන්නේ යැයි අපි සඳහන්කෙකෙළමු. එමෙන් ම ඒ අදාළ අයිගන් දෛශිකය ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවලින් ප්‍රකාශකළ හැකි බව ද අපි දන්නෙමු. අපට ප්‍රශ්නය වූයේ මේ ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශික මගින් නිරූපණයවන්නේ කුමක් ද යන්න ය. එලෙස අයිගන් දෛශික මගින් නිරූපණය වන අවස්ථාවක් හෝ අවස්ථා අංශුවට තිබිය හැකි ද?

අයින්ස්ටයින් විද්වතා මෙන් ම යථාර්ථවාදී දර්ශනය ප්‍රියකළ ෂ්රොඩිංගර් (Schrodinger) නම් විද්‍යාඥයාට අනුව මේ ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවලින් ද යම් යථාර්ථයක්, පැවැත්මක් නිරූපණයකෙරෙයි. ඒ නිරූපණය කෙරෙන යථාර්ථය කිසිවකුටවත් නොසළකා හැරිය නො හැකි ය. එබැවින් ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශිකවලින්

© Prof. Nalin De Silva

නිරූපණයකෙරෙන අවස්ථා අංශුවට තිබිය යුතු ය. වෙනත් වචනවලින් කිවහොත් අංශුවක පිහිටුම නිරීක්ෂණයකර ඇතිවිට එයට ගම්‍යතා එකක් නොව රාශියක් තිබිය යුතු ය. එනම් අංශුව ගම්‍යතාව සම්බන්ධයෙන් ගත්කල එක් අවස්ථාවක නොව අවස්ථා කිහිපයක ඇත.

බෝර් විද්වතා මේ අදහස එලෙසින් ගැනීම ප්‍රතික්ෂෙපකෙළේ ය. ඔහු කියා සිටියේ මේ වැඩකට නැති සාකච්ඡාවක් බව ය. අංශුවට ගම්‍යතා අවස්ථා කිහිපයක් ඇත්තේ ද නැත්තේ ද යන්න සාකච්ඡාකළ යුත්තක් නොවන බවත් අංශුවේ ගම්‍යතාව නිරීක්ෂණය නොකළ හැකි බැවින් ඒ ගැන කතාකිරීම පවා ඵලරහිත දෙයක් යැයි ඔහු කියා සිටියේ ය. ඔහු දැරූ ඉන්ද්‍රියානුභූතවාදී අදහස් අනුව පංචේන්ද්‍රියන්ට ගෝචර නොවන්නක් ඇතැයි යනුවෙන් ගැනීම තේරුමක් නැති ක්‍රියාවක් විය.

බෝර් විද්වතා එලෙස අංශුවට ගම්‍යතා අවස්ථා එකකට වඩා තිබීම සාකච්ඡා නොකළ යුතු දෙයකැයි බැහැරකළ ද ඒ පිළිබඳ දිගින් දිගට ම ප්‍රශ්න ඇති විය. මෙහි දී සිදුවන ක්‍රියාවලිය තේරුම්ගැනීම බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයන්ට හා බටහිර දාර්ශනිකයන්ට අසීරු කරුණක් විය. අද පවා ඔවුන්ට මේ පිළිබඳ නිසි අවබෝධයක් නැත. ගම්‍යතාව මැනීමට පෙර අංශුවක අවස්ථාව ගම්‍යතා කාරකයෙහි අයිගන් දෛශික රාශියකින් නිරූපණයකෙරෙයි. එනම් එවිට අංශුවේ තරංග ශ්‍රිතය (wave function) යැයි කියැවෙන්නට පද (මෙහි දී දෛශික) රාශියක් වෙයි. එහෙත් ගම්‍යතාව මැනගැනීමෙන් පසුව අංශුවට ඇත්තේ ගම්‍යතා කාරකයට අයත් එක් අයිගන් දෛශිකයක් පමණකි. එනම් එවිට අංශුවෙහි තරංග ශ්‍රිතය එක් පදයකින් (දෛශිකයකින්) පමණක් සමන්විත වෙයි. තරංග ශ්‍රිතයෙහි එලෙස කඩාවැටීමක් සිදුවන්නේ (collapse of the wave function) ඇයි?

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva