කාක්ෂික අතර ඉලෙක්ට්‍රෝන

කාලය හා ශක්තිය විෂයයෙහි අනිශ්චය මූලධර්මය (uncertainty principle), පිහිටුම හා ගම්‍යතාව විෂයයෙහි අනිශ්චය මූලධර්මයට වඩා තේරුම්ගැනීම දුෂ්කර වෙයි. අංශුවක පිහිටුම නිශ්චිත ව දන්නේ නම් එහි ගම්‍යතාව නොදනියි ලෙස අනිශ්චය මූලධර්මය දෙවැනි අවස්ථාවෙහි දී ප්‍රකාශ වෙයි. පළමු අවස්ථාවෙහි දී අනිශ්චය මූලධර්මය ප්‍රකාශ වන්නේ අංශුවක් සම්බන්ධයෙන් කාලය දන්නේ නම්, එවිට එහි ශක්තිය නොදනියි යනුවෙනි. අනෙක් අතට අංශුවෙහි ශක්තිය දන්නේ නම් එහි කාලය නොදන්නේ යැයි ඉන් කියැවෙයි.

මෙය තරමක් බැරෑරුම් අදහසක්, නැත්නම් තරමක් නුහුරු අදහසක් බැවින් එය තවදුරටත් සාකච්ඡා කළ යුතු ය. අංශුවෙහි ශක්තිය යන්න නම් බොහෝ දෙනාට නිව්ටෝනීය අංශු සම්බන්ධයෙන් ද හුරු සංකල්පයකි. එහෙත් මේ ශක්තිය කිසි විටෙකත් කර්ම ශක්තිය සමග පටලවා නොගත යුතු ය. අංශුවක ශක්තිය යනු ශක්ති සංස්ථිති නියමය සපුරාලන, මැනගත හැකි භූතාර්ථයකි (entity). එහෙත් කර්ම ශක්තිය යනු මැනගත හැකි ශක්තියක් හෝ ශක්ති සංස්ථිති නියමය සපුරාලන ශක්තියක් හෝ නොවේ. බටහිර විද්‍යාව අතනින් මෙතනින් කටගාගත් ඇතැම් භික්ෂූන් වහන්සේ ද කර්ම ශක්තිය භෞතික ශක්තියක් ලෙස සලකා ඒ ඔස්සේ අදහස් ප්‍රකාශකිරීම කණගාටුදායක ය. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් වැනි ක්වොන්ටම් අංශුවක ශක්තිය මැනගත් පසු එයට ඒ අදාළ ශක්තිය වෙයි.

පරමාණුවක නිශ්චිත කාක්ෂිකයක වූ ඉලෙක්ට්‍රෝනයකට ද ඒ කාක්ෂිකයට අදාළ ශක්තිය වෙයි. එහි දී ශක්තිය මනින්නේ කවුදැයි යමකුට අතුරු ප්‍රශ්නයක් ඇසිය හැකි ය. ක්වොන්ටම් යාන්ත්‍රිකයෙහි මැනීම යන්නෙන් අදහස් කරන්නේ අංශුවක් යම් අන්තර්ක්‍රියාවකට භාජනය කිරීමකි. නිරීක්ෂකයකුට, බොහෝ විට බටහිර විද්‍යාඥයකුට, අංශුවක යම් ගුණයක් මැනීමට අවශ්‍ය වූ විට අංශුව යම් උපකරණයක් සමග ගැටීමට සලස්වනු ලැබෙයි. එවිට අංශුව යම් අන්තර්ක්‍රියාවකට භාජනය වෙයි. උපකරණය අදාළ ගුණය මැනීමට සකස් කර ඇත්නම් අන්තර්ක්‍රියාවෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස අංශුවට අදාළ ගුණය සම්බන්ධයෙන් වූ යම් අගයක් ලැබෙයි. නිරීක්ෂකයන් නැතිව වුව ද අංශු වෙනත් අංශු හෝ වස්තු හෝ සමග ගැටෙයි. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස අංශුවට යම් ගුණයකට අදාළ අගයක් ලැබෙයි. ගැටුමට පෙර අංශුවට ඒ අගය තබා ගුණයවත් නැත. අංශුවට අදාළ ගුණය හා අගය ලැබෙන්නේ ගැටුමෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ය.

එහෙත් මෙහි දී කිවයුත්තක් වෙයි. මේ ගුණය හා අගය නිරීක්ෂකයකු නැතිව අංශුවට ලැබෙන්නේ යැයි නොසිතිය යුතු ය. අංශුවෙහි ගුණය හා අගය යනුවෙන් අප කතාකරන දෙය නිරීක්ෂකයාගේ නිර්මාණයකි. නිරීක්ෂකයා නොමැතිව ගැටුම සිදුවන්නේ නම් ඒ ගුණය හා අගය නිරීක්ෂකයාගේ නිර්මාණයක් වන්නේ කෙසේ දැයි යමකුට කුතුහලයක් ඇතිවිය හැකි ය. ගැටුම නිරීක්ෂකයා සැලසුම් කළ අවස්ථාවක දී අංශුවට අදාළ ගුණය හා එහි අගය ලබා දෙන්නේ නිරීක්ෂකයා යැයි පිළිගන්නා අයකුට වුව ද නිරීක්ෂකයා නැතිව සිදුවන ගැටුම්වල දී ද ගුණය හා අගය නිරීක්ෂකයාගේ නිර්මාණයක් වන්නේ කෙසේ ද යන ප්‍රශ්නය ඇති වීම සාධාරණ ය. මෙහි දී අවධාරණය කළ යුතු වන්නේ මේ අවස්ථාව නිව්ටෝනීය භෞතිකයට ද යම් ආකාරයකින් පොදු බව ය.

නිව්ටෝනීය හෙවත් කාමාවචර ලෝකයෙහි පොල් ගෙඩියක් වැටීම යන සංසිද්ධිය ගනිමු. නිරීක්ෂකයන් ඇතත් නැතත් පොල් ගෙඩි වැටෙනු ඇතැයි භෞතිකවාදියකු (ද්‍රව්‍යවාදියකු) කියනු ඇත. එහෙත් එය එසේ නොවේ. පොල් ගෙඩිය වැටීම පොල් ගෙඩිය වැටීමක් බවට පත්වන්නේ නිරීක්ෂකයකුට ය. කුරුල්ලකුට, අප පොල් ගෙඩිය යැයි කියන්න පිළිබඳ ව ඇතිවිය හැක්කේ කිනම් සංකල්පයක් ද? අප පොල් ගෙඩිය යැයි කියන්න කුරුල්ලකු ද ඒ අයුරින් ම වෙන්කර ගන්නේ ද? නැතහොත් කුරුල්ලා එහි දී වෙන්කර ගන්නේ පොල් ගෙඩිය යැයි අප විසින් හැඳින්වෙන්නහි යම් කොටසක් ද? නැතහොත් එයට වැඩි දෙයක් ද?

පොල් ගෙඩි වැටෙන විට මිනිස් නිරීක්ෂකයන් සිටියත් නැතත් පොල් ගෙඩි වැටෙන්නේ ය යන්න හෝ නිරීක්ෂකයන් ඇති වීමට පෙර පොල් ගෙඩි වැටී ඇතැයි යන්න හෝ මිනිසුන් පොළොවෙන් තුරන් වී ගිය දිනයක වුව ද පොල් ගෙඩි වැටෙන්නේය යන්න හෝ මගින් නිරීක්ෂකයකුගෙන් තොරව පොල් ගෙඩි වැටෙන්නේ යැයි නිගමනය නොවේ.

© Prof. Nalin De Silva

නිරීක්ෂකයන් හිටියත් නැතත් අප ව්‍යවහාර කරන අරුතින් පොල් ගෙඩිය යැයි කියන්න වැටෙන්නේ යැයි කී සැනින් ඉන් ගම්‍යවන්නේ අප යම් සංසිද්ධියක් අපට සාපේක්ෂ අයුරින් විස්තර කරන බව ය. අප සංසිද්ධිය නැරඹුව ද නැත ද ඒ විස්තර කිරීමේ දී යොදා ගන්නේ අපේ සංකල්ප නම් ඒ සංසිද්ධිය අප විසින් විස්තර කෙරෙන්නේ අපට සාපේක්ෂ අයුරින් ය. අප ඇතත් නැතත් පොල් ගෙඩි වැටෙන්නේ අපට මිස කුරුල්ලන්ට නොවේ. කුරුල්ලන්ට අඩුම තරමින් යමක් වැටෙන්නේ ද කියාවත් අපි නොදනිමු. උනට පොල් ගෙඩි නම් තිබිය නොහැකි ය.

අපේ සංකල්ප සියල්ල අපේ නිර්මාණ වෙයි. මහා පිපුරුම යන්න ද අපේ, අපේ කෙසේ වෙතත් බටහිරයන්ගේ, නිර්මාණයකි. විශ්වය, ආරම්භය ආදිය ද මිනිසා විසින් නිර්මාණය කෙරුණු සංකල්ප වෙයි. ඊනියා විශ්වයේ ආරම්භය වන අවස්ථාවේ දී මිනිසුන් නොසිටිය ද, මහා පිපුරුමක් ගැන කියන්නේ මිනිසුන් ය. වඩාත් නිශ්චිත ව කිවහොත් බටහිර යුදෙව් ක්‍රිස්තියානි සංස්කෘතියෙහි මිනිස්සු එසේ ප්‍රකාශ කරති. විශ්වයක් හෝ එහි ආරම්භයක් ගැන හෝ කුරුල්ලෝ සිතත් ද? මහා පිපිරුම යුදෙව් ක්‍රිස්තියානි සංස්කෘතියෙහි ගොඩනැගුණු සංකල්පයක් පමණකි.

නිව්ටෝනීය අංශු සම්බන්ධයෙන් පමණක් නොව ක්වොන්ටම් අංශු සම්බන්ධයෙන් ද කිවහැක්කේ එවැන්නකි. නිරීක්ෂකයන් හිටියත් නැතත් නිරීක්ෂකයන්ගේ සංකල්ප හා ප්‍රවාද යම් සංසිද්ධියක් සම්බන්ධයෙන් යොදාගැනෙන්නේ නම් ඒ සංසිද්ධිය නිරීක්ෂකයන්ට සාපේක්ෂ වෙයි. මිනිසුන් ඇතත් නැතත් ඉලෙක්ට්‍රෝන එක් කාක්ෂිකයක සිට තවත් කාක්ෂිකයකට පනින්නේ යැයි ගැනෙන්නේ වත්මන් බටහිර මිනිසා, භෞතික විද්‍යාඥයාම විසින් මිස ඇස්කිමෝවරුන් විසින් නොවේ. එලෙස පැනීම බටහිර විද්‍යාවේ සංකල්පයකි. කාක්ෂිකයක ශක්තිය යන්නෙන් අදහස් කරන්නේ එහි වූ ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ශක්තිය, එනම් බටහිර මිනිසා විසින් තනනු ලැබ ඇති පද්ධතියෙහි ඇති ශක්තිය ය. යම් කාක්ෂිකයකට ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් පැනීමේ දී ඉලෙක්ට්‍රෝනය එක්කෝ ශක්තිය අවශෝෂණය කර ගනියි. නැත්නම් ශක්තිය මුදාහරියි. ඒ කුමක් වුව ද ශක්තිය පමණක් නොව ඉලෙක්ට්‍රෝනය ද බටහිර භෞතික විද්‍යවේ සංකල්පයකි.

දැන් මේ සංකල්ප යොදාගනිමින් කාක්ෂිකයක වූ ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ගැන සාකච්ඡා කරමු. කාක්ෂිකය නිශ්චිත බැවින් කාක්ෂිකයෙහි ශක්තිය ද නිශ්චිත වෙයි. එවිට අනිශ්චය මූලධර්මය මෙහි දී කියන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනය සම්බන්ධයෙන් ගත්කල කාලය මැනිය නොහැකි බව ය. මෙහි දී කාලය මිනිය නොහැකිය යන්නෙන් අදහස්කරන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනයෙහි කාලය යන්නට නිශ්චිත අගයක් දිය නොහැකිය යන්න ය. අඩුම තරමින් එවැනි අවස්ථාවක දී ඉලෙක්ට්‍රෝනයෙහි කාලය සම්බන්ධයෙන් සංකල්පයක් හෝ නැත. ඉලෙක්ට්‍රෝනයට නිශ්චිත ගම්‍යතාවක් ඇතිවිට එයට නිශ්චිත පිහිටුමක් නැතිවාක් මෙන් ම එයට දැන් නිශ්චිත කාලයක් ද නැත. එබැවින් “ඉලෙක්ට්‍රෝනයට මේ අවස්ථාවේ දී මේ ගුණය ඇත” ආදී වශයෙන් ප්‍රකාශ කිරීමට නොහැකි ය. එයට හේතුව ඉලෙක්ට්‍රෝනයට මේ අවස්ථාවක් යනුවෙන් කීමට අවස්ථාවක්, එනම් මොහොතක් (කාලයක්), නොමැති වීම ය.

හයිසන්බර්ග් අනිශ්චය මූලධර්මයට අනුව ගම්‍යතාව නිශ්චිතව ම මැනගැනීමට හැකිනම් පමණක් පිහිටුම දැනගත නොහැකි ය. එහෙත් සාමාන්‍යයෙන් ගම්‍යතාව නිශ්චිතව ම නො මැනෙයි. එහි ප්‍රතිඵලය වන්නේ පිහිටුම යම් පරාසයක් තුළ තිබීම ය. ඉලෙක්ට්‍රෝනය කාක්ෂිකයක ඇතැයි කියනු ලබන්නේ එබැවිනි. ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ගම්‍යතාව නිශ්චිතව ම මැනගැනෙන්නේ නම් එය මුළු අවකාශය පුරා ම, එනම් විශ්වය පුරා ම පැවතිය යුතු ය. කාලය හා ශක්තිය සම්බන්ධයෙන් ද එබඳු දෙයක් සිදුවෙයි. ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ශක්තිය නිශ්චිතව ම නොමැනෙයි. එය, ඉතා කුඩා වුවත් යම් පරාසයක් තුළ ඇත. එහි ප්‍රතිඵලය වනුයේ ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ කාලය ද යම් පරාසයක් තුළ පැවතීම ය. ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ශක්තිය දන්නා විට එහි කාල පරාසය ශක්ති පරාසයට වඩා විශාල යැයි කිව හැකි ය. ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ශක්තිය නිශ්චිතව ම මැනෙන්නේ නම් එවිට එහි කාල පරාසය අනන්තයක් වෙයි. වෙනත් වචනවලින් කියන්නේ නම් එවිට ඉලෙක්ට්‍රෝනය විශ්වයේ මුළු ජීවිත කාලය පුරා ම පවතියි.

ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් පරමාණුවක එක් කාක්ෂිකයක සිට තවත් කාක්ෂිකයකට මාරුවීමේ දී, එනම් පැනීමේ දී, පෙතක් නැතැයි යන්න අපට දැන් තවත් ආකාරයකට සාකච්ඡා කළ හැකි ය. ඉලෙක්ට්‍රෝනය යම් කාක්ෂිකයක ඇතැයි යන්නෙන් එහි පිහිටුම යම් අවකාශ පරාසයක් තුළ ඇති බව කියැවෙයි. එමෙන් ම එය කාක්ෂිකයක ඇත්තේ ද යම් කාල පරාසයක් තුළ ය. ඉලෙක්ට්‍රෝනය යම් කාක්ෂිකයක ඇතැයි යන්නෙන්, අනෙක් අතට, එයට යම් ශක්තියක් හා ගම්‍යතාවක් ඇතැයි යන්න ද කියැවෙයි. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් එක් කාක්ෂිකයක සිට තවත් කාක්ෂිකයට පනින්නේ යම්

© Prof. Nalin De Silva

අන්තර්ක්‍රියාවක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ය. මේ අන්තර්ක්‍රියාව සමහරවිට ෆෝටෝනයක් (විකිරණ) අවශෝෂණය කිරීම විය හැකි ය. එසේත් නැතහොත් ෆෝටෝනයක් මුදාහැරීම විය හැකි ය. අන්තර්ක්‍රියාවක් යනු යම් ආකාරයක මැනීමක් ද වෙයි. ඒ අන්තර්ක්‍රියාවෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ගුණ ද වෙනස් වෙයි.

විකිරණයක ඇති ශක්තිය අවශෝෂණය කර ගන්නා ඉලෙක්ට්‍රෝනයට පසුව එයට වඩා වැඩි ශක්තියක් ලැබෙයි. එහෙත් ප්‍රශ්නය වනුයේ මේ පසුව යන්නෙන් අදහස් කෙරෙන්නේ කුමක් ද යන්න ය. එය කාලය තුළ කෙරෙන්නක් ද? ඉලෙක්ට්‍රෝනය යම් කාක්ෂිකයක ඇත්නම් එයට කාලයක් නැත. එමෙන් ම එයට අවකාශයේ පිහිටුමක් ද නැත. අපට කිව හැක්කේ ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් යම් කාක්ෂිකයක ඇතැයි යන්නෙන් එය ඉතා කුඩා අවකාශ පරාසයක හා ඉතා කුඩා කාල පරාසයක යම් නිශ්චිත ගම්‍යතාවක් හා ශක්තියක් සහිත ව ඇති බව ගම්‍යවන බව ය. ඉලෙක්ට්‍රෝනය යම් අවස්ථාවක ඇත. ෆෝටෝනයක් සමග සිදුවන අන්තර්ක්‍රියාවක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ඉලෙක්ට්‍රෝනය වෙනත් අවස්ථාවකට මාරුවෙයි. ප්‍රශ්නය වනුයේ මේ අවස්ථා අතර ඉලෙක්ට්‍රෝනයට වෙනත් අවස්ථාවක් ඇත් ද යන්න ය. මෙය එතරම් ගැඹුරින් සාකච්ඡා වී ඇති ප්‍රශ්නයක් නොවේ. සාමාන්‍ය සම්මතය අනුව නම් ඉලෙක්ට්‍රෝනය එක් කාක්ෂිකයක සිට තවත් කාක්ෂිකයට මාරුවීමේ දී අතරමැදි අවස්ථාවල නොපිහිටයි. ඇතැමුන් පුනරුත්පත්තිය ද මේ අයුරින් විස්තර කරනු දැකිය හැකි ය. ඔවුන් කියන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් එක් කාක්ෂිකයක සිට තවත් කාක්ෂිකයකට පනින්නාක් මෙන් සත්ත්වයා ද එක් භවයක සිට තවත් භවයකට මාරුවන බව ය. ඔවුන්ට අනුව මේ උපමාව මගින් පුනරුත්පත්තිය තහවුරු වෙයි. උපමා මගින් කිසිවක් තහවුරු නොවන බව මොවුන් නොදැනීම මේ රටේ අභාග්‍යයකි.

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva