විදු ඇස

ක්වාන්ටම් භෞතික විද්‍යාව යනු කුමක් ද?

අතුල මංචනායක

නිව්ටන්ගේ කාලයේ පටන් ම භෞතික විද්‍යාඥයන් සිතුවේ ශක්තිය අනවරතයෙන් ගලා බසින බව ය. එහෙත් ප්ලෑන්ක් ඒ පිළිබඳව සිතුවේ ඊට වඩා වෙනස් වූ ආකාරයකිනි. ශක්තිය නිකුත් වන්නේ කුට්ටි හෝ කැබලි, එසේත් නැතිනම් 'ක්වාන්ටාවක්' වශයෙන් බව ප්ලෑන්ක් තම කෘතිය මගින් ලෝකයාට ඉදිරිපත් කළේ ය. ක්වාන්ටමයක් යනු යම්කිසි දෙයක කොටසකි. එහෙත් එය සුවිශේෂී වූ කොටසක් හෙවත් ප්‍රමාණයක් ද වේ.

ක්වාන්ටම් භෞතික විද්‍යාව අවබෝධ කර ගැනීම තරමක් දුෂ්කර කාර්යයක් විය හැකි ය. "යමෙක් බ්‍රහ්මන් අවබෝධ කර නොගත්තේය යැයි සිතත්තේ නම් ඔහු එය අවබෝධ කර ගත්තේ වෙයි. එමෙන් ම යමෙක් තමන් බ්‍රහ්මන් අවබෝධ කර ගත්තේය යැයි සිතත්තේ නම් එය අවබෝධ කර නොගත් තැනැත්තා ද ඔහුම වේ. එය අවබෝධ කර ගත්තේය යයි සිතත්තේ යමෙක් වේද ඔහු එය සැබැවින්ම අවබෝධ කර ගත් තැනැත්තා නොවේ. අවබෝධ කර නොගත්තේය යන සිතන්නා හට එය සැබැවින්ම අවබෝධ වී ඇත්තේ ය.

තේන උපනිෂද්හි දැක්වෙන ඉහත සඳහන් පාඨය අපට ක්වාන්ටම් භෞතික විද්‍යාවේ ස්වරූපය ද මේ ආකාරයැයි පෙන්වා දෙයි.

1900 වර්ෂය ඔස්සේ සම්ප්‍රදායික භෞතික විද්‍යාව සහ නව භෞතික විද්‍යාව වෙන් කෙරෙන රේඛාවක් ඇඳිය හැක්කේ ය. නිව්ටන්ගේ සිට 1900 දක්වා අනාවරණය කරගනු ලැබූ භෞතික විද්‍යාව සම්ප්‍රදායික භෞතික විද්‍යාව ලෙස සලකනු ලැබේ. මැක්ස් ප්ලෑන්ක් (1858 - 1947) නමැති ජර්මන් ජාතික භෞතික විද්‍යාඥයා ක්වාන්ටම් භෞතික විද්‍යාව පිළිබඳ මුල්ම අදහස් ඉදිරිපත් කළ තැනැත්තා ලෙස පිළිගැනේ.

මේ වනවිට සිද්ධාන්තවාදීහු කළු වස්තු විකිරණය පිළිබඳ පරීක්ෂණ පවත්වමින් සිටියහ. විකිරණයක් මුළුමනින්ම උරා ගැනීමට හෝ පිටතට නිකුත් කිරීමට හැකියාව ඇති වස්තුවක් සැබැවින්ම ඇති බව ඔව්හු පරිකල්පනය කළහ. එම නිසා සියයට සියයක් ම කළුවන් වූ පරිපූර්ණ කළු වූ වස්තුවක් ඇති බව ඔවුහු පරිකල්පනය කළහ.

කළු වස්තුවක ආලෝකය උරා ගැනීමේ හැකියාව පිළිබඳව පුළුල් පරාසයක් පවතින බව අවබෝධ කර ගත් ප්ලෑන්ක් තාපගති විද්‍යාව හා විද්‍යුත් චුම්බක ගති විද්‍යාව ඒකාබද්ධ කිරීමට කටයුතු කළේ ය. ප්ලෑන්ක් විසින් ඉදිරිපත් කරන ලද සුප්‍රසිද්ධ සමීකරණය පහත දක් වේ.

$$E = hr$$

r = තත්පරයට අර්ග

$6.6256X\ 10^{-27}$ වන අතර r යනු විකිරණතාවේ සංඛ්‍යාතය වේ. මෙම සමීකරණයේ h හඳුන්වන්නේ ප්ලෑන්ක්ගේ නියතය ලෙස ය. ප්ලෑන්ක්ගේ මෙම සොයා ගැනීම උදෙසා ඔහු වෙත නොබෙල් තෑග්ග පිරිනමනු ලැබී ය. ක්වාන්ටම් යන්න අනාවරණය කරගනු ලැබුවේ ප්ලෑන්ක් විසිනි. ක්වාන්ටමයක් යනු යම්කිසි දෙයක කොටසකි. එහෙත් එය සුවිශේෂී වූ කොටසක් හෙවත් ප්‍රමාණයක් ද වේ. ක්වාන්ටම් යන ලතින් වචනයේ අර්ථය වන්නේ 'කොපමණ ද' යන්න ය. මෙම අර්ථයට දෙන්නා වූ සංස්කෘත වචනය 'කටම' යන්න වේ.

නිව්ටන්ගේ කාලයේ පටන් ම භෞතික විද්‍යාඥයන් සිතුවේ ශක්තිය අනවරතයෙන් ගලා බසින බව ය. එහෙත් ප්ලෑන්ක් ඒ පිළිබඳව සිතුවේ ඊට වඩා වෙනස් වූ ආකාරයකිනි. ශක්තිය නිකුත් වන්නේ කුට්ටි හෝ කැබලි, එසේත් නැතිනම් 'ක්වාන්ටාවක්' වශයෙන් බව ප්ලෑන්ක් තම කෘතිය මගින් ලෝකයාට ඉදිරිපත් කළේ ය. ශක්ති පරමාණු හැමවිටම නිකුත් වන්නේ පූර්ණ සංඛ්‍යා වශයෙන් පමණි. වස්තුවකින් නිකුත් වන විකිරණය සමගින් ශක්ති පරමාණු එකක් දෙකක් තුනක් හෝ වැඩි සංඛ්‍යාවක් නිදහස් වීමට ඉඩ තිබේ. එහෙත් මෙම සංඛ්‍යාව කිසිවිටෙකත් භාග සංඛ්‍යාවක් නොවේ. එක හමාරක් හෝ එකයි තුන්කාලක් කිසිවිටෙක නිකුත් නොවන බව මින් අදහස් වේ. වෙනත් වචනවලින් එයම පවසනොත් විකිරණය නිකුත්වන වස්තුවකින් හැම විටම නිදහස් වන්නේ ශක්ති පරමාණු පූර්ණ සංඛ්‍යාවක් ම වේ. ප්ලෑන්ක්ගේ සමීකරණය මගින්, විකිරණය වන ක්වාන්ටාවෙක හෙවත් කොටසක අඩංගු ශක්ති ප්‍රමාණය සහ විකිරණ ක්‍රියාවලියේ සංඛ්‍යාතය අතර සම්බන්ධතාවක් දක්වනු ලැබේ. ක්වාන්ටාවක අඩංගු ශක්ති ප්‍රමාණය විකිරණය වන සංඛ්‍යාතයට සමානුපාතිකව වෙනස් වන බව ඉන් කියැ වේ.

ආලෝක ක්වාන්ටාව

තරංගයක් වශයෙන් පවත්නා ඕනෑම දෙයක් සන්තතිකව පවතී. නති ඒකකයක් වශයෙන් පවත්නා ඕනෑම දෙයක් අසන්තතික වේ. ආලෝකයේ ස්වභාවය පිළිබඳ සංකල්පයේ ඓතිහාසික වර්ධනය සලකා බලන විට, ආලෝකය විටෙක අංශුවක් ලෙසින් ද තවත් විටෙක තරංගයක් ලෙසින් ද පවතින බව පෙනී ගොස් තිබේ. අවසාන නිගමනය වී ඇත්තේ ආලෝකය අංශුවක් සහ තරංගයක් යන දෙයාකාරයෙන්ම පවතින බව ය. ආලෝකයේ ස්වභාවය පිළිබඳ මෙම කතාන්දරය කෙටියෙන් සලකා බැලීම මෙහිදී උචිත වේ.

අයිසැක් නිව්ටන් (1642 - 1727) ආලෝකය අංශුන්වලින් සැදුම්ලත් ධාරාවක් සේ සැලකුවේ ය. ක්‍රිස්ටියන් හියුජන්ස් (1629 - 95) ඕලන්ද ජාතික භෞතික විද්‍යාඥයකු වූ අතර නිව්ටන්ගේ සමකාලීනයකු ද වූයේ ය. ආලෝකය තරංගයක් වශයෙන් පවතින්නේය යන අදහස වර්ධනය කරනු ලැබුවේ ඔහු විසිනි. 'ඊතර' වලින් සැදුම් ලත් මාධ්‍යය තුළ ආලෝක ධාරාව තරංගයක් ලෙසින්

ගමන් කරන ආකාරය ඔහු සිතින් මවා ගත්තේ ය. නිව්ටන්ගේ අංශුමය ස්වරූපය හා හියුජන්ගේ තරංග ස්වරූපය යන දෙයාකාරයන් ම ආලෝකයේ වර්තනය සහ පරාවර්තනය යන ක්‍රියාවලීන් දෙකට මැනවින් පැහැදිලි කළ හැකි වේ.

ඉංග්‍රීසි ජාතික භෞතික විද්‍යාඥයකු වූ තෝමස් යං (1773-1829) විසින් පවත්වනු ලැබූ පරීක්ෂණයක ප්‍රතිඵල 1801 දී ප්‍රකාශයට පත් කරනු ලැබී ය. ඔහු ආලෝක ප්‍රභවයක් වෙතින් නික්මුණු ආලෝක ධාරාවක් පළමුව තිරයක් මත සාදන ලද තනි සිදුරක් තුළින් ද දෙවනුව දෙවන තිරයක් මත හදන ලද සිදුරු දෙකක් තුළින් ද යැවීමට සලස්වා අවසානයේ දී එම ධාරාව ම සුදු තිරයක් ව පතිත වීමට ඉඩ හරින ලදී. මෙහිදී අවසාන තිරය මත එකකට පසු එකක් වශයෙන් ඔහු ආලෝක ධාරාවක ඇති තරංගමය ස්වරූපය පරීක්ෂණාත්මකව ඔප්පු කර පෙන්වූයේ ය.

යංගේ මෙම පරීක්ෂණ ප්‍රතිඵල තවදුරටත් දියුණු කිරීමට ප්‍රංශ ජාතික භෞතික විද්‍යාඥයකු වූ ඔගස්ටින් ජීන් ප්‍රෙස්නෙල් (1788-1827) සමත් විය. ඉන් පසුව ස්කොට්ජාතික භෞතික විද්‍යාඥයකු වූ ජේම්ස් ක්ලාක් මැක්ස්වෙල් (1831-79) විද්‍යුත් චුම්බක තරංග පවතින බැව් සොයා ගත්තේ ය. ඔහුට අනුව විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණය මගින් විද්‍යුත් සහ චුම්බක ක්ෂේත්‍ර විටෙක බලවත්ව ද විටෙක දුර්වලව ද නිර්මාණය වේ.1887 දී හීන්රිච් හර්ට්ස් (1857-94) විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණය රේඩියෝ තරංග ස්වරූපයෙන් ලබා ගැනීමට හා නිකුත් කිරීමට හැකි බැව් සොයා ගත්තේ ය. මේ සියලු සොයා ගැනීම් අනුව ආලෝක ධාරාවන් යනු ඊතර මාධ්‍යය තුළ තරංග ස්වරූපයෙන් පවතින්නක් බව පිළිගැනීමට විද්‍යාඥයන්ට සිදු විය.

මැක්ස් ප්ලෑන්ක්ගෙන් පසුව ක්වාන්ටම් යාන්ත්‍රික ලෝකය විස්තර කිරීමට ඉදිරිපත් වූ දෙවන පුද්ගලයා ඇල්බට් අයින්ස්ටයින් (1879-1955) විය. 1900 වර්ෂයේ දී විසිඑක් වන වියේ පසු වූ අයින්ස්ටයින් ස්විස් කාර්යාලයක ලිපිකරුවකු ලෙස සේවයට බැඳුනේ ය. 1905 දී ඔහු භෞතික විද්‍යාව පිළිබඳ නිබන්ධන තුනක් ලියා ඉදිරිපත් කළේ ය. 1906 දී අයින්ස්ටයින්ට ආචාර්ය උපාධිය පිරිනැමිණි. ඒ ඔහු විසින් ආලෝකයේ ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ඵලය පිළිබඳව ඉදිරිපත් කරන ලද නිබන්ධනය සඳහා ය. 1921 දී එම නිබන්ධනය වෙනුවෙන් ම ඔහුට නොබෙල් ත්‍යාගය පිරිනමන ලදී. ඔහු ප්ලෑන්ක්ගේ සමීකරණය (E=hr)විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණය විස්තර කිරීමට යොදා ගත්තේ ය. එමෙන් ම ආලෝකයේ ඇති කොටස් වශයෙන් වූ ස්වභාවය නැවත තහවුරු කළේ ය. ආලෝකය පැමිණෙන්නේ පැකට් හෙවත් කුඩා ඒකක (ක්වාන්ටා) වශයෙන් බැව් අයින්ස්ටයින් ලෝකයාට අනාවරණය කර දැක්වූයේ ය. ඉලෙක්ට්‍රෝන සමග ආලෝකයේ ඇති වන ප්‍රතික්‍රියාව පිළිබඳ මෙම සොයා ගැනීම ක්වාන්ටම් යාන්ත්‍ර විද්‍යාවේ ප්‍රගතියට හේතු වූ මුල්ම විද්‍යාත්මක සිදුවීම ලෙස දැක්විය හැකි ය.

ආලෝකය විටෙක අංශුවක් ලෙසින් ද තවත් විටෙක තරංගයක් ලෙසින් ද පවතින බව පෙනී ගොස් තිබේ. අවසාන නිගමනය වී ඇත්තේ ආලෝකය අංශුවක් සහ තරංගයක් යන දෙයාකාරයෙන්ම පවතින බව ය

එමෙන් ම අයින්ස්ටයින් ඔහුගේ විශේෂ සාපේක්ෂතා මූලධර්මය නිසා මහත් වූ කීර්තියක් දිනා ගත්තේ ය. එහෙත් ඔහුට නොබෙල් ත්‍යාගය හිමි වූයේ ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ඵලය (Photo-eletric effect) පිළිබඳ වූ සොයා ගැනීමට බැව් අප විසින් අමතක කළ යුතු නොවේ.

ආලෝකය ක්වාන්ටා හෙවත් කුඩා කොටස් වශයෙන් විකිරණය වන බව ප්ලෑන්ක් සොයා ගත්තේ ය. අයින්ස්ටයින් පැවසුවේ ආලෝකය, ක්වාන්ටා වශයෙන් විකිරණය වන අතර ඒවා තුළට අවශෝෂණය වී ඇති බව ය. ආලෝකය ලෝහමය තහඩුවක් මත පතිත වූ විට පෘෂ්ඨයට හා බැඳී පවත්නා ඉලෙක්ට්‍රෝන මගින් එම ආලෝකය උරා ගන්නා හෙවත් අවශෝෂණය කර ගන්නා බවය. එහෙත් මෙම අවශෝෂණය සිදුවන්නේ වරකට එක් ක්වාන්ටමය බැගිනි. එහෙත් එම ක්වාන්ටමය තුළ ගැබ් වූ ශක්තිය, ඉලෙක්ට්‍රෝන පෘෂ්ඨයට ඇලී පවතින බලයට වඩා බලවත් වූයේ නම්, ඉලෙක්ට්‍රෝනය අවකාශයට මුදා හරිනු ලැබේ. ආලෝකය මුළුමනින්ම තහඩුව විසින් උරාගනු ලැබුවහොත් ඉලෙක්ට්‍රෝනය මුදාහැරීම සිදු නොවේ.

ක්වාන්ටමයේ ප්‍රමාණය තීරණය වන්නේ විකිරණ ක්‍රියාවලියේ සංඛ්‍යාතය අනුව ය. සංඛ්‍යාතය ඉහළ අගයක් ගන්නා විට ක්වාන්ටමයේ ප්‍රමාණය ද වඩා විශාල වේ. තිබිය හැකි අඩුම සංඛ්‍යාත මට්ටමේදී ක්වාන්ටමයේ විශාලත්වය පවතින්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනය තහඩුවට යාන්තමින් ඇලී සිටීමට අවශ්‍ය බලයට සමාන වන පරිදි ය. මෙම අවස්ථාවේදී, ඉලෙක්ට්‍රෝන සතුව කිසිදු චාලක ශක්තියක් නොමැති වන බැවින් ඉතා පහසුවෙන් ගැලවීමට ද හැකි වේ.

සෑම ද්‍රව්‍යයක් සඳහාම අවම ශක්තිමට්ටම එකම අගයක් නොගනී. එක් එක් ද්‍රව්‍ය සඳහා වෙනස් වෙනස් වූ අගයන් පවතී. යම් පෘෂ්ඨයකට ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇලීපැවතීමට අවශ්‍ය අවම ශක්ති ප්‍රමාණය ද්‍රව්‍යයෙන් ද්‍රව්‍යයට වෙනස් වේ. මෙම සම්බන්ධතාව දැක්වීමට අයින්ස්ටයින් ඉදිරිපත් කළ සමීකරණය පහත දක් වේ.

ක්වාන්ටමයේ ප්‍රමාණය තීරණය වන්නේ විකිරණ ක්‍රියාවලියේ සංඛ්‍යාතය අනුව ය. සංඛ්‍යාතය ඉහළ අගයක් ගන්නා විට ක්වාන්ටමයේ ප්‍රමාණය ද වඩා විශාල වේ.

$$1/2mv^2 = hv-w$$

මෙහි $1/2mv^2$ යනු නිකුත් කරනු ලබන ඉලෙක්ට්‍රෝනය සතු චාලක ශක්ති ප්‍රමාණය වන අතර hvයනු පෘෂ්ඨය මගින් උරා ගන්නා ක්වාන්ටමය සතු ශක්ති ප්‍රමාණය වේ.Wයනු පෘෂ්ඨයට ඉලෙක්ට්‍රෝනය ඇලී පැවතීම සඳහා අවශ්‍ය අවම ශක්ති ප්‍රමාණය වේ.

අයින්ස්ටයින් ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ඵලය පැහැදිලි කිරීමට සමත්වීමත් සමගම ක්වාන්ටම් වාදයට වැඩි පිළිගැනීමක් ලැබිණි. විකිරණ ශක්තියේ අඩංගු ක්වාන්ටම් සංකල්පය පිළිබඳ මුල්ම අදහස් ඉදිරිපත් කිරීමට ප්ලෑන්ක්ට හැකි වුවද අයින්ස්ටයින් ඉන් මදක් ඔබ්බට ගොස් ඉලෙක්ට්‍රෝන විමෝචනය පමණක් නොව, විකිරණ ශක්තිය අවශෝෂණය කර ගැනීමක් ක්වාන්ටමයන් තුළ සිදු වන බව පෙන්වා දුන්නේ ය.

1916 දී ඇමරිකානු භෞතික විද්‍යාඥයකු වූ රොබට් ඇන්ඩ්රූස් මිලිකාන් (1868-1953) විවිධ සංඛ්‍යාත සහිත ආලෝක ධාරාවන් ලෝහ තහඩුවක් මත පතිත වීමේ දී ආලෝක කොටසක් අවශෝෂණය කිරීමේ ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් පිටතට විමෝචනය වන්නා වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන ශක්තිය මැනීම සඳහා පරීක්ෂණ මාලාවක් පැවැත්වූයේ ය. මේ පිළිබඳව අයින්ස්ටයින් විසින් ඉදිරිපත් කළ සිද්ධාන්ත අත්හදා බැලීමක් ලෙස මෙම පරීක්ෂණ මාලාව සැලකිය හැකි වේ. ක්වාන්ටම් වාදය ප්ලාන්ක් විසින් 1900 දී ඉදිරිපත්කරන ලදී. අයින්ස්ටයින් විසින්1905 දී ඉදිරිපත් කරනු ලැබූ ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ඵලය පිළිබඳ මතය නිසා එම වාදයට විශාල තල්ලුවක් ලැබිණි.

1916 දී සිදු වූ මිලිකාන් ගේ පරීක්ෂණ මාලාව නිසා එයට පිළිගත හැකි ශක්තිමත් පදනමක් ලැබිණි.

59 පිටුවට

ක්වොන්ටම් භෞතික විද්‍යාව

50 පිටුවෙන්

1916 පටන් ක්වාන්ටම් වාදය ලොව පුරා විද්‍යාඥයන් විසින් සැකයකින් තොරව පිළිගනු ලැබී ය

ක්‍රියාවේ සංස්ථිතිය පිළිබඳ මූලධර්මය

ස්කන්ධය පිළිබඳ සංස්ථිති මූලධර්මය සහ ශක්ති සංස්ථිය පිළිබඳ මූලධර්මය අයත් වන්නේ සම්ප්‍රදයික භෞතික විද්‍යාවට ය. නියත වූ ක්‍රියාවක් හැම විටම නිරපේක්ෂව නියතව පවතින්නේය යැයි ඉන් කියැවේ. කාලය සහ අවකාශය තුළ සිටින කවර නිරීක්ෂකයකුට වුවද එකම ආකාරයෙන් නිරීක්ෂණය කළ හැකි වේ.

ක්‍රියාව (Action)යනු ශක්තියේ සහ කාලයේ ගුණිතය වේ. ශක්තියේ ප්‍රමාණය, සියලුම නිරීක්ෂකයන්ට එක හා සමාන නොවෙතත් ක්‍රියාව පිළිබඳ සංස්ථි මූලධර්මය යනුවෙන් අදහස් වන්නේ එම සිද්ධාන්තය යි. ක්‍රියාව පිළිබඳ සංස්ථිති මූලධර්මය විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදයේ කොටසක් ලෙස ඇතුළු වී තිබේ. මෙම වාදය අනුව ත්‍රිමාන අවකාශයට අමතරව කාල මානය ද එකතු කර සිව්මානයක් ලෙස සලකනු ලැබේ. විවිධ වේග වලින් චලනය වන නිරීක්ෂණයන්ට ඝන වස්තුවක දිග, පළල, උස එකම ලෙසට නිරීක්ෂණය නොවේ. මෙහි දී නිදසුනක් ලෙස වේගයෙන් යන දුම්රියක් සැලකිය හැකි වේ. වේගයෙන් දිවෙන දුම්රිය වෙත වෙනස් තල වලින් චලනය වන්නා වූ රාමුවල සිටින නිරීක්ෂකයන්ට වෙනස් වෙනස් දිග පළලින් නිරීක්ෂණය වේ. එහෙත් දුම්රිය චලනය වීම අනුව ඒ ඒ නිරීක්ෂකයාට දක්නට ලැබෙන ඍජුකෝණාස්‍රය එකම වේ. එනම් ඍජුකෝණාස්‍රයේ වර්ගඵලය හැම විටම නියතයක්ව පවතී. කවර රාමුවක සිටිමින් කවර වේගයෙන් චලනය වන නිරීක්ෂකයකුට වුවද ඉහත කී චතුර්මාන ගුණිතය නියතයක් වේ. ආලෝකයේ ප්‍රවේගය සෑම රාමුවකටම සාපේක්ෂව නියත යැයි සාපේක්ෂතා වාදයෙහි ඉගැන්වෙන්නේ මේ තර්කය අනුව ය. ❑