අතීතයට යෑම හා කාලය

අතීතයට යෑමක් ගැන බටහිර විද්‍යාඥයන් කතාකරන්නට පටන්ගත්තේ සාපේක්ෂතාවාදවලින් පසුව ය. එහෙත් තාපගතිකයෙහි වෙනත් ආකාරයක ප්‍රශ්නයක් වෙයි. ඒ පිළිබඳ ව බටහිර විද්‍යාඥයෝ බොහෝ කලක සිට කතාකරති. මේ කතාබහ එකිනෙකින් වෙනස් වුවත් ඒ කතාබහ පිටුපස ඇත්තේ එකම කරුණකි. එනම් බටහිර විද්‍යාඥයන් විසින් කාලයට භෞතික පැවැත්මක් ඇතැයි පිළිගැනීම ය. බටහිරයන්ට අනුව කාලය යනු එක් මානයක් පමණක් ඇති (අවකාශයෙහි මාන තුනක් වෙනුවට) එහෙත් ඉදිරියක් හා ආපස්සක් භෞතික වශයෙන් පවතින සංසිද්ධියකි.

පොදු සහතික පත්‍ර උසස් පෙළ පරීක්ෂණයට සංයුක්ත ගණිතය හෝ භෞතික විද්‍යාව තරමක් ගැඹුරින් හදාරා ඇති ශිෂ්‍ය ශිෂ්‍යාවන් දන්නා කරුණක් නම් නිව්ටන්ගේ දෙවැනි නියමය හා සම්බන්ධ අවකල සමීකරණය කාලය වශයෙන් ගත්කල සමමිතික බව ය. එනම් ඒ සමීකරණයෙහි t වෙනුවට $-t$ යෙදීමෙන් සමීකරණයෙහි වෙනසක් සිදු නො වෙයි. වෙනත් වචනවලින් කිවහොත් ඔංචිලි පදින දර්ශනයක් වීඩියෝ ගතකර ඒ ආපස්සට ප්‍රදර්ශනය කළහොත් අපට එහි වෙනසක් නො හැඟෙයි. විඩියෝ දර්ශනය ආපස්සට ප්‍රදර්ශනය කිරීම යනු කාලයෙහි ආපස්සට යෑමක් යැයි කිව හැකි ය. එසේ ම පෘථිවියට හෝ වෙනත් ග්‍රහ වස්තුවකට හෝ සූර්යයා වටේ ඉලිප්සයක යන ගමනෙහි අවශ්‍ය නම් අනෙක් දිශාවට ගමන්කිරීමට ද සැලැස්විය හැකි නම් කිසිවකු එහි දොසක් නො දකිනු ඇත. අනෙක් දිශාවට ගමන්කිරීම යනු එක් අතකින් ගත්කල කාලයෙහි ආපස්සට යෑමක් යැයි කිසිවකුට කිව හැකි ය.

මේ අවස්ථා දෙකෙහි ම ආපස්සට යෑම කාලයෙහි අතීතයට යෑමක් ලෙස ගත හැකි ය. එහෙත් එහි දී එසේ කාලයෙහි අතීයට යෑමක් නොසිදුවන බව අපි දනිමු. අවකාශයෙහි ආපසු ගමනක් යනු කාලයෙහි ආපසු ගමනක් නො වේ. ඔංචිල්ලා පදින දර්ශනයක් හෝ සූර්යයා වටා ග්‍රහ වස්තුවක චලිතය හෝ දැක්වෙන වීඩියෝ දර්ශනයක් ආපස්සට ප්‍රදර්ශනය කිරීමෙන් අපට අමුත්තක් නො දැනෙයි. එහෙත් ක්‍රමයෙන් පොහොට්ටුවේ සිට මලක් පිපීම දක්වා වීඩියෝ ගතකර ඒ ආපස්සට ප්‍රදර්ශනය කළහොත් අපි සිනාසෙමු. පිපුණු මලක් නැවත පොහොට්ටුවක් බවට පත්නොවන බව අපි දනිමු. අප එයට සිනාසෙන්නේත් කලින් අවස්ථා දෙකෙහි සිනාසෙන්නේ නැත්තේත් ඇයි? මල පිපීම භෞතික විද්‍යා සංසිද්ධියක් නොවීම එයට හේතුව ද?

අපි දැන් භෞතික විද්‍යාවෙන් තවත් උදාහරණයක් ගනිමු. පැළැල්ලකින් වෙන් කෙරුණු පෙට්ටියක එක් පැත්තක නිල් පාට වායුවක් ද, අනෙක් පැත්තෙහි රතු පාට වායුවක් ද බහාලීමෙන් පසුව පැළැල්ල ඉවත්කරමු. නිල් පාට හා රතු පාට වායු එකිනෙක සමග මිශ්‍ර වී ටික වේලාවකින් පෙට්ටිය පුරා ම දම්පාට වායුවක් දැක ගත හැකි වනු ඇත. මේ ක්‍රියාව, එනම් මුල දී මිශ්‍ර නොවූ වායු දෙකක් පසුව මිශ්‍ර වීම වීඩියෝ ගතකර ආපස්සට ප්‍රදර්ශනය කිරීමක් දුටුවහොත් නැවතත් අපි සිනාසෙමු. අප එහි දී සිනාසෙන්නේ එසේ මිශ්‍ර වායුවක් ටික වේලාවකින් මිශ්‍ර නොවූ වායු දෙකක් බවට පත්වන අයුරු අප දැක නොමැති බැවිනි. මේ අවස්ථාවෙහි දී හා කලින් කී මල පිපීම සම්බන්ධ අවස්ථාවෙහි අප සිනාසෙන්නේ අතීතයට යෑමට නොහැකි බව අපේ අත්දැකීමෙන් දන්නා බැවින් ද?

වායු මිශ්‍රණයක් තනි තනි වායුවලට වෙන්වීම අප නොදුටුවත් නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයට අනුව ඒ නොවිය හැකි සංසිද්ධියක් නො වේ. වායු දෙකක් මිශ්‍රවීමේ දී නිව්ටෝනීය භෞතිකය අනුව සිදුවන්නේ ඒ වායු දෙකේ පරමාණු එකිනෙක සමග නිරන්තරයෙන් ගැටී නව ව්‍යාප්තියක් අත්කර ගැනීම ය. නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රකයේ සමීකරණ කාලය සම්බන්ධයෙන් සමමිතික නිසා මේ ගැටුම් අනෙක් පැත්තට ද සිදුවිය හැකි ය. එහි තේරුම නම් මිශ්‍ර වූ වායු ඒ වායුවල පරමාණු එකිනෙක සමග ගැටී වෙන් වූ වායු දෙකක් බවට පත්වීමට හැකියාව තිබේ ය යන්න ය. වෙනත් වචනවලින් කිවහොත් මිශ්‍රණය වායු දෙකකට වෙන් වන්නේ නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයට අනුව නම් එසේ වෙන්වීමට යම් සම්භාවිතාවක් ඇත. එහෙත් එසේ නොවන්නේ ඇයි? ඒ සම්භාවිතාව ඉතා අඩු අගයක් ගන්නා බැවින් එසේ වෙන් නො වන්නේ ද? මේ ප්‍රශ්නයට පිළිගත හැකි පිළිතුරක් දීමට බටහිර භෞතික විද්‍යාඥයන් සමත් වී නැත.

© Prof. Nalin De Silva

නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි කාලය සමමිතික වුවත් ප්‍රායෝගික ව ඒ එසේ නොවන අවස්ථා ඇති බව මෙයින් පැහැදිලි වෙයි. නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි පමණක් නොව විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි ද කාලය සමමිතික වෙයි. ඒ සියල්ලෙහි ම අවකාශය මෙන් ම කාලය ද ස්ථිතික වෙයි. අවකාශය දකුණ හෝ වම හෝ යනුවෙන් වෙනස් නො වේ. අපට අවශ්‍ය නම් දකුණට මෙන් ම වමට ද යා හැකි ය. අවකාශය ස්ථිතික ය. දකුණ හා වම සම්බන්ධයෙන් අවකාශය සමමිතික වෙයි. මෙයින් අදහස් කරන්නේ වමට ගියත් දකුණට ගියත් අපට එක ම ද්‍රව්‍ය හා කිරණ ව්‍යාප්ති ලැබෙන බව නො වේ. ද්‍රව්‍ය හා කිරණ සමමිතික අවකාශයක චලනය වන බව එයින් අදහස් වෙයි. කාලය සම්බන්ධයෙන් ද ඒ එසේ ම ය. නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයට අනුව ද්‍රව්‍ය හා කිරණ සමමිතික කාලයෙහි චලනය වෙයි. කාලයෙහි ඉදිරියට යෑමට මෙන් ම ආපස්සට යෑමට ද ද්‍රව්‍ය හා කිරණවලට හැකියාවක් ඇතැයි නිව්ටෝනීය යාන්ත්‍රිකයෙහි මුල සිට ම නිගමනය කෙරෙයි. එහි දී ද්‍රව්‍යවලට අවකාශයේ මෙන් ම කාලයෙහි ද ඉදිරියට හා පසුපසට යා හැකි ය.

නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි ඕනෑම නිරීක්ෂකයකු සම්බන්ධයෙන් කාලය ගලායන බව කියැවෙයි. අවකාශය සිසාරා කාලය ගලායන බවක් එයින් හැඟෙයි. එහෙත් කාලය එසේ ගලායන්නේ ඉදිරියට වුවත් නිව්ටෝනීය චලිත සමීකරණ කාලය සම්බන්ධයෙන් ගත්කල සමමිතික වෙයි. නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි මේ පරස්පරයට විසඳුමක් නැත. කාලය ගලා යන්නේ යැයි එක්පැත්තකින් උපකල්පනය කෙරෙන අතර අනෙක් පැත්තෙන් නිව්ටෝනීය චලිත සමීකරණ කාලය සම්බන්ධයෙන් සමමිතිකව ලියැ වී ඇති බැවින් ද්‍රව්‍ය හා කිරණවලට කාලයෙහි ආපස්සට යා හැකි බව නිගමනය වෙයි.

එයට හේතුව නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි කාලය ස්ථිතික වීම ය. කාලය ගලා යන්නේ යැයි උපකල්පනය කළ ද නිව්ටෝනිය යාන්ත්‍රිකයත් ඒ හේතුවෙන් නිව්ටෝනීය භෞතිකයත් සූත්‍රගත වී ඇත්තේ ස්ථිතික කාලයක ය. කලින් ලිපිවල කාලය ගල්ගැසීම යනුවෙන් නිව්ටෝනීය කාලයෙහි මේ ගුණය හඳුන්වා දී ඇත. ස්ථිතික කාලය ස්ථිතික අවකාශයෙන් වෙනස් නො වේ. අවකාශයෙහි වමට මෙන් ම දකුණටත් චලනය විය හැකි ආකාරයට කාලයෙහි ඉදිරියට මෙන් ම ආපස්සට ද චලිත විය හැකි ය. එහෙත් නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි ඒ එතරම් විශාල ප්‍රශ්නයක් නො වූයේ කාලයෙහි ආපස්සට ගමන් කරන ද්‍රව්‍ය හෝ අංශු හෝ ගැන කියැවෙන විසඳුම් නොමැති බැවිනි.

ඔරලෝසුවේ බට්ටාගේ හෝ ඔංචිල්ලාවේ හෝ චලිතය වීඩියෝ ගත කර ආපස්සට ප්‍රදර්ශනය කිරීම කාලයෙහි ආපස්සට යෑමක් ලෙස අපි නො සිතමු. එයට හේතුව ඒ චලිතය සම්බන්ධ විසඳුම කාලය සම්බන්ධයෙන් සමමිතික බැවිනි. මෙහි දී කිවයුතු කරුණක් වෙයි. අදාළ විසඳුම ඇතැම් අවස්ථාවල එකජ සයින් ශ්‍රිතයක් සේ ලියැවෙයි. කාලයෙහි එකජ සයින් ශ්‍රිතයක් (සයින් වර්ගය ආදී පද නැතිව ලියැවුණු) ප්‍රතිසමමිතික වෙයි. එහෙත් එවිට අවකාශය දක්වන විචල්‍යය ගන්නා අගය වෙනස්වන ආකාරයට ඉන් ගැටලුවක් ඇති නො වේ.

විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි දී ප්‍රශ්නය තවත් උග්‍ර වෙයි. එහි දී කාලය අවකාශය හා එකට බැඳෙයි. අවකාශ - කාලය නමින් සංකල්පයක් නිර්මාණය වෙයි. යම් නිරීක්ෂකයකුගේ කාලය තවත් නිරීක්ෂකයකුගේ අවකාශ සංරචකයෙහි කොටසක් වීමට හැකිවෙයි. කාලය චතුර්මාන අවකාශ කාලයෙහි එක් මානයක් බවට පත්වෙයි. විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි සමස්ත අවකාශ කාලය ම ස්ථිතික වෙයි. එහි ද චලිත සමීකරණ කාලය සම්බන්ධයෙන් සමමිතික වෙයි. කාලය සම්බන්ධයෙන් නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි ඇති ප්‍රශ්න සියල්ලත් අවකාශය හා එකට බැඳීම හේතුවෙන් ඇතිවන ප්‍රශ්නත් අවකාශ කාලය ඔස්සේ සාපේක්ෂතාවාදයට වෙයි. බටහිර ලෝකයෙහි කාලය ගලා යන බව උපකල්පනය කෙරුණ ද නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි මෙන් ම අයින්ස්ටයිනීය විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදී භෞතිකයෙහි ද කාලය ගල්ගැසුණු ආකාරයෙන් සූත්‍රගත වී ඇත.

සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි ද ඇත්තේ අවකාශ කාලයකි. එහෙත් එහි අවකාශ - කාලය යනු දෙන ලද භෞතික පැවැත්මක් ඇති භූතාර්ථයක් නො වේ. නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි හා විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදී භෞතිකයෙහි පිළිවෙළින් කාලය හා අවකාශ - කාලය ද්‍රව්‍ය කිරණ ආදී කිසිවක් නොමැතිව පවතී. එපමණක් නොව කලින් සඳහන් කෙරී ඇති ආකාරයට ඒ ස්ථිතික ව එසේත් නැතහොත් ගල් ගැසී පවතියි. එහෙත් බටහිර ලෝකයෙහි කාලය ඉදිරියට ගලා යන්නක් බවට ද උපකල්පනයක් වෙයි. නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි හා විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදී භෞතිකයෙහි එසේ දෙන ලද අවකාශයෙහි හා අවකාශ - කාලයෙහි ද්‍රව්‍ය හා කිරණ චලනය වෙයි. සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි ද අවකාශ - කාලයට භෞතික වූ පැවැත්මක් ඇත. එහෙත් ඒ දෙන ලද එකක් නො වේ. එහි අවකාශ - කාලය නිර්ණය කෙරෙන්නේ

© Prof. Nalin De Silva

ද්‍රව්‍ය හා කිරණ මගිනි. අයින්ස්ටයින්ගේ අදහස්වලට අනුව ද්‍රව්‍ය හා කිරණ නොමැති නම් අවකාශ - කාලයක් ද නො මැත. එසේ වුවත් සාධාරණ සාපේක්‍ෂතාවාදයෙහි ද්‍රව්‍ය හා කිරණ නැති අවස්ථාවල වුවත් අයින්ස්ටයිනීය ක්‍ෂෙත්‍ර සමීකරණ නමින් හැඳින්වෙන සමීකරණවලට අවකාශ - කාල විසඳුම් ලෙස පවතියි! අයින්ස්ටයින්ට ද තම අදහස් තමන්ට අවශ්‍ය වූ ආකාරයට සූත්‍රගත කරගැනීමට හැකි වී නැත.

සාධාරණ සාපේක්‍ෂතාවාදයෙහි ඇතැම් අවකාශ - කාලවල සංවෘත කාල සමාන භූමිතික (Time like geodesics) වෙයි. මේ අවකාශ - කාලවල ගුණයක් නම් ඒවා වක්‍ර වීම ය. වෙනත් වචනවලින් කියන්නේ නම් ඒවා වක ගැසී ඇත. එනම් ඒ අවකාශ - කාලවල වක්‍රතාව නමින් හැඳින්වෙන්නක් වෙයි. සාධාරණ සාපේක්‍ෂතාවාදයෙහි ගුරුත්වය යනුවෙන් ප්‍රපංචයක් නැත. ස්ථානීය වශයෙන් ගත්කල ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්‍ෂෙත්‍රයක් ඇතැයි කියනු ලබන්නේ අවකාශ - කාලයෙහි වක්‍රතාවක් ඇති විට ය. මේ වක්‍රතාව හේතුවෙන් නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි හා විශේෂ සාපේක්‍ෂතාවාදයෙහි මෙන් බලයක් ක්‍රියා නොකරන අවස්ථාවල අංශු, වස්තු හා කිරණ සරල රේඛාවල චලනය නො වෙයි. ඒ වස්තු, අංශු හා කිරණ බල රහිතව චලනය වන්නේ වක්‍ර රේඛාවල ය.

ඕනෑම අවකාශයක (නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි) හෝ අවකාශ - කාලයක හෝ බල රහිතව අංශු වස්තු කිරණ චලනය වන්නේ භූමිතිකවල ය. නිව්ටෝනීය භෞතිකයට පදනම්වන අවකාශය යුක්ලීඩීය අවකාශය වෙයි. යුක්ලීඩීය අවකාශයෙහි භූමිතික සරල රේඛා වෙයි. යුක්ලීඩීය නොවන අවකාශ හෙවත් නිර්යුක්ලීඩීය අවකාශවල භූමිතික සරල රේඛා නො වේ. එසේ වුවත් වක්‍රතාවක් සහිත අවකාශයක ද අවකාශ - කාලයක ද ඕනෑම සිද්ධි දෙකක් අතර අවකාශ - කාල ප්‍රාන්තරය අවමයක් වනුයේ භූමිතිකයක් දිගේ ය. පෘථිවිය අවට නිර්යුලක්ලීඩීය ගෝලීය ජ්‍යාමිතියෙහි භූමිතක වනුයේ මහා වෘත්ත නමින් හැඳින්වෙන වෘත්තවල චාප ය. නගර දෙකක් අතර කෙටිම දුර ඔස්සේ යන ගුවන්යානයක පථය සරල රේඛාවක් නොව මහා වෘත්තයක චාපයකි.

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva