සුද්දන්ගේ කළු කුහර

අයින්ස්ටයිනීය ප්‍රවාදයට අනුව අවකාශ කාලය නිර්මානය කෙරෙන්නේ ද්‍රව්‍ය (හා විකිරණ) විසින් ය. වෙනත් වචනවලින් කියන්නේ නම් ද්‍රව්‍ය හා විකිරණ ව්‍යාප්තිය දෙනු ලැබූ කල අයින්ස්ටයිනීය සමීකරණවල විසඳුමක් ලෙස අවකාශ කාලයක් ලැබෙයි. අයින්ස්ටයිනීය ප්‍රවාදය, එනම් සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදය, නිව්ටෝනීය ප්‍රවාදයෙන්, එනම් ගුරුත්වාකර්ෂණ ප්‍රවාදයෙන්, වෙනස්වන එක් කරුණක් වන්නේ මේ නිර්මානය හා සම්බන්ධ ගුණය ය. නිව්ටෝනීය ප්‍රවාදයෙහි අවකාශය හා කාලය කලින් දී ඇත. වස්තු පවතින්නේ එලෙස දෙනලද අවකාශයක හා කාලයක ය. එහි දී අවකාශය හා කාලය වස්තු මත බලපෑමක් ඇති කළ ද වස්තුවලට අවකාශය හා කාලය මත බලපෑමක් ඇතිකළ නො හැකි ය. වස්තුවලට කළහැක්කේ දෙනලද අවකාශයක හා කාලයක චලනයවීම පමණ ය.

එහෙත් අයින්ස්ටයිනීය සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි වස්තු (ද්‍රව්‍ය) හා අවකාශකාලය අතර නිව්ටෝනීය අවස්ථාවෙහි මෙන් නොව යම් ආකාරයක සමමිතික සම්බන්ධතාවක් වෙයි. එහි දී අවකාශ කාලයම නිර්මානය කෙරෙන්නේ වස්තු විසිනි. එහෙත් ඉන් කියැවෙන්නේ වස්තු මත අවකාශ කාලය බලපෑමක් ඇති නොකරන බව නො වෙයි. වස්තු චලනයවන්නේ වස්තු විසින් ම නිර්මානය කෙරෙනු ලබන අවකාශ කාලයක ය. එහෙත් කලින් සඳහන් කෙරී ඇති පරිදි මෙය සම්පූර්ණ වශයෙන් සාර්ථක පද්ධතියක් නො වෙයි. එයට හේතුව වස්තු නොමැති වුව ද අවකාශ කාලයක් පැවතීමට හැකි වීම ය. විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි දැකගත හැකි අවකාශ කාලය එලෙස වස්තු කිසිවක් නොමැතිව පැවතිය හැකි අවකාශ කාලයක් වෙයි. එහි තේරුම නම් ද්‍රව්‍ය හා විකිරණ කිසිවක් නොමැති අවස්ථාවක වුවත් අයින්ස්ටයිනීය සමීකරණවලට විසඳුමක් තිබෙන බව ය. එය සතුටුදායක තත්ත්වයක් යැයි කිවහැකි නො වෙයි. එහෙත් සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදය සූත්‍රගතකෙරී අවුරුදු අනූවක් ගතවී තිබුණ ද කිසිවකු විසින්වත් මේ ප්‍රශ්නයට වඩා සාර්ථක පිළිතුරක් නොදෙනුලැබ තිබීම ගැටළුවක් වෙයි.

වස්තු විසින් නිර්මානය කෙරෙන අවකාශ කාලයක දෙන ලද (පරීක්ෂණ) අංශුවක්, වෙනත් බල ඒ මත ක්‍රියා නොකරන්නේ නම්, භූමිතිකයක චලනයවන බව කලින් සඳහන් කෙරී ඇත. මෙහි දී ඊනියා ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය, බලයක් ලෙස නො ගැනෙයි. නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයක් යටතේ චලනයවන වස්තුවක් වුව ද අයින්ස්ටයිනීය භෞතිකයෙහි නිදැල්ලේ භූමිතිකයක චලනයවන වස්තුවක් වෙයි. මෙහි දී කිවයුතු කරුණක් නම් විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි, එනම් වස්තු නොමැතිව ද අවකාශ කාලයක් පවතින අවස්ථාවෙහි, බලයක ක්‍රියාකාරීත්වයෙන් තොරව ඇති (පරීක්ෂණ) අංශුවක් එක්කෝ සරල රේඛාවක් දිගේ ඒකාකාර ප්‍රවේගයෙන් චලනයවන බව ය නැත්නම් නිසලව පවතින බව ය. විශේෂ සාපේක්ෂතාවාදය බලපාන අවකාශ කාලයෙහි භූමිතික යනු සරල රේඛා වෙයි.

යම්කිසි බාහිර බලයක් වස්තුවක් මත ක්‍රියාකෙරෙන්නේ නම් එවිට ඒ වස්තුව තවදුරටත් භූමිතිකයක චලනය නො වෙයි. බාහිර බලය යටතේ වස්තුවට ත්වරණයක් ලැබෙයි. ඒ ත්වරණය මැනෙන්නේ භූමිතිකයෙන් වස්තුවේ වෙනස්වීම අනුව ය. උදාහරණයක් ලෙස ගතහොත් අංශුවක් මත විද්‍යුත්ස්ථිතික බලයක් ක්‍රියාකරන්නේ යැයි සිතමු. එවිට ඒ බලය යටතේ අංශුව භූමිතිකයෙන් වෙනස් වී ත්වරණයක් සහිතව චලනය වෙයි. එවැනි අවස්ථාවක දී වස්තුව හෝ අංශුව හෝ චලනය වන්නේ භූමිතකයක නො වෙයි.

භූමිතිකයක චලනය වන අංශුවකට ත්වරණයක් නැත. මෙයින් කියැවෙන්නේ ඊනියා ගුරුත්වය යටතේ චලනයවන වස්තුවකට හෝ අංශුවකට හෝ ත්වරණයක් නොමැති බව ය. වෙනත් වචනවලින් කියන්නේ නම් ගුරුත්වය යනුවෙන් බලයක් ඒ අංශුව හෝ වස්තුව හෝ මත ක්‍රියා නොකරන බව ය. මේ කියමන් නිවැරදි වන්නේ ඉතා කුඩා පරීක්ෂණ අංශුවලට පමණ ය. අප අංශු හෝ වස්තු යැයි බොහෝ අවස්ථාවල සඳහන්කළ ද තරමක වස්තු සම්බන්ධයෙන් ඒ ප්‍රකාශ ඒ අයුරින් ම වලංගු වන්නේ නො වෙයි. එයට හේතුවක් වෙයි. අපි මේ හේතුව කුමක් දැයි ඉතා සරල ව දැනගැනීමට උත්සාහකරමු. එය නිවැරදිව දැනගැනීමට ගණිත දැනුමක් අවශ්‍ය වන බවත් අප මෙහි දී කරන්නේ සරලව එහෙත් සන්නිකර්ෂණව සිදුවන්නේ කුමක් දැයි තේරුම්ගැනීමට උත්සාහකිරීමක් ය.

© Prof. Nalin De Silva

අයින්ස්ටයින් විද්වතාගේ සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයට හෙවත් ගුරුත්වය අහෝසිකිරීමට අනුව සිදුවන්නේ ද්‍රව්‍ය හා විකිරණ හේතුකොටගෙන අවකාශ කාලයක් නිර්මානය වීම ය. එහෙත් මේ අවකාශ කාලය සම්බන්ධයෙන් අප මෙතෙක් නොකී දෙයක් වෙයි. එනම් අවකාශ කාලයට වක්‍රතාව (curvature) යැයි හැඳින්වෙන යම් ගුණයක් ඇති බව ය. මේ වක්‍රතාව යන්න තරමක් සංකීර්ණ සංකල්පයක් වෙයි. දළ වශයෙන් කිවහොත් තලයකට වක්‍රතාවක් නැත. එමෙන් ම සරල රේඛාවකට ද වක්‍රතාවක් නැත. එහෙත් ගෝලයකට වක්‍රතාවක් වෙයි. එයට අරයක් වෙයි. එමෙන් ම සරල රේඛා නොවන වක්‍රවලට ද වක්‍රතාවක් වෙයි. උදාහරණයක් ලෙස ගතහොත් වෘත්තයකට අරයක් වෙයි. මෙය වක්‍රතා අරයක් වෙයි. වෘත්ත නොවන අනෙක් වක්‍රවලට ද (සරල රේඛා නො සැලකෙයි) වක්‍රතා අරය යන සංකල්පය ඇසුරෙන් දෙන වක්‍රතාවක් වෙයි.

අවකාශ කාලය සම්බන්ධයෙන් ගත්කල වක්‍රතාව එලෙස වක්‍රතා අරයකින් නොදෙනු ලැබෙයි. අවකාශ කාලයෙහි වක්‍රතාව දෙනු ලැබෙන්නේ ආතානකයක් (tensor) ආධාරයෙන් ය. මෙහි දී ආතානකයක් යනු කුමක් දැයි ගණිතමය අයුරින් විස්තරකිරීමට අවශ්‍ය නො වෙයි. අපට අවශ්‍යවන්නේ ඉතා දළ අදහසක් ය. ආතානකයක් යනු දෛශිකයකට ද වඩා සාධාරණීය ගණිතමය භූතාර්ථයකි (entity). දෛශිකයකට ත්‍රිමානයෙහි සංරචක තුනක් ද, චතුර්මානයෙහි හතරක් ද ආදී වශයෙන් වෙයි. ආතානකයකට යම්කිසි මානයක ඇති සංරචක සංඛ්‍යාව තීරණයවන්නේ මානයෙන් පමණක් නො වෙයි. එහි තරාව (rank) යනුවෙන් හැඳින්වෙන්න ද එහි දී වැදගත් වෙයි.

කෙසේ වෙතත් අවකාශ කාලයෙහි යම්කිසි ලක්ෂ්‍යයක දී, එනම් යම්කිසි පිහිටීමක දී හා කාලයක දී එහි වක්‍රතාව, වක්‍රතා ආතානකයෙන් දැනගත හැකි ය. යම්කිසි පිහිටීමක හා කාලයක දී අංශුවක් චලනයවන්නේ භූමිතිකයක් ඔස්සේ යැයි අපි සඳහන් කෙළෙමු. මේ භූමිතිකය තීරණය වන්නේ ද අවකාශ කාලයෙහි වක්‍රතාව අනුව ය. අවකාශ කාලයෙහි වක්‍රතාව පිහිටීමෙන් පිහිටීමට, කාලයෙන් කාලයට වෙනස් වෙයි. යම් ලක්ෂ්‍යයකට ඉතාමත් ආසන්න ලක්ෂ්‍යයක දී වුව ද, වක්‍රතාව ඉතා සුළුවෙන් නමුත් වෙනස්විය හැකි ය.

එතරම් කුඩා නොවන වස්තුවක් අවකාශ කාලයෙහි යම් ඉඩ ප්‍රමාණයක් ගන්නා බැවින් වස්තුවෙහි ඒ ඒ ලක්ෂ්‍ය අවකාශ කාලයෙහි ආසන්න, එහෙත් ප්‍රභින්න (වෙනස්) ලක්ෂ්‍යවල පිහිටයි. ඉන් සිදුවනුයේ වස්තුවක ඒ ඒ ලක්ෂ්‍යවල දී අවකාශ කාලයෙහි වක්‍රතාව වෙනස්වීම හා වස්තුවක ඒ ඒ ලක්ෂ්‍ය වෙනස් භූමිතික ඔස්සේ චලනයවීම ය.. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස වස්තුවක එක් ලක්ෂ්‍යයකට සාපේක්ෂව වෙනත් ලක්ෂ්‍යයක් ත්වරණයක් සහිතව චලනය වෙයි. එබැවින් වස්තුවක් භූමිතිකයක් ඔස්සේ චලනයවන්නේ යැයි කීම නිවැරදි නො වෙයි. අපට කිවහැක්කේ (පරීක්ෂණ) අංශුවක් අවකාශ කාලයෙහි භූමිතකයක් දිගේ චලනයවන බව ය.

මෙවැනි තත්ත්වයක් නිව්ටෝනීය ගුරුත්වාකර්ෂණයෙහි ද උද්ගතවන බව කිවයුතු වෙයි. එහි දී ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය යන්න ලක්ෂ්‍යයෙන් ලක්ෂ්‍යයට වෙනස් වෙයි. ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය එලෙස වෙනස්වීමෙහි ප්‍රතිඵලය වනුයේ වස්තුවක ඒ ඒ ලක්ෂ්‍යවල දී ක්‍රියාකෙරෙන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය වෙනස්වීම ය. එබැවින් වස්තුවක ඒ ඒ ලක්ෂ්‍යවලට විවිධ චලිත වෙයි. එනම් ඒ ඒ ලක්ෂ්‍යවලට විවිධ ත්වරණ වෙයි. මේ හේතුවෙන් ගුරුත්වාකර්ෂණය නිසා වස්තුවක යම්කිසි ලක්ෂ්‍යයකට සාපේක්ෂව ආසන්න ලක්ෂ්‍යයක ත්වරණය ඉතා සුළුවෙන් නමුත් වෙනස් වෙයි. එහෙත් මේ වෙනස සාමාන්‍ය අවස්ථාවල දී ඉතාමත් සුළුවන බැවින් වස්තුවලට විශාල කරදරයකට මුහුණපෑමට නො සිදුවෙයි.

අයින්ස්ටයිනීය සාධාරණ සාපේක්ෂතාවාදයෙහි ද අදාළ වෙනස සාමාන්‍ය අවස්ථාවල දී ඉතා සුළු වෙයි. එහෙත් එය බැරෑරුම්වන අවස්ථා ද වෙයි. ගුළු අගාධ (black holes) සම්බන්ධයෙන් එවැනි අවස්ථා උද්ගත වෙයි. මේ වස්තුවලට බ්ලැක් හෝල්ස් යනුවෙන් බටහිරයන් විසින් නම් කෙරී ඇත්තේ ඒ කළු නිසා නොවන බව අවබෝධ කරගත යුතුවෙයි. දැකිය නොහැකි වස්තු වර්ණයෙන් කළු හෝ විය නො හැකි ය. මේ වස්තු ගැන කතාකිරීම ආරම්භකළ අවධියෙහි එහි ගුණ පිළිබඳ එතරම් දෙයක් නො දැන සිටියා පමණක් නො වෙයි. ඒ වස්තු දැකගැනීමට ද නො හැකි ය. එබැවින් එහි යම්කිසි ගුප්ත ස්වභාවයක් නො තේරෙණ ස්වභාවයක් වෙයි. එවැනි නො තේරෙණ ගුප්ත දෑ සම්බන්ධයෙන් කතාකරන විට බටහිරයෝ කළු හෙවත් බ්ලැක් යන වචනය යොදාගනිති. ඔවුහු අවිඥානිකව වුව ද කළු යන වචනය තරමක් පරිභව ආකාරයකට යොදාගනිති. සුද්දන්ට සුදු යනු යහපත් බවත් කළු යනු අයහපත් බවත්

© Prof. Nalin De Silva

අමුතුවෙන් කිවයුතු නො වෙයි. ඉංගිරිසි බස හැදෑරීමේ දී එවැනි අවස්ථා ඇති බව පෙනී යන කරුණක් බව අමතක නොකළ යුතු ය.

කෙසේ හෝ වේවා ගුළු අගාධයක් ආසන්නයෙහි දී අවකාශ කාලයෙහි වක්‍රතාව ඉතා කඩිනමින් වෙනස්වෙයි. යම් ආසන්න ලක්ෂ්‍ය දෙකක දී අවකාශ කාලයෙහි වක්‍රතා වෙනස ඉතා වැඩිවෙයි. එහි ප්‍රතිඵලය වනුයේ ගුළු අගාධයක් අසළ දී වස්තුවක ආසන්න ලක්ෂ්‍ය එකිනෙකට සාපේක්ෂව ඉතා විශාල ත්වරණවලින් චලනයවීම ය. මේ ත්වරණ කෙතරම් විශාල ද යත් වස්තුවට තව දුරටත් තනි වස්තුවක් ලෙස ඒකකයක් ලෙස එකට සිටීමට නො හැකිවෙයි. ගුළු අගාධයක් ආසන්නයට යෑමේ දී ම වස්තුව ඉරී කැබලි කැබලිවලට වෙන්වෙයි. මිනිසකු ගුළු අගාධයක් ලෙසට ඇදී යන්නේ නම් ඔහුගේ දෙපා හිසට සාපේක්ෂව අති විශාල ත්වරණයකින් චලනයවෙයි. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස දෙපා හිස හා අනෙක් අවයව එකිනෙකින් වෙන් වෙයි. ගුළු අගාධයට යෑමට කලින් ම කුහුඹුවකු වැනි කුඩා සත්ත්වයකු වුව ද මියයන බැවින් යමකුට ඒ තුළට ගොස් හෝ ඒ දැනගැනීමේ හැකියාව නැතිවෙයි. සුද්දන් මේ වස්තුවලට බ්ලැක් හෝල් යැයි කීම පුදුමයක් නො වෙයි. එහෙත් අප ද ඔවුන් අනුකරණය කරමින් බ්ලැක් යන්න හුදු වර්ණයක් ලෙස ගනිමින් ඒ වස්තුවලට කාල කුහර හෝ වෙනත් එවැන්නක් හෝ කිවයුතු නො වෙයි. එහෙත් අපේ අනුකරණයට සීමාවක් නැති බව පැහැදිලි ය. ගුළු අගාධ යනු පළමුවෙන් ම අයින්ස්ටයිනීය සාපේක්ෂතාවාදයෙන් හෙළිදරවු කෙරුණු වස්තු විශේෂයකි. එහෙත් මෙවැනි වස්තු ඇති බවට නිව්ටෝනීය ගුරුත්වාකර්ෂණය ආධාරයෙන් වුව ද තර්කයක් ගොඩනගාගත හැකි බව අමතක නොකළ යුතු ය.

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva