මෙහෙමත් කාලයක්

පොසිට්‍රෝන හා වෙනත් ප්‍රති අංශු සම්බන්ධයෙන් කාලයෙහි ගලායෑම ආපස්සට සිදුවන්නේ සාමාන්‍ය අංශුවලට සාපේක්ෂව ය. එහෙත් ප්‍රති අංශුවකට සාපේක්ෂව වෙනත් ප්‍රති අංශුවක් ගමන්කිරීම ඒ මුල් ප්‍රති අංශුව දකින්නේ කිනම් ආකාරයකට ද? එහෙත් එයට පළමුව යම් ප්‍රති අංශුවක් එහි චලිතය ගැන කියන්නේ කුමක් ද යන ප්‍රශ්නය අපට ඇසිය හැකි ය.

ප්‍රති අංශු ගැන එලෙස කතාකිරීමට පෙර අප හොඳින් දන්නා සාමාන්‍ය අංශු ගැන අපට කිවහැක්කේ කුමක් ද? අංශුවක් තම චලිතය ගැන කියන්නේ කුමක් ද? ඕනෑම අංශුවක් තමන්ට සාපේක්ෂව නිශ්චලතාවෙහි වෙයි. අංශුවක් චලනයවන්නේ අනෙක් අංශුවකට සාපේක්ෂව මිස තමන්ට සාපේක්ෂව නො වෙයි. සිත් පිත් නැති අංශු වෙනුවට අපි මිනිසුන් ගැන සිතමු. ඕනෑම මිනිසෙක් තමාට සාපේක්ෂව නිශ්චලතාවෙහි වෙයි. ඕනෑම (මිනිස්) නිරීක්ෂකයෙක් ඒ නිරීක්ෂකයාගේ සමුද්දේශ රාමුවෙහි (frame of reference) නිශ්චලතාවෙහි වෙයි. එයට හේතුව නිරීක්ෂකයා (වෙනත් නිරීක්ෂකයකුට සාපේක්ෂව) චලනය වන විට සිය රාමුව ද රැගෙන යෑම ය. එසේ නම් නිරීක්ෂකයකු තමන් චලනය වන බව දන්නේ කෙසේ ද?

අපි පොළොවෙහි වාසයකරන බැවින් පෙළොවත් සමග ගමන්කරමු. පොළොවෙහි අප එක් තැනක සිට තවත් තැනකට නොයන්නේ නම් අපට සිතෙන්නේ අප එක් තැනකට වී සිටින බව ය, වෙනත් අයුරකින් කියන්නේ නම් අපට අප පොළොවත් සමග සිදුකරන චලිතය නො දැනෙයි. අපේ රාමු පොළොවෙහි අප සිටින තැනට බද්ධ වී ඇති විට අපට සිතෙන්නේ, දැනෙන්නේ, ප්‍රත්‍යක්ෂවන්නේ අප නිසලව සිටින බව ය. එහෙත් අපි පොළොවත් සමඟ ගමන්කරන බව අපි දනිමු. මේ දැනුම අපට ලැබෙන්නේ පොළොව ගමන්කරන බව අප දන්නා හේතුවෙන් ය. අඩු තරමින් එසේ පොළොව ගමන්කරන්නේ යැයි අපට උගන්වා තිබීම හේතුවෙන් ය.

කොපර්නිකස් හා ගැලීලියෝ පඩුවන්ට පෙර බටහිරයන් සිතාගෙන සිටියේ පොළොව නිශ්චලව පවතින බව ය. එබැවින් එකල යමකු පොළොවෙහි එක් තැනකට වී සිටියේ නම් ඔහු නිසලව සිටි බවට ඔහු විසින් ද අන් අය විසින් ද සැලකිණි. දැන් එසේ නිසලව සිටි තැනැත්තා වෙනත් තැනකට ගියේ යැයි සිතමු. එවිට ඒ චලිතය නරඹන, නිරීක්ෂණය කරන පොළොවෙහි නිශ්චලව සිටින වෙනත් අයකුට අනුව ඒ තැනැත්තා චලිතයෙහි යෙදී ඇත. එහි ගැටළුවක් නැත. දෙවැනි තැනැත්තාට සාපේක්ෂව, ඒ දෙවැන්නාගේ රාමුවෙහි පළමුවැන්නාට යම් චලිතයක් තිබෙයි. දෙවැන්නාගේ රාමුවෙහි පළමුවැන්නා සිටින තැන, එනම් දෙවැන්නාගේ රාමුවෙහි පළමුවැන්නාගේ ඛණ්ඩාංක වෙනස් වෙයි.

එහෙත් අපේ ප්‍රශ්නය වනුයේ පළමුවැන්නාට සාපේක්ෂව පළමුවැන්නා ම චලනය වන්නේ ද යන්න ය. පළමුවැන්නා පොළොවෙහි එක් තැනක සිට තවත් තැනකට ගිය ද, ඔහු තම රාමුවෙහි කිසිදු දුරක් නො යයි. එයට හේතුව රාමුව ද ඔහු සමග යෑම ය. තමාට සාපේක්ෂව කිසිවෙක් චලනය නො වෙයි. එහෙත් අපේ ප්‍රත්‍යක්ෂ දැනුම වී ඇත්තේ අප එක් තැනක සිට තවත් තැනකට ගමන්කරන බව ය. අපි ගෙදර සිට පාසලට යමු. නැත්නම් එක් ගොඩනැගිල්ලක සිට තවත් ගොඩනැගිල්ලකට යමු. මේ ප්‍රත්‍යක්ෂ දැනුම කිසිවකු තමාට සාපේක්ෂව චලනය නො වන්නේය යන්න සමග ගැලපෙන්නේ ද? අපට එක් තැනක සිට තවත් තැනකට යෑමට ශක්තිය වැය කිරීමට සිදුවෙයි. එහෙත් අපේම රාමුවෙහි අපට චලනයක් නැතැයි කියමු. මෙය පරස්පරයක් ද? මේ ප්‍රශ්න නිව්ටෝනීය ගතිකයෙහි තේරුම්කෙරෙන්නේ කෙසේ ද?

යම් අයකු තම රාමුවට සාපේක්ෂව නිශ්චලව ඇතැයි පැවසීමෙන් රාමුව නිසලව පවතින්නේය යැයි නො කියැවෙයි. රාමුව වෙනත් රාමුවකට සාපේක්ෂව යම් චලිතයක යෙදෙයි. උදාහරණයක් ලෙස ගතහොත් පොළොවෙහි නිසලව සිටින්නකුගේ රාමුව සූර්යයාගේ හෝ හඳේ හෝ නිසලව සිටින (එසේ සිටිය හැකියයි උපකල්පනයකරමින්) අයකුගේ රාමුවට සාපේක්ෂව චලනය වෙයි. දැන් පොළොවෙහි සිටින තැනැත්තා එක් තැනක සිට තවත් තැනකට යන්නේ යැයි සිතමු. එවිට ඔහුගේ රාමුව සූර්යයාගේ හෝ හඳේ සිට නිරීක්ෂණයකරන්නාට සාපේක්ෂව කලින් තිබූ චලිතයට වඩා

© Prof. Nalin De Silva

වෙනස් චලිතයක යෙදෙයි. රාමුවෙහි චලිතය එලෙස වෙනස්වීම ඉබේ සිදුවන්නක් නො වෙයි. ඒ සඳහා යම් ශක්තියක් යෙදවිය යුතු වෙයි. කිනම් රාමුවක සිට නිරීක්ෂණය කළ ද වෙනත් රාමුවක චලිතය වෙනස්වන්නේ නම් යම්කිසි ශක්තියක් වැයවන්නේ යැයි අපි නිගමනය කරමු ද?

වෙනත් ආකාරයකට ප්‍රශ්නය සූත්‍රගත කරමු. ඕනෑම රාමුවකට සාපේක්ෂව වෙනත් රාමුවක චලිතය වෙනසකට භාජනය කළහොත් එවිට යම්කිසි බලයක් හෝ ආවේගයක් (impulse) යෙදවෙන්නේ ද? එහෙත් එය එසේ විය යුතු ම නොවන බව පැහැදිලි ය. හඳේ සිට නිරීක්ෂණයකරන්නා තම චලිතය වෙනස් කළහොත් ඔහුට සාපේක්ෂව පොළොවේ ද ඒ සමඟින් පොළොවේ සිටින තැනැත්තාගේ ද චලිතය වෙනස් වෙයි. එහෙත් පොළොවෙහි චලිතය හඳේ චලිතය වෙනස්කරගත් නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව වෙනස් වූ පමණින් පොලොවට යම් බලයක් යෙදිණි යැයි කිවහැකි නො වෙයි. නිව්ටෝනීය ගතිකයෙහි මෙවැනි ප්‍රශ්න තේරුම්ගැනීම සඳහා අවස්ථිති සමුද්දේශ රාමු (inertial frames of reference) යනුවෙන් රාමු විශේෂයක් යොදාගැනෙයි. එහෙත් ප්‍රශ්නයක් වනුයේ එවැනි විශේෂිත සමුද්දේශ රාමු සොයාගන්නේ කෙසේ ද යන්න ය. අවස්ථිති සමුද්දේශ රාමුවක් සොයාගැනීමට ඇති එකම මග එහි නිව්ටෝනීය චලිත නියම වලංගු වන්නේ දැයි පරීක්ෂාකිරීම පමණ ය. එහි දී විෂම චක්‍රයක් ඇතිවන බව පැහැදිලි ය.

කෙසේ වෙතත් කලින් ද සඳහන්කර ඇති පරිදි නිව්ටෝනීය ගතිකය එබඳු ය. රාමුව පිළිබඳ සංකල්පය හේතුවෙන් ඇතැම් මූලික ප්‍රශ්නවල දී මහත් විවාදයන්ට තුඩු දෙන පිළිතුරු අපට එහි දී ලැබෙයි. එසේ වුවත් බොහෝ එදිනෙදා ගැටළුවල දී නිව්ටෝනීය ගතිකය අවුරුදු දෙසීය පණහකට අධික කාලයක් සාර්ථක ප්‍රතිඵල ලබා දී ඇත. දැන් අපි නැවතත් රාමු සංකල්පයේ සිට තමාට සාපේක්ෂව චලිතයක් නොමැති විට චලනය අත් දකින්නේ කෙසේ ද යන්න විග්‍රහකරමු. තම සමුද්දේශ රාමුවෙහි සිට නිරීක්ෂණයකරන නිරීක්ෂකයාට පෙනී යන්නේ පොළොව ගමන්කරන බව ය. නිරීක්ෂකයා පොළොවෙහි A නම් තැනක සිට B නම් තැනකට ගියේ යැයි සිතමු. ඔහුගේ රාමුවට සාපේක්ෂව නම් සිදු වී ඇත්තේ පොළොව චලනය වී A නම් තැන රාමුවෙන් පිටතට ගොස් B නම් තැන රාමුවට පැමිණීම ය. නිරීක්ෂකයා තමා චලනය වී ඇතැයි ගන්නේ තමාගේ රාමුවට සිදුවන පොළොවේ ස්ථාන මාරුව ය. රාමුවට සාපේක්ෂව සිදුවන්නේ පොළොවෙහි ස්ථාන මාරුව ය. එහෙත් නිරීක්ෂකයා පොළොව නිසලව තිබිය දී තමා චලනය වී ඇතැයි සිතයි.

මෙය අසිහියෙන් කරන කතාවක් යැයි යමකු කීමට ඉඩ ඇත. නිරීක්ෂකයකු තමා චලනයවන බව නො දන්නේ ද? එසේ නම් පොළොවේ චලිතයක් ගැන කතාකරන්නේ ඇයි දැයි යමකු ප්‍රශ්නකිරීමට ඉඩ ඇත. එහෙත් අප රාමු සංකල්පය යොදාගත්විට අපට තර්කකිරීමට සිදුවන්නේ ඒ ආකාරයට ය. කිසිම නිරීක්ෂකයකු තමාට සාපේක්ෂව චලනය නො වෙයි. එහෙත් නිරීක්ෂකයකුට සාපේක්ෂව වෙනත් වස්තු හා රාමු චලනය විය හැකි ය.

නිරීක්ෂකයකු තමාට සාපේක්ෂව චලනය නොවුණ ද, කාලය නො ගෙවී නො තිබෙයි. එයට හේතුව නිරීක්ෂකයා තමා වෙනස් නොවන්නේ යැයි ගත්ත ද, අවට ලෝකය වෙනස්වීම ය. නිරීක්ෂකයාගේ රාමුවෙහි පොළොවෙහි එක් තැනක් වෙනුවට වෙනත් තැනක් පැමිණෙයි. කාලය යනු වෙනස්වීම නිසා නිර්මාණය කරගන්නා වූ සංකල්පයක් වෙයි. එබැවින් නිරීක්ෂකයා තම රාමුවෙහි චලනය නොවුණ ද තම රාමුවට සාපේක්ෂව වෙනත් වස්තු වෙනස්වන ආකාරය නිරීක්ෂණයකරයි. මේ හේතුවෙන් ඔහුට කාලය ගෙවී යන්නක් බවට පත්වෙයි.

වෙනත් වචනවලින් කියන්නේ නම් නිරීක්ෂකයාගේ රාමුවෙහි ඔහුගේ අවකාශ ඛණ්ඩාංක වෙනස් නොවුණ ද කාල ඛණ්ඩාංකය වෙනස් වෙයි. නිරීක්ෂකයාගේ රාමුවෙහි ඔහුගේ x ඛණ්ඩාංකය සෑම විටම ශුන්‍යවන නමුත් t ඛණ්ඩාංකය වෙනස් වෙයි. එය කිසි විටෙකත් දිගින් දිගට ම එකම අගයක් නො ගනියි. මෙහි දී අප යොදාගත් ප්‍රකාශයක් නම් දිගින් දිගට ම යන්න ය. ඒ ප්‍රකාශය යොදාගැනීමෙහි දී අපි කාලය වෙනස්වන බව උපකල්පනය කර ඇත්තෙමු. දිගින් දිගට ම යන්න යොදා ගැනෙන්නේ යම් කාල පරිච්ඡෙදයක් සම්බන්ධයෙන් ය. එයින් යම් කාල පරිච්ඡෙදයක දිගින් දිගට ම යන්න අදහස් වෙයි. එසේ නම් අපි නොදැනුවත්වම දිගින් දිගටම යන්න යොදාගැනීමේ දී කාලය වෙනස්වන බව උපකල්පනය කරමු. අප අතින් අවිඥානිකව සිදුවන මෙවැනි යෙදුම් ගැන නිතර නිතර මෙනෙහි කළ යුතු ය. ප්‍රවාද විවේචනයකිරීමේ දී මෙන් ම ප්‍රවාද නිර්මානයකිරීමේ දී ද එවැනි පුහුණුවක් අත්‍යවශ්‍ය වෙයි.

© Prof. Nalin De Silva

කෙසේ වෙතත් ඉහතින් සඳහන් වූයේ සාමාන්‍ය අංශුවක් (නිරීක්ෂකයකු) තම සමුද්දේශ රාමුවෙහි වුව ද කාලය ගෙවී යන්නේ නැතහොත් වෙනස්වන්නේ කෙසේ දැයි නිගමනයකරන ආකාරය ය. නිරීක්ෂකයා කාලය වෙනස්වන බව දැනගන්නේ අනෙක් වස්තුවල හා අංශුවල වෙනස්වීම හා චලනය ගැන නිරීක්ෂණය කිරීමෙන් ය. යම් අයුරකින් නිරීක්ෂකයා අන් සියල්ලෙන් වෙන් වී ඇතැයි සිතමු. ඔහුට වෙනත් කිසිම වස්තුවක් හෝ අංශුවක් නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි යැයි ද වෙනත් කිසිම අංශුවක් හෝ නිරීක්ෂකයකු හෝ සමග කිසිම වූ ආකාරයක සංනිවේදනයක නිරත විය නොහැකි යැයි ද උපකල්පනය කරමු. එවිට නිරීක්ෂකයා කාලය සම්බන්ධයෙන් නිගමනවලට පැමිණෙණ්නේ කෙසේ ද? නිව්ටෝනීය ගතිකයෙහි ඒ ප්‍රශ්නයට විසඳුමක් වේ ද?

නිව්ටෝනීය ගතිකය ගොඩනැගී ඇත්තේ නිරීක්ෂයකුට සාපේක්ෂව වෙනත් අංශු, වස්තු, නිරීක්ෂකයන් චලනයවන්නේ කෙසේ ද යන්න මත පදනම් වී ය. නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව තමාගේ ම සිදුවන වෙනස්කම් පිළිබඳ ව එහි දී සාකච්ඡා නො වෙයි. නිරීක්ෂකයා වෙනස් නොවන වස්තුවක් ලෙස සැලකෙයි. එනම් නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව නිරීක්ෂකයා වෙනස් නො වේයැයි සැලකෙයි. නිරීක්ෂකයකුට සාපේක්ෂව ඔහුගේ අවකාශ ඛණ්ඩාංක වෙනස් නොවන්නේ එබැවින් ය. එහෙත් කාල ඛණ්ඩාංකය වෙනස් වන්නේ නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව අනෙක් අංශු හා වස්තු වෙනස්වන බැවින් ය.

එහෙත් එසේ අනෙක් අංශු හා වස්තු නිරීක්ෂණයකිරීමට නොහැකි විට, නිරීක්ෂකයා අනෙක් අංශු හා වස්තුවලින් සම්පුර්ණයෙන් ම වෙන්කෙරී ඇති විට ඔහුට කාලය පිළිබඳ සංකල්පයක් වේ ද? එවැනි අවස්ථාවක ඔහු කාලය නම් සංකල්පය නිර්මානයකරගන්නේ කෙසේ ද? ඔහුට සාපේක්ෂව කාල ඛණ්ඩාංකය ශුන්‍ය ව පවතියි ද? පවතියි ද යන වචනයෙහි කාලය යන සංකල්පය අඩංගු ද? එසේ නම් කාලය ශුන්‍ය ව පවතින්නේ ය යන්න පරස්පර ප්‍රකාශයක් ද? අප මේ ප්‍රශ්නවලට සිංහල බෞද්ධයන් ලෙස පිළිතුරු දෙන්නේ කෙසේ ද?

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva