මැදිරියේ හා වේදිකාවේ වෙනස

අප සාකච්ඡාකරමින් සිටින්නේ දෙතැනක පිහිටි විදුලි පන්දම් දෙකක් දැල්වීම දුම්රිය වේදිකාවක සිටින නිරීක්ෂකයකුටත් වේදිකාව පසුකරමින් යන දුම්රියක මැදිරියක සිටින නිරීක්ෂකයකුටත් පෙනෙන ආකාරය ගැන ය. දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයා දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයා පසුකර යත්ම විදුලි පන්දම් දෙක දල්වන්නේ යැයි අපි කීවෙමු. එහෙත් එහි දී අප නොකී දෙයක් වෙයි. එක් නිරීක්ෂකයකු අනෙක් නිරීක්ෂකයා පසුකිරීම යනු සිද්ධියකි. නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනාට ම ඒ සිද්ධිය පොදු වෙයි. දෙදෙනාම ඒ සිද්ධිය නිරීක්ෂණය කරති. කිනම් නිරීක්ෂකයකු සම්බන්ධයෙන් වුව ද සිද්ධිය සිදුවීම හා ඒ නිරීක්ෂණය අතර කාල ප්‍රාන්තරයක් නැතැයි ද අපට කිවහැකි ය. ඒ සිද්ධිය සිදුවන්නේ නිරීක්ෂකයන් අසල දී ම වන බැවින් ය. මේ සිද්ධිය සිදුවන අවස්ථාවේ (මොහොතේ) දී නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනා තම ඔරලෝසු සමමුර්ති කරගන්නේ යැයි ද සිතමු. ඒ කිසිවකවත් ගැටළු නැත. එහෙත් ප්‍රශ්නය වනුයේ විදුලි පන්දම් දෙක ඒ මොහොතෙහි ම දැල්වීම සම්බන්ධයෙන් ය. විදුලි පන්දම් දෙක ඒ මොහොතෙහි ම දල්වන්නේ කිනම් නිරීක්ෂකයාගේ ඔරලෝසුවෙන් දැයි අපි නො කීවෙමු. එනම් විදුලි පන්දම් දෙක එක මොහොතෙහි දල්වන්නේ කිනම් නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව දැයි අපි නො කීවෙමු.

නිව්ටෝනීය භෞතික විද්‍යාවෙහි මේ ප්‍රශ්නය පැන නො නගියි. එයට හේතුව එහි යම් නිරීක්ෂකයකු සම්බන්ධයෙන් යම් සිද්ධි දෙකක් එකම මොහොතක සිදුවන්නේ නම් ඒ සිද්ධි දෙක වෙනත් ඕනෑම නිරීක්ෂකයකු සම්බන්ධයෙන් ද එකම මොහොතක සිදු වීම ය. එනම් සිද්ධි දෙකක් යම් නිරීක්ෂකයකුට සාපේක්ෂව සමගාමීවන්නේ නම් ඒ සිද්ධි දෙක වෙනත් ඕනෑම නිරීක්ෂකයකුට සාපේක්ෂව ද සමගාමී වීම ය. නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි කාලය මැනීම සම්බන්ධයෙන් නිරීක්ෂකයන් අතර ඇති සම්බන්ධය මෙයටත් වඩා දැඩිබව සඳහන්කළ යුතු ය. එහි දී නිරීක්ෂකයන්ගේ ඔරලාසු සෑම විට ම එකම වේලාවක් සඳහන් කරයි. යම්කිසි මොහොතක නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනා තම ඔරලෝසු සමමුර්ති කරගත්තේ යැයි සිතමු. එවිට ඔරලෝසුවල කිසිම දෝෂයක් නැතැයි උපකල්පනය කළහොත් ඒ දෙදෙනා එකිනෙකාට සාපේක්ෂව කොතැනක සිටියත් කිනම් ප්‍රවේගයකින් චලනය වුවත්, කිනම් ත්වරණ සහිත ව වුවත්, ඔවුන්ගේ ඔරලෝසු සෑම විටකම එකම වේලාවක් දක්වයි. මෙයින් කියැවෙන්නේ නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි කාලය මැනීම නිරීක්ෂකයාගෙන් ස්වායත්ත බව ය. එහි කාලය නිරපේක්ෂ (absolute) වෙයි. අයින්ස්ටයින් විද්වතා මුල සිට ම අභියෝග කෙළේ මේ කරුණට ය.

අයින්ස්ටයින් තරුණයාට මේ ප්‍රශ්නය මුල සිටම හිතට කරදරයක් වී යැයි කියැවෙයි. එකල ස්විට්සර්ලන්තයේ හා වෙනත් ඇතැම් බටහිර රටවල මහජන ගමනාගමනය සඳහා යොදාගත් ප්‍රධාන රථය වී ඇත්තේ ට්‍රෑම් කාරය ය. අවුරුදු පණහකට පමණ පෙර කොළඹ නගරයේ ද ට්‍රෑම් කාර ධාවනය විය. කොළඹ ඇතැම් තැන්වල පාරෙහි තවමත් ට්‍රෑම් කාර ධාවනය සඳහා යොදාගන්නා ලද දුම්රිය පීලි වැනි පීලි දැකිය හැකි ය. අයින්ස්ටයින් තරුණයාට වූ ප්‍රශ්නය මෙලෙස ප්‍රකාශකළ හැකි ය. ට්‍රෑම් කාරයක නැගී නගරයේ ඔරලෝසු කණුවෙන් ඈතට යන මගියකු සලකමු. ට්‍රෑම් කාරය ධාවනය වන්නේ සරල රේඛීය පීලිවල යැයි ද සිතමු. එමෙන් ම මගියාට තමා කෙතරම් ඈතට ගියත් ඔරලෝසු කණුවෙහි සටහන්වන වේලාව දැකගැනීමට හැකි යැයි ද සිතමු. ප්‍රශ්නය වන්නේ ට්‍රෑම් කාරය ආලෝකයේ වේගයෙන් ගමන්කරන්නේ නම් මගියා ඔරලෝසු කණුවෙහි දකින වේලාව කුමක් ද යන්න ය.

ට්‍රෑම් කාරය ඔරලෝසු කණුව අසල නවතා ඇත්නම් මගියාට ඔරලෝසුවෙහි කටු චලනය වන ආකාරයත් එහි දැක්වෙන වේලාව වෙනස්වන ආකාරයත් ඒ මොහොතෙහි ම දැකගත හැකි ය. ට්‍රෑම් කාරය මඳ වේගයෙන් ධාවනය වන විට ද මගියාට ඔරලෝසුවෙහි කටු චලනය වනු දැකගත හැකි ය. එහෙත් මෙහි දී තේරුම්ගත යුතු වැදගත් කරුණ නම් මගියා ඔරලෝසු කණුවෙහි දකින වේලාව ඒ මොහෙතෙහි ඔරලෝසුවෙහි සටහන්වන වේලාව නොවන බව ය. එයට හේතුව ඔරලෝසුවෙහි සටහන්වන වේලාව ඒ මොහොතෙහිම මගියාට දැකගත නො හැකිවීම ය. ඔරලෝසුවෙහි සටහන්වන වේලාව මගියාට දැකගත හැකිවනුයේ ඔරලෝසුවෙන් පරාවර්තනය වන ආලෝක ධාරාවක් ආධාරයෙන් ය. ආලෝක ධාරාව ක්ෂණික ව මගියාට නො ලැබෙයි. ඔරලෝසුවෙහි සිට මගියා කරා ආලෝකය ගමන්කිරීමට යම් කාලයක් ගතවෙයි. ඔරලෝසුවෙහි දහවල් දොළහ වන විට මගියා රැගත් ට්‍රෑම් කාරය ඔරලෝසුව අසලින් පිටත්වූයේ යැයි සිතමු. පිටත්වන මොහොතෙහි මගියාට ඔරලෝසුවෙහි දොළහ සනිටුහන්වනු දැකගත හැකි ය.

© Prof. Nalin De Silva

එහෙත් ට්‍රෑම් කාරය ඔරලෝසු කණුවෙන් තරමක් ඈතට ගියපසු ඔරලෝසුවෙහි දහවල් දොළහයි පහ දැක්වෙන විට මගියාට පෙනෙන්නේ දහවල් දොළහයි පහ නොව එයට අඩු වේලාවකි. එය දහවල් දොලහයි හතරයි තත්පර යම් කිසි ගණනක් වෙයි.

යම්කිසි අයුරකින් ට්‍රෑම් කාරය ආලෝකයේ වේගයෙන් ගමන් කරන්නේ නම් මගියාට ඔරලෝසුවෙහි කටු නිසල ව තිබෙනු දැකගත හැකිවනු ඇත. ඔරලෝසුවෙන් පරාවර්තනය වන ආලෝකය මගියා සමග ම ගමන් කරන බැවින් මගියාට නිතරම ඔරලෝසුවෙහි දහවල් දොළහ ම සනිටුහන් වී තිබෙනු පෙනෙයි. ඉන් සුළු මොහෙතකට හෝ පසුව ඔරලෝසුවෙන් පරාවර්තනයවන ආලෝක ධාරාවක් මගියා කරා නොයන්නේ මගියා ද ආලෝකයේ වේගයෙන් ගමන්කරන බැවින් ය. ඔරලෝසු කණුවෙහි කුමක් සනිටුහන් වුව ද ට්‍රෑම් කාරයෙහි ගමන්කරන මගියාට පෙනෙන්නේ ඔරලෝසුවෙහි දහවල් දොළහ සටහන් වී ඇති බව ය. මගියාට අනුව සෑම සිද්ධියක් ම සිදුවන්නේ දහවල් දොළහට ය. එනම් මගියාට අනුව කාලය ගතවීමක් නැත.

ඉහත සඳහන් උදාහරණය අභව්‍ය යැයි යමකු තර්ක කළ ද ඉන් පැහැදිලිවන කරුණ නම් ඒ ඒ නිරීක්ෂකයා කාලය මනින ආකාරයෙහි වෙනස්කම් ඇති බව හා සමගාමී සිද්ධි යන්න ඒ ඒ නිරීක්ෂකයා අනුව වෙනස්විය හැකි බවත් ය. දුම්රිය වේදිකාවේ හා දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයන් දෙදෙන සමගාමී සිද්ධි සම්බන්ධයෙන් එකම නිගමනවලට පැමිණීමට අවශ්‍ය නො වෙයි. එසේ නම් විදුලි පන්දම් දෙක දැල්වීම සම්බන්ධයෙන් ද එය එසේ ම වෙයි. විදුලි පන්දම් දෙක දැල්වීම යනු සිද්ධි දෙකකි. ඒ සිද්ධි දෙක එක් නිරීක්ෂකයකුට සාපේක්ෂව සමගාමී ය යන්නෙන් වෙනත් නිරීක්ෂකයකුට සාපේක්ෂව ද ඒ සමගාමී විය යුතු යැයි ගම්‍ය නො වෙයි.

එබැවින් විදුලි පන්දම් දෙක සමගාමී ව දැල්වෙන්නේ කිනම් නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව දැයි දැනගැනීම වැදගත් වෙයි. විදුලි පන්දම් දෙක නිසල ව ඇත්තේ දුම්රිය වේදිකාවෙහි සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව බැවින් විදුලි පන්දම් දෙක එකවිට (සමගාමීව) දැල්වෙන්නේ ද දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින මගියාට සාපේක්ෂව යැයි ගැනීමේ විසංවාදයක් නැත. අපි නැවතත් අපේ විශ්ලේෂණයට පාදක වූ දෑ සටහන්කර ගනිමු. දුම්රිය මැදිරියේ හරිමැද සිටින මගියා දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයා පසුකරත් ම දුම්රිය මැදිරියේ දෙකෙළවර සමග ඇති ලක්ෂ්‍ය දෙකක දී විදුලි පන්දම් දෙකක් දැල්වෙයි. මේ විදුලි පන්දම් දෙක දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව මෙන් ම දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයාට ද සාපේක්ෂව සමාන දුරවලින් වෙයි. මෙහි දී කිවයුතු තවත් කරුණක් වනුයේ විදුලි පන්දම් දෙකට ඇති දුර සමාන යැයි නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනා ගත්ත ද නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනා මැනගන්නේ එකම දුරක් නොවන බව ය. දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව විදුලි පන්දම් දෙක ම x දුරකින් වේ නම් දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව විදුලි පන්දම් දෙක සමදුරින් පිහිටිය ද ඒ දුර x ට සමාන නො වෙයි.

දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයා දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයා පසුකරන මොහොතෙහි ම විදුලි පන්දම් දෙක දැල්වෙන්නේ දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ය. එහි දී ඒ නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව සිද්ධි තුනක් සමගාමී වේ යැයි ගනු ලැබෙයි. එනම් දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයා දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයා පසුකර යෑම හා ඒ ඒ විදුලි පන්දම දැල්වීම ය. දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව විදුලි පන්දම් දෙක නිසල ව ඇති බැවින් ඒ නිරීක්ෂකයා එක් විදුලි පන්දමක් දෙසටත් අනෙක් විදුලි පන්දමෙන් ඉවතටත් ගමන් නො කරයි. ඒ නිරීක්ෂකයා සම්බන්ධයෙන් ගත්කල විදුලි පන්දම් දෙක අතර සමමිතියක් වෙයි. එහෙත් දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයා සම්බන්ධයෙන් ගත්කල ඒ සමමිතිය නැත. ඒ නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව එක් විදුලි පන්දමක් නිරීක්ෂයාගෙන් ඉවතට යන අතර අනෙක් විදුලි පන්දම නිරීක්ෂකයා වෙතට පැමිණෙයි. වෙනත් වචනවලින් කියන්නේ නම්, එනම් දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව නම්, දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයා එක් විදුලි පන්දමක් දෙසට දිවයන අතර අනෙක් විදුලි පන්දමෙන් ඉවතට දිවයයි. මේ හේතුවෙන් විදුලි පන්දම්වලින් නිකුත්වන ආලෝක ධාරා ඒ නිරීක්ෂකයා කරා එකම මොහොතේ දී නො පැමිණෙයි. නිරීක්ෂකයා යම් විදුලි පන්දමක් දෙසට දිවයන්නේ ද, ඒ විදුලි පන්දමෙන් නිකුත් කෙරෙන ආලෝක ධාරාව නිරීක්ෂකයා වෙතට පළමුව පැමිණෙයි. වෙනත් අයුරකින් කිවහොත්, එනම් දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ගතහොත් ඒ නිරීක්ෂකයා වෙතට පැමිණෙන විදුලි පන්දමෙන් නිකුත්වන ආලෝක ධාරාව නිරීක්ෂකයාගෙන් ඉවතට යන විදුලි පන්දමෙන් නිකුත්වන ආලෝක ධාරාවට කලින් නිරීක්ෂකයා කරා පැමිණෙයි.

© Prof. Nalin De Silva

එසේ වුවත් දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ද විදුලි පන්දම් ආලෝක ධාරා නිකුත්කරන්නේ සමාන දුරක සිට ය. විදුලි පන්දම් ආලෝක ධාරා නිකුත්කෙරෙන්නේ දුම්රිය මැදිරියේ දෙකෙළවර සමග කෙලින් ඇති ලක්ෂ්‍යය දෙකක සිට ය. නිරීක්ෂකයා දුම්රිය මැදිරියේ හරිමැද සිටින බැවින් ආලෝකධාරා නිකුත් කෙරෙන්නේ සමාන දුරක සිට ය. එහෙත් එසේ සමාන දුරකින් නිකුත් කෙරෙන ආලෝක ධාරා නිරීක්ෂකයා වෙතට එකම වෙලාවට නො පැමිණෙයි. මෙයින් නිගමනය කළහැක්කේ කුමක් ද?

නිරීක්ෂකයාට, එනම් මෙහි දී දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට, කිවහැකි කරුණු දෙකක් වෙයි. එකක් නම් විදුලි පන්දම්වලින් ලැබෙන ආලෝක ධාරා දෙකෙහි වේග තමාට සාපේක්ෂව වෙනස් බව ය. එය නිව්ටෝනීය, එසේත් නැත්නම් ගැලීලීය සාපේක්ෂතාව සමග එකග වෙයි. ඒ නිරීක්ෂකයාට තමා වෙතට පැමිණෙන විදුලි පන්දමෙන් ලැබෙන ආලෝක ධාරාව කලින් පැමිණෙන බැවින් තමාට සාපේක්ෂව ඒ ආලෝක ධාරාවෙහි වේගය අනෙක් ආලෝක ධාරාවෙහි වේගයට වඩා වැඩි යැයි නිගමනය කිරීමට හැකි වෙයි. දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයා යම් වේගයකින් ගමන්කරයි. (දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයා තමාට සාපේක්ෂව නිසලව සිටින බව අමතක නොකළ යුතු ය.) දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට අනුව තමා වෙතට පැමිණෙන ආලෝක ධාරාව තමාට සාපේක්ෂව දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයා ගමන්කරන දිශාවට ම චලනය වෙයි. එබැවින් ගැලීලීය සාපේක්ෂතාවට අනුව දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව තමා වෙතට එන ආලෝක ධාරාව දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ඒ ආලෝක ධාරාව ගමන්කරන වේගයට වැඩි වේගයකින් ගමන්කරයි. එමෙන් ම අනෙක් ආලෝක ධාරාව අඩු වේගයකින් ගමන්කරයි. මේ සාපේක්ෂතාවට අනුව විදුලි පන්දම් දෙකෙන් ආලෝක ධාරා නිකුත්වීම දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ද එකම මොහොතෙහි සිදුවුවත්, ආලෝක ධාරාවල වේග අසමාන බැවින් ඒ ධාරා නිරීක්ෂකයා කරා එකම මොහොතක නො එළඹෙයි. එහෙත් අයින්ස්ටයිනීය සාපේක්ෂතාවාදයෙන් කියැවෙන්නේ වෙනත් දෙයක් ය.

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva