බටහිර ලෝකය සෙළවූ වෙනස

නිව්ටෝනීය භෞතික විද්‍යාවෙහි යම් සිද්ධි දෙකක් යම් නිරීක්ෂකයකුට සාපේක්ෂව සමගාමීවන්නේ නම් ඒ සිද්ධි දෙක වෙනත් ඕනෑම නිරීක්ෂකයකුට සාපේක්ෂව ද සමගාමී වෙයි. එයට හේතුව නිව්ටෝනීය භෞතික විද්‍යාවෙහි කාලය ඕනෑම නිරීක්ෂකයකුට සාපේක්ෂව ඒකාකාර ව පමණක් නොව එකම සීඝ්‍රතාවකින් ගලා යෑම ය. සිද්ධි ඇතිවන්නේ අවකාශයෙහි කිනම් ලක්ෂ්‍යයක දී ද යන්න නිව්ටෝනීය භෞතිකයෙහි කාලය සම්බන්ධ ගැටළුවල දී වැදගත් නො වෙයි.

යම් නිරීක්ෂකයකු සම්බන්ධයෙන් ගත්කල එක් සිද්ධියක් නිරීක්ෂකයා සිටින තැනෙහි දී ම (ලක්ෂ්‍යයෙහි දී ම) සිදුවන්නේ යැයි සිතමු. අනෙක් සිද්ධිය නිරීක්ෂකයා සිටින තැනට තරමක් ඈතින් සිදුවන්නේ යැයි ද සිතමු. මේ සිද්ධි දෙක සමගාමී යන්නෙන් අදහස් කරන්නේ කුමක් දැයි පළමුව සලකා බලමු. පළමු සිද්ධිය සිදුවන අවස්ථාවේ දී නිරීක්ෂකයාට තම ඔරලෝසුවෙන් වේලාව බලාගත හැකි වෙයි. එහි දී කෙරෙනුයේ පළමු සිද්ධිය සිදුවීම හා ඔරලෝසුවේ කටු යම් පිහිටුමක තිබීම සමගාමී වීම ය. මේ සිද්ධි දෙකම සිදුවන්නේ එකම තැනක බැවින් මෙහි දී ගැටළු පැන නොනගියි. දැන් අපි දෙවැනි සිද්ධිය සලකා බලමු. මේ සිද්ධිය සිදුවන්නේ නිරීක්ෂකයාට තරමක් ඈතින් ය. ඒ සිද්ධිය අසවල් වේලාවෙහි සිදුවන බව නිරීක්ෂකයා පවසන්නේ කෙසේ ද? සිද්ධිය සිදුවන මොහොතෙහි ම නිරීක්ෂකයා ඒ සිදුවන බව දැනගන්නේ ද? ඒ එසේ නොවන බව අපි දනිමු. මෙහි දී සිද්ධිය ලෙස ඈතින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක දී විදුලි පන්දමක් දැල්වීම ගනිමු. විදුලි පන්දම දැල්වූ මොහොතෙහි ම ඒ බව නිරීක්ෂකයාට නො පෙනෙයි. විදුලි පන්දම දැල්වූ ස්ථානයෙහි සිට නිරීක්ෂකයා සිටින තැනට ආලෝකය පැමිණීමට යම් වේලාවක් ගතවෙයි. නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ආලෝකයේ වේගය දන්නේ නම් හා විදුලි පන්දම දැල්වූ ස්ථානයට නිරීක්ෂකයා සිටින ස්ථානයෙහි සිට ඇති දුර දන්නේ නම්, එවිට ආලෝකයට විදුලි පන්දම දැල්වූ ස්ථානයෙහි සිට නිරීක්ෂකයා සිටින තැනට ඒමට ගතවන කාලය දැනගත හැකි ය. දැන් ආලෝකය නිරීක්ෂකයා කරා පැමිණෙන්නේ කිනම් වේලාවක දැයි නිරීක්ෂකයාට තම ඔරලෝසුව ආධාරයෙන් දැනගත හැකි ය. විදුලි පන්දම දැල්වූ වේලාව දැනගැනීමට නිරීක්ෂකයා කළ යුතුව ඇත්තේ තමා ඔරලෝසුවෙන් කියවා ගන්නා වේලාවෙන් ආලෝකයට විදුලි පන්දම දැල්වූ ස්ථානයෙහි සිට තමා වෙතට ළඟාවීමට ගතවූ කාලය අඩුකිරීම ය.

ඒ ක්‍රමය අනුගමනය කිරීමෙන් නිරීක්ෂකයාට විදුලි පන්දම දැල්වීම යන දෙවැනි සිද්ධිය සිදුවූ වේලාව දැනගත හැකි ය. නිරීක්ෂකයා පළමු සිද්ධිය සිදු වූ වේලාව ද දනියි. මේ සිද්ධි දෙක සමගාමී දැයි නිරීක්ෂකයාට දැනගැනීම අපහසු කාර්යයක් නො වෙයි. ඒ වේලාවල් සමාන නම් සිද්ධි දෙක සමගාමී යැයි නිරීක්ෂකයා කියනු ඇත. මෙහි ගැටළුවක් නැත. එහෙත් ගැටළුව මතුවන්නේ එලෙස සමගාමී යැයි ගත් සිද්ධි දෙකක් වෙනත් නිරීක්ෂකයකු සම්බන්ධයෙන් ද සමාගාමී දැයි නිර්ණයකිරීමට ගිය අවස්ථාවෙහි දී ය.

දෙවැනි නිරීක්ෂකයා ඇත්තේ පළමු නිරීක්ෂකයා හා විදුලි පන්දම දල්වන ස්ථානය අතර හරිමැද ස්ථානයේ (මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයෙහි) යැයි සිතමු. එමෙන් ම දෙවැනි නිරීක්ෂකයා පළමුවැනි නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂ ව නිසල ව ඇතැයි ද සිතමු. එවිට දෙවැනි නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ආලෝකයේ වේගය පළමු නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ආලෝකයේ වේගයට සමාන විය යුතු ය. දෙවැනි නිරීක්ෂකයාට පළමු සිද්ධිය පෙනෙන්නේ එය පළමු නිරීක්ෂකයාට පෙනී ටික වේලාවක් ගතවීමෙන් පසුව ය. එහෙත් දෙවැනි නිරීක්ෂකයාට, ආලෝකයට පළමු නිරීක්ෂකයාගේ සිට දෙවැනි නිරීක්ෂකයා වෙතට යෑමට ගතවන කාලය තමාට පළමු සිද්ධිය දැකගත හැකි වේලාවෙන් අඩුකිරීමෙන් පළමු සිද්ධිය සිදු වූ වේලාව දැනගත හැකි ය. ඒ වේලාව පළමු නිරීක්ෂකයා ඒ සිද්ධිය සිදු වුයේ යැයි ගන්නා වේලාව ම යැයි ගනිමු. එනම් දෙවැනි නිරීක්ෂකයා තම ඔරලෝසුවේ වේලාව පළමු නිරීක්ෂකයාගේ ඔරලෝසුවේ වේලාව සමග ඒ අවස්ථාවෙහි දී සමමුර්ත කරගනියි (synchronise).

දෙවැනි සිද්ධිය සම්බන්ධයෙන් ද එවැන්නක් සිදුවෙයි. එහි දී දෙවැනි නිරීක්ෂකයා පසුකරගෙන ආලෝක ධාරාව පළමු නිරීක්ෂකයා වෙතට ගමන්කළ යුතු ය. දෙවැනි නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව පළමු නිරීක්ෂකයාට ඇති දුර පළමු නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව දෙවැනි නිරීක්ෂකයාට ඇති දුරට සමාන නම් දෙවැනි නිරීක්ෂකයා පසුකර පළමු නිරීක්ෂකයා

© Prof. Nalin De Silva

වෙතට යෑමට ආලෝකයට ගතවන කාලය, නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනාම සම්බන්ධයෙන් ගත්කල එකම අගයක් ගනියි. (නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනා එකිනෙකාට සාපේක්ෂව නිසලව ඇති බැවින් මේ අගය එකම වෙයි.) කලින් සඳහන්කළ ආකාරයට දෙවැනි නිරීක්ෂකයා සම්බන්ධයෙන් ගත්කල පළමු සිද්ධිය පෙනෙන්නේ පළමු නිරීක්ෂකයාට ඒ පෙනී ටික වේලාවක් ගතවීමෙන් පසුව ය. ඒ ටික වේලාව යනු ආලෝකයට පළමු නිරීක්ෂකයාගේ සිට දෙවැනි නිරීක්ෂකයා වෙතට යෑමට ගතවූ කාලය වෙයි. එමෙන් ම ඉහත සඳහන් උපකල්පනවලට අනුව දෙවැනි සිද්ධිය දෙවැනි නිරීක්ෂකයාට පෙනී ටික කාලයකට පසුව පළමුවැනි නිරීක්ෂකයාට පෙනෙයි. කලින් මෙන් ම ආලෝකය ගමන්කිරීමට ගතවන කාලය සලකා බලා දෙවැනි නිරීක්ෂකයා සම්බන්ධයෙන් ගත්කල ද පළමු සිද්ධිය හා දෙවැනි සිද්ධිය සමගාමී බව පෙනී යනු ඇත. මෙහි දී කිවයුතු තවත් කරුණක් නම් දෙවැනි නිරීක්ෂකයා හරියට ම පළමු නිරීක්ෂකයා හා දෙවැනි සිද්ධිය සිදුවන ස්ථානය අතරමැද සිටින බැවින් දෙවැනි නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂ ව පළමු සිද්ධියෙන් හා දෙවැනි සිද්ධියෙන් ලැබෙන ආලෝක ධාරා සමගාමී ව ලැබෙන බව ය. එහෙත් මෙහි දී අවධාරණය කළ යුත්ත නම් පළමු නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ගත්කල සිද්ධි දෙක දර්ශනය වුයේ සමගාමී ව නොවන බව ය. සිද්ධි දෙක සමගාමී වුව ද ඒ සිද්ධි දෙක පළමුවැනි නිරීක්ෂකයාට සමගාමීව දර්ශනය කිරීමට නොහැකි වෙයි. එහෙත් ඒ සිද්ධි දෙක දෙවැනි නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව සමගාමීවනු පමණක් නො වෙයි. දෙවැනි නිරීක්ෂකයාට ඒ සිද්ධි දෙක සමගාමීව නැරඹීමට ද හැකි වෙයි.

දැන් අපි එකිනෙකාට සාපේක්ෂව චලනයවන නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනකු ගනිමු. මෙහි දී අයින්ස්ටයින් විද්වතා විසින් සලකා බලනු ලැබූ උදාහරණය ම අපි ගනිමු. ඔහු තම තර්කය ගොඩනැඟීම සඳහා සලකා බැලුයේ දුම්රිය වේදිකාවක නිසලව සිටින මගියකු හා දුම්රිය වේදිකාව පසුකර නොනවත්වා යන දුම්රියක සිටින මගියකු ය. දුම්රියේ සිටින මගියා යම් දුම්රිය මැදිරියක හරිමැද (දිග සම්බන්ධයෙන්) සිටින්නේ යැයි ද උපකල්පනය කරමු. දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින මගියාට සාපේක්ෂව දුම්රිය මැදිරියේ සිටින මගියා දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින මගියා පසුකර යත්ම දුම්රිය මැදිරියේ දෙකෙළවර සමග ඇති ලක්ෂ්‍ය දෙකක සිට විදුලි පන්දම් දෙකක් දල්වන්නේ යැයි සිතමු. මේ විදුලි පන්දම් දෙක දැල්වෙන්නේ නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනාගෙන් කවුරුන් සම්බන්ධයෙන් වුව ද ගත්කල දෙපැත්තෙහි එකම දුරකින් ඇති ලක්ෂ්‍ය දෙකකින් ය. එහෙත් විදුලි පන්දම් දෙක වේදිකාවෙහි සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව නිසලව ඇති අතර දුම්රියෙහි සිටින මගියාට සාපේක්ෂව චලනය වෙයි.

විදුලි පන්දම් දැල්වීම ඒ නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනාට පෙනෙන්නේ කෙසේ ද? අපි පළමුව වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයා ගනිමු. ඒ නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව විදුලි පන්දම් දෙක දෙපැත්තෙහි සමදුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍ය දෙකක දී දැල්වෙයි. විදුලි පන්දම් දෙක නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව එකම දුරකින් නිසලව වෙයි. එමෙන් ම නිරීක්ෂකයාට දෙපැත්තෙන් ම ආලෝකය ලැබෙන්නේ එක විට ය. විදුලි පන්දම් දෙකෙහි සිට නිරීක්ෂකයා වෙතට ආලෝකය ගමන්කිරීමට ගතවන්නේ එකම කාලයක් ද බැවින් දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයා නිගමනය කරන්නේ විදුලි පන්දම් දෙක දැල්වීමේ සිද්ධි දෙක සමගාමී ව සිදු වී ඇති බව ය.

දැන් අපි දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට මේ සිද්ධි දෙක ගැන කිවහැක්කේ කුමක් දැයි විමසා බලමු. ඒ නිරීක්ෂකයාට අනුව ද විදුලි පන්දම් දෙක ඇත්තේ නිරීක්ෂකයාගේ සිට එකම දුරකින් එහෙත් දෙපැත්තේ ය. එයට හේතුව නිරීක්ෂකයා දුම්රිය මැදිරියේ හරිමැද සිටීම ය. එහෙත් දැන් තරමක වෙනසක් වෙයි. දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයා එක් විදුලි පන්දමකින් ආලෝකය ලැබෙන දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධව එහෙත් ආලෝකයට අභිමුඛව ගමන්කරන අතර අනෙක් විදුලි පන්දමෙන් ආලෝකය ලැබෙන දිශාවට එහෙත් ආලෝකයෙන් ඉවතට ගමන්කරයි. දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයා සම්බන්ධයෙන් ගත්කල එවැනි වෙනසක් නොමැති බව අවධාරණය කළ යුතු ය.

මේ වෙනස ඉතා වැදගත් වෙයි. දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයා එක් විදුලි පන්දමකින් (A විදුලි පන්දම යැයි කියමු.) ලැබෙන ආලෝකය හමුවීම සඳහා ගමන්කරන අතර අනෙක් විදුලි පන්දමෙන් (B විදුලි පන්දම යැයි කියමු.) ලැබෙන ආලෝකයෙන් ඉවතට ගමන්කරයි. එබැවින් ඒ නිරීක්ෂකයාට A විදුලි පන්දමෙන් ලැබෙන ආලෝකය B විදුලි පන්දමෙන් ලැබෙන ආලෝකයට වඩා කලින් ලැබෙයි. එහෙත් දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ද විදුලි පන්දම් දෙක ඇත්තේ සමදුරින් ය. ඒ විදුලි පන්දම් දෙක දුම්රිය මැදිරියේ දෙකෙළවර සමග ඇති ලක්ෂ්‍ය දෙකක ඇති බැවින් ය.

© Prof. Nalin De Silva

තමාට සාපේක්ෂව විදුලි පන්දම් දෙකම සමදුරින් පිහිටා ඇති බැවින් දුම්රිය මැදිරියේ සිටින නිරීක්ෂකයාට අනුව විදුලි පන්දම් දෙකෙහි සිට තමා වෙතට ඒ ඒ විදුලි පන්දමෙන් ආලෝකය පැමිණීමට ගතවන කාලය රඳා පවතින්නේ ආලෝකයේ වේගය මත ය. නිරීක්ෂකයා එක් විදුලි පන්දමකින් ලැබෙන ආලෝකය හමුවීමට ගමන්කරන අතර අනෙක් විදුලි පන්දමෙන් ලැබෙන ආලෝකයෙන් ඉවතට ගමන්කරයි. නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව විදුලි පන්දම් දෙකෙන් ලැබෙන ආලෝකයේ වේග ගැන කිවහැක්කේ කුමක් ද? අයින්ස්ටයින් විද්වතා බටහිර භෞතික විද්‍යාවෙහි මහා පෙරළියක් කෙළේ මේ ප්‍රශ්නයට දුන් පිළිතුරෙන් ය.

අප මෙහි දී අප කරන්නේ කුමක් ද යන්න පිළිබඳ ව ඉතාමත් නිරවුල් විය යුතු ය. අප සලකා බලන්නේ යම් නිරීක්ෂකයකු වෙත ලැබෙන ආලෝක ධාරා දෙකක් ගැන ය. ඒ හැරෙන්නට ඒ ආලෝක ධාරා දෙකෙහි ප්‍රභව (sources) ගැන නො වෙයි. ආලෝක ධාරා දෙකෙහි ප්‍රභව විදුලි පන්දම් දෙකක් වෙයි. ඒ විදුලි පන්දම් දෙක දුම්රිය මැදිරියෙහි සිටින නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව චලනය වෙයි. එහෙත් අපට එය මෙහි දී වැදගත් නො වෙයි. ඒ ප්‍රභව අප නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව චලනය වුව ද නැත් ද, මෙහි දී වැදගත්වන්නේ ඒ ගුණය නොව නිරීක්ෂකයා ආලෝක ධාරාවක් වෙතට ගමන්කරන්නේ ද, එසේත් නැත්නම් ආලෝක ධාරාවෙන් ඉවතට ගමන්කරන්නේ ද යන්න ය. දුම්රිය වේදිකාවේ සිටින නිරීක්ෂකයා සම්බන්ධයෙන් ගත්කල මෙවැනි වෙනසක් ඇති නො වෙයි. ඒ නිරීක්ෂකයා සම්බන්ධයෙන් ගත්කල දෙපැත්තෙන් ම ආලෝකය ලැබෙන්නේ එකම අයුරකින් ය. ඒ නිරීක්ෂකයා එක් ආලෝක කදම්බයක් හමුවීමට ගමන් නොකරයි. එමෙන් ම අනෙක් ආලෝක කදම්බයෙන් ඉවතට යෑමක් ද නො සිදුවෙයි. නිරීක්ෂකයන් දෙදෙනා අතර ඇති මේ වෙනස බටහිර ලෝකය හෙළිවීමට සමත් විය.

මහාචාර්ය නලින් ද සිල්වා

© Prof. Nalin De Silva